

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018-2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA DESCRIPTIVA
- MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº1: OBJETO DEL PROYECTO Y MARCO LEGAL

ANEJO Nº2: SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO Nº3: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº5: ESTUDIO DE DEMANDA

ANEJO Nº6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº7: SISMOLOGÍA

ANEJO Nº8: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

ANEJO Nº9: ABASTECIMIENTO DE AGUA SANITARIA

ANEJO Nº10: SANEAMIENTO

ANEJO Nº11: ILUMINACIÓN

ANEJO Nº12: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEJO Nº13: URBANIZACIÓN EN SUPERFICIE

ANEJO Nº14: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº15: CONTROL DE CALIDAD

ANEJO Nº16: GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

2.1 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

2.1.1 SITUACIÓN

2.1.2 EMPLAZAMIENTO

2.2 DISTRIBUCION ARQUITECTONICA

2.3 ALZADOS Y SECCIONES

2.3.1 SECCIONES A-A

2.3.2 SECCIONES B-B

2.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL

2.4.1 CIMENTACIONES

2.4.2 PILARES Y VIGAS

2.4.3 FORJADO RETICULAR

2.5 ESTRUCTURA SECUNDARIA

2.5.1 ESCALERA TIPO

2.5.2 MURO PANTALLA TIPO

2.6 INSTALACIONES

2.6.1 ABASTECIMIENTO

2.6.2 SANEAMIENTO

2.6.3 ILUMINACIÓN

2.6.4 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

2.7 URBANIZACION

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTOS

4.1 MEDICIONES

4.2 CUADRO DE PRECIOS Nº1

4.3 CUADRO DE PRECIOS Nº2

4.4 PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1 MEMORIA

5.2 PLANOS

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES

5.4 PRESUPUESTO

5.5 FICHAS TECNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

RESUMEN

El municipio de Portugalete durante los últimos tiempos ha llevado a cabo una enorme transformación de su entorno urbano, pasando de ser un municipio que se dedicaba exclusivamente al sector industrial a ser pionero en la mejora en los ámbitos de los sectores de servicios y de turismo, lo que ha provocado una mayor movilidad de vehículos dentro y a través de la noble villa.

Condicionado por esta transformación, el proyecto se enmarca como una solución de parking disuasorio tanto para el estacionamiento de los vehículos que se acercan a la villa desde otras provincias para conocer nuestro pueblo como para desplazarse a otros municipios gracias a la cercana ubicación del mismo a la estación del metro y a paradas estratégicas del transporte Bizkaibus.

El aparcamiento consta de una planta bajo rasante DE 66552,88 m², formada por 198 pilares que van apoyados sobre zapatas aisladas de 180 x180 x 40 cm. El muro perimetral se realizará mediante muros pantalla de 6 metros de longitud y 40 cm de espesor que sujetará el terreno para evitar posibles desplazamientos de este.

La capacidad del mismo será de 231 plazas distribuidas de la siguiente manera: 7 plazas para personas de movilidad reducida, 22 plazas para vehículos de dos ruedas y 202 para turismos. El parking tiene 3 accesos peatonales, de los cuales dos poseen elevadores ubicados lo mas cercano posible a las plazas de personas de movilidad reducida para su mejor accesibilidad. En la cubierta del aparcamiento se construirá una urbanización que estará formada por un parque infantil, jardines, y una zona donde se podrá ubicar el mercadillo sin que obstaculice la viabilidad en la zona.

Por este motivo, se propone la construcción de un aparcamiento subterráneo, del cual se estudiará su viabilidad en los documentos adjuntos, y que tiene como finalidad satisfacer la demanda de la zona en el barrio de Repelega.

Azken denboretan zeharreko Portugalete-ko udalean burutu den bilakaeragatik, hiribildu noblearen hiri-ingurunearen transformazio bat ekarri du zerbitzuetako eta turismoko sektore bat bihurtzera industriaren sektorean soilik aritzen zen udala izatea pasatuz. Horregatik, aipaturiko hiribildu noblean eragin dien ibilgailuetako higikortasun handiagoa sortu da.

Transformazio honek baldintzapean jarrita, proiektua disuasio-aparkaleku soluzio bat bezala ibilgailuen geratzerako gure herria ezagutzeko hiribildura beste probintzia batzuetatik hurbiltzen direla bai metroko geltokira eta Bizkaibus garraioaren geldialdi estrategikoetara beraren kokapen hurbilari esker beste udal batzuetara mugitzeko hainbeste markoan jartzen da.

Aparkalekua, solairu batez osatuta dago 66552,88 m²-eko sestraren azpian, 40 cm x 180 x180-etatik isolatutako zapaten gainean sostengatuta doazen 198 oinarrik|zutabek eratuta. Harresi perimetrala egingo da luzera 6 metroko harresi pantailen eta lurra lurraren lekualdatze posibleak saihesteko finkatuko duen lodierako 40 cm-en bitartez.

Beraren ahalmena izango da hurrengo moduko banatutako 231 plazako: Higikortasun txikiko pertsonentzako 7 plaza, bi gurpiletako eta turismoetarako 202tako ibilgailuetarako 22 plaza. Aparkalekuak oinezkoen 3 sarbide ditu, zeinetako bik kokatutako jasotzaileak dauzkate baina hurbila posiblea bere eskuragarritasun onenerako txikiagotutako higikortasuneko pertsonetako plazetara. Aparkalekuko estalkian eraikiko da haur-parke batek, lorategiek, eta zona batek tokian hark bideragarritasuna zonan oztopatu gabe azoka txikia kokatu ahal izango den eratuta egongo den urbanizazioa.

Hori dela eta, lurrazpiko aparkaleku bat eraikitzea proposatzen da, erantsitako dokumentuen bideragarritasuna aztertuko baita eta Repelega auzoko eskariari erantzuna emango dio.

During recent times, the urban evolution that has taken place in the town of Portugalete has brought a transformation of the urban environment of this borough. Previously it was dedicating exclusively to the industry sector and now the services and tourism sector are taking more and more importance in this town. Therefore, it has experienced an important increase in the flow of vehicles.

Conditioned by this transformation, the project is framed as a deterrent parking solution for both the parking of the vehicles approaching the villa from other provinces to get to know our town as to move to other municipalities thanks to the nearby location of it to the metro station and to strategic stops of Bizkaibus transport.

The car park consists of a ground floor of 66552.88 m², formed by 198 pillars that are supported on insulated shoes of 180 x180 x 40 cm. The perimeter wall will be made by screen walls of 6 meters in length and 40 cm thick that will hold the terrain to avoid possible displacements of this.

The capacity of the same will be 231 places distributed as follows: 7 places for people with reduced mobility, 22 seats for two-wheeled vehicles and 202 for passenger cars. The car park has 3 pedestrian accesses, of which two have elevators located as close as possible to the places of people with reduced mobility for their better accessibility. On the roof of the parking lot will be built an urbanization that will be formed by a playground, gardens, and an area where the flea market can be located without hindering viability in the area.

For this reason, it is proposed the construction of an underground parking, which aims to meet the demand of parking in the Repelega neighborhood. The study of the viability of this idea appears in the attached document.

INDICE DE TABLAS

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

- MEMORIA DESCRIPTIVA

IMAGEN 1 “VISTA AÉREA DEL NÚCLEO URBANO DE PORTUGALETE”	4
IMAGEN 2 “VISTA AÉREA DE LA ZONA DE ACTUACIÓN”	5
IMAGEN 3 “PLANTA DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA”	8
IMAGEN 4 “PLAN DE OBRA. FUENTE PROYECT”	13

- MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº1: OBJETO DEL PROYECTO Y MARCO LEGAL

ANEJO Nº2: SITUACIÓN ACTUAL

IMAGEN 1. “ORTOFOTO DE LA ZONA DE ESTUDIO”	3
--	---

ANEJO Nº3: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

IMAGEN 1. “IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO”	3
IMAGEN 2. “IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO”	3
IMAGEN 3. “IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO”	4

ANEJO Nº4: ESTUDIO DE GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

TABLA 1. “SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN”	2
TABLA 2. “RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SPT”	3
TABLA 3. “RESULTADOS DEL ENSAYO D.P.S.H”	4
TABLA 4. “RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO”	4
TABLA 5. “RESULTADOS DEL ENSAYO DE LABORATORIO EN ROCA”	4
TABLA 6. “RESULTADOS ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DE LA ROCA AL HORMIGÓN”	5
TABLA 7. “ENSAYOS DE LA ZONA DE ESTUDIO”	9
TABLA 8. “VALORES DE LA CALIDAD DEL SUSTRATO ROCOSO DE LA ZONA ESTUDIADA”	9
TABLA 9. “VALORES ORIENTATIVOS DEL COEFICIENTE DE BALASTO, K30 (CTE)”	9
TABLA 10. “RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS”	10
IMAGEN 1. “SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN”	3
IMAGEN 2. “MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)”	6
IMAGEN 3. “LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)”	7

ANEJO Nº5: ESTUDIO DE DEMANDA

IMAGEN 1. “ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO CON RADIO DE 175 M”	3
IMAGEN 2. “INTERSECCIÓN ENTRE EL APARCAMIENTO SINGULAR EXISTENTE Y EL FUTURO APARCAMIENTO”	10

ANEJO Nº6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

IMAGEN 1. "RELACIÓN ANCHO PLAZA- ANCHO PASILLO COCHE TIPO GRANDE, OBTENIDA DEL LIBRO "LA GEOMETRÍA EN EL PROYECTO DE APARCAMIENTO" REDACTADO POR MANUEL SOBREVUELA"	6
IMAGEN 2. "CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS VEHÍCULOS TIPO, SEGÚN LA BIBLIOGRAFÍA DE MANUEL SOBREVUELA" ...	7
IMAGEN 3. "LÍMITE DE 50 METROS ENTRE ACCESOS PEATONALES SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL CTE-DB-SI"	8

ANEJO Nº7: SISMOLOGÍA

IMAGEN 1. "MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NCSE-02"	3
---	---

ANEJO Nº8: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

IMAGEN 1. "DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS PILARES."	5
IMAGEN 2. "TRAMO SELECCIONADO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA"	5
IMAGEN 3. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."	25
IMAGEN 4. "PÓRTICO DE ESTUDIO."	28
IMAGEN 5. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "	28
IMAGEN 6. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."	28
IMAGEN 7. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."	29
IMAGEN 8. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	44
IMAGEN 9. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4. "	45
IMAGEN 10. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4. "	45
IMAGEN 11. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR"	63
IMAGEN 12. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR"	63
IMAGEN 13. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."	166
IMAGEN 14. "PÓRTICO DE ESTUDIO."	167
IMAGEN 15. "BARRAS II DEL PÓRTICO DE ESTUDIO."	167
IMAGEN 16. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN DE LA VIGA CONJUGADA."	168
IMAGEN 17. "MÉTODO DE CORTE EN EL ESTADO 1."	168
IMAGEN 18. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES EN ESTADO 1 Y ESTADO 2"	168
IMAGEN 19. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA"	169
IMAGEN 20. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "	169
IMAGEN 21. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."	169
IMAGEN 22. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."	170
IMAGEN 23. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	170
IMAGEN 24. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"	171
IMAGEN 25. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"	173
TABLA 1. "CARGAS GRAVITATORIAS. FUENTE CYPECAD"	6
TABLA 2 "SOBRECARGAS DE USO SEGÚN EL CTE (CTE-DB-SE-AE)."	6
TABLA 3. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	44
TABLA 4. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 1 Y TIPO 4. FUENTE CYPECAD"	45
TABLA 5. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 2 Y TIPO 3. FUENTE CYPECAD"	46
TABLA 6. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 1"	48
TABLA 7. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 2"	50

TABLA 8. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 3"	51
TABLA 9. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 4"	53
TABLA 10. "DESCRIPCIÓN DE LA VIGA DE ATADO DE LA ESTRUCTURA"	54
TABLA 11. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P2"	54
TABLA 12. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P4"	54
TABLA 13. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P2 Y P3"	55
TABLA 14. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P3 Y P4"	55

ANEJO Nº9: ABASTECIMIENTO DE AGUA SANITARIA

TABLA 1. "CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO"	3
TABLA 2. "DIÁMETRO MÍNIMOS DE DERIVACIONES. FUENTE CYPECAD"	6
TABLA 3. "DIÁMETRO MÍNIMOS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 4. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS ACOMETIDAS. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 5. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LOS TUBOS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE CYPECAD"	8
TABLA 6. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS INSTALACIONES PARTICULARES. FUENTE CYPECAD"	8
IMAGEN 1. " ACOMETIDA E INSTALACIÓN SEGÚN CTE."	3
IMAGEN 2. "DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES"	6

ANEJO Nº10: SANEAMIENTO

TABLA 1. "UNIDADES DE DESAGÜE Y DIÁMETRO MÍNIMO SEGÚN APARATO. FUENTE CTE"	3
TABLA 2. "DIÁMETRO EN COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	4
TABLA 3. "DIÁMETRO EN BAJANTES. FUENTE CYPECAD"	5
TABLA 4. "DIÁMETRO EN COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	5
TABLA 5. "DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 6. "DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES. FUENTE CYPECAD"	8
TABLA 7. "DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	9
TABLA 8. "DIMENSIONAMIENTO DE LAS ARQUETAS. FUENTE CYPECAD"	9
IMAGEN 1. "DIÁMETRO EN RAMALES INDIVIDUALES. FUENTE CYPECAD"	4

ANEJO Nº11: ILUMINACIÓN

TABLA 1. "CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN"	15
TABLA 2. "CAIDA DE TENSIÓN EN LA LINEA"	16

ANEJO Nº12: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

TABLA 1. "RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS PAREDES, TECHOS Y PUERTAS."	2
TABLA 2. "SECTORES DE INCENDIO. FUENTE CYPECAD"	3
TABLA 3. "ESCALERAS PROTEGIDAS. FUENTE CYPECAD"	3
TABLA 4. "VESTÍBULOS DE INDEPENDENCIA. FUENTE CYPECAD."	4
TABLA 5. "OCUPACIÓN SEGÚN ZONA. FUENTE CTE"	6
TABLA 6. "NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD RECORRIDO DE EVACUACIÓN. FUENTES CTE"	6
TABLA 7. "OCUPACIÓN, NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN. FUENTE CYPECAD"	7

TABLA 8. "ESCALERAS Y PASILLOS DE EVACUACIÓN DEL EDIFICIO. FUENTES: CYPECAD"	8
TABLA 9. "PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS. FUENTE CTE"	8
TABLA 10. "DOTACIÓN INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS."	10
TABLA 11. "CÁLCULO INSTALACIÓN BOCAS DE INCENDIO. FUENTES CYPECAD"	13
TABLA 12. "RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA. FUENTES: CYPE CAD"	15
IMAGEN 1. "PROPAGACIÓN A EDIFICIO ENFRENTADO."	5
IMAGEN 2. "PROPAGACIÓN POR FACHADA."	5
IMAGEN 3. "INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS"	10
IMAGEN 4. "RESISTENCIA REQUERIDA. FUENTE CYPECAD"	14
IMAGEN 5. "RESISTENCIA REQUERIDA. FUENTES CYPECAD"	14

ANEJO Nº13: URBANIZACIÓN EN SUPERFICIE

IMAGEN 1. "BANCO DE MADERA. FUENTE: GOOGLE"	2
IMAGEN 2. "PAPELERA METÁLICA DE 64 LITROS. FUENTES PROPIA	3
IMAGEN 3. "COLUMPIO INFANTIL MIXTO"	3
IMAGEN 4. "COLUMPIO DE CESTA"	4
IMAGEN 5. "BALANCIN CON MUELLE"	4

ANEJO Nº14: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

IMAGEN 1 "VISTA AÉREA DE LA ZONA DONDE SE UBICARÁ EL NUEVO APARCAMIENTO"	2
IMAGEN 2. "IMÁGENES DE LA DESORGANIZACIÓN DEL APARCAMIENTO ACTUAL"	3
IMAGEN 3. "PLAZAS DE APARCAMIENTO PINTADAS DE MANERA QUE PUEDE LLEGAR A ERROR DEBIDO A QUE NO SE BORRAN LAS ANTIGUAS MARCAS VIALES"	4

ANEJO Nº15: CONTROL DE CALIDAD

ANEJO Nº16: GESTIÓN DE RESIDUOS

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

DOCUMENTO 1- MEMORIA Y ANEJOS

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018-2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	ANTECEDENTES	4
2.	OBJETO DEL PROYECTO	4
3.	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	4
4.	SITUACIÓN ACTUAL	5
5.	NECESIDADES A SATISFACER.....	6
6.	TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA	6
7.	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	6
8.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	7
9.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	8
10.	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	8
	10.1. Muro pantalla.....	9
	10.2. Estructura Interior	9
	10.2.1. Cimentación.....	9
	10.2.2. Pilares y Vigas.....	9
	10.2.3. Forjado Reticular	9
	10.2.4. Escaleras y Rampas	9
	10.2.5. Pavimentos Interiores.....	9
	10.2.6. Carpintería	10
	10.2.7. Cerramiento Interior.....	10
	10.2.8. Pavimento de la urbanización.....	10
11.	INSTALACIONES	10
	11.1 Abastecimiento de agua	10
	11.2 Evacuación de aguas sanitarias.....	11
	11.3 Iluminación	11
	Instalación de enlace	11
	Instalación interior	11
	11.4 Evacuación frente a incendios	11
	11.5 Ascensores	12
	11.6 Pozo de bombeo	12
	11.7 Mobiliario urbano exterior	12
	11.8 Señalización y balizamiento.....	12
12.	SEGURIDAD Y SALUD.....	12
13.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	13
14.	GESTION DE RESIDUOS.....	13
15.	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	13
16.	PRESUPUESTO.....	14
17.	DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO.....	15
	DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS.....	15
	Memoria descriptiva	15
	Memoria justificativa	15
	Anejo nº1: Objeto del proyecto y marco legal.....	15
	Anejo nº2: Situación actual	15
	Anejo nº3: Cartografía y topografía.....	15
	Anejo nº4: Estudio de geología y geotecnia	15
	Anejo nº5: Estudio de demanda	15
	Anejo nº6: Estudio de alternativas	15
	Anejo nº7: Sismología.....	15

Anejo nº8: Cálculo de estructuras	15
Anejo nº9: Abastecimiento de agua sanitaria	15
Anejo nº10: Saneamiento.....	15
Anejo nº11: Iluminación	15
Anejo nº12: Protección contra incendios	15
Anejo nº13: Urbanización en superficie	15
Anejo nº14: Reportaje fotográfico	15
Anejo nº15: Control de calidad.....	15
Anejo nº16: Gestión de residuos	15
DOCUMENTO Nº2: PLANOS.....	15
2.1 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	15
2.1.1 Situación	15
2.1.2 Emplazamiento	15
2.2 DISTRIBUCION ARQUITECTONICA	15
2.3 ALZADOS Y SECCIONES.....	15
2.3.1 Secciones a-a	15
2.3.2 Secciones b-b.....	15
2.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL	15
2.4.1 Cimentaciones	15
2.4.2 Pilares y vigas.....	15
2.4.3 Forjado reticular	15
2.5 ESTRUCTURA SECUNDARIA	15
2.5.1 Escalera tipo	15
2.5.2 Muro pantalla tipo.....	15
2.6 INSTALACIONES.....	16
2.6.1 Abastecimiento.....	16
2.6.2 Saneamiento.....	16
2.6.3 Iluminación	16
2.6.4 seguridad contra incendios.....	16
2.7 URBANIZACION	16
2.7.1. Urbanización planta general	16
2.7.2. Urbanización tramo 1.....	16
2.7.3. Urbanización tramo 2.....	16
2.7.4. Urbanización tramo 3.....	16
2.7.5. Urbanización tramo 4.....	16
DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES	16
DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTOS	16
4.1 MEDICIONES	16
4.2 CUADRO DE PRECIOS Nº1	16
4.3 CUADRO DE PRECIOS Nº2	16
4.4 PRESUPUESTO	16
DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	16
5.1 MEMORIA	16
5.2 PLANOS	16
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES.....	16
5.4 PRESUPUESTO	16
5.5 FICHAS TECNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	16
18. CONCLUSIÓN	16
19. REFERENCIAS	16

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1 “VISTA AÉREA DEL NÚCLEO URBANO DE PORTUGALETE”	4
IMAGEN 2 “VISTA AÉREA DE LA ZONA DE ACTUACIÓN”	5
IMAGEN 3 “PLANTA DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA”	8
IMAGEN 4 “PLAN DE OBRA. FUENTE PROYECT”	13

1. ANTECEDENTES

La redacción de este proyecto surge de la necesidad de realizar un Proyecto de Fin de Grado para la obtención del GRADO EN INGENIERÍA CIVIL en la Escuela de Ingeniería de Bilbao.

Pese a tratarse de un proyecto académico, con las limitaciones que ello implica, se ha tenido en cuenta la normativa vigente y se han empleado datos reales en la medida de lo posible. En otros casos, y ante la imposibilidad de acceder a estos datos reales, se han empleado datos ficticios, siempre señalándolos debidamente e intentando utilizar información acorde con el tipo de obra y el entorno.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto la redacción de los documentos necesarios: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto del proyecto "Aparcamiento subterráneo en Portugalete (Bizkaia)".

El propósito de este proyecto es el de solucionar la carencia de plazas de aparcamiento en la zona que nos ocupa, con los beneficios que ello implica, potenciando socio- culturalmente la zona, y creando un entorno de mayor calidad en superficie.

3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Portugalete es un municipio español de la provincia de Bizkaia, en la comunidad autónoma del País Vasco, y una noble villa de dicha provincia, la única entidad de población del municipio. Pertenece a la comarca no oficial del Gran Bilbao.

Tiene una población de 46.278 habitantes según los datos de la web 'Eustat' correspondientes al año 2018 y una extensión de 3.20 km² que hacen del mismo uno de los municipios con mayor densidad de población por kilómetro cuadrado de España. El municipio se extiende por una colina situada entre la ría de Bilbao y el río Ballonti, situándose el núcleo poblacional en la ladera que desciende hasta la primera.



Imagen 1 "Vista aérea del núcleo urbano de Portugalete"

La zona de actuación se ubica concretamente en el barrio Repelega, situado en una de las partes altas de Portugalete donde hoy en día en esta explanada se realiza el mercadillo del municipio. Cercana a la zona donde se prevé realizar dicho aparcamiento, se encuentra la plaza Darío Regoyos con la que se pretende conectar la superficie de dicho aparcamiento subterráneo. También de forma cercana, se encuentra el ambulatorio de Repelega muy frecuentado por las personas de dicho municipio y debido a esto, la demanda de aparcamiento es muy elevada.

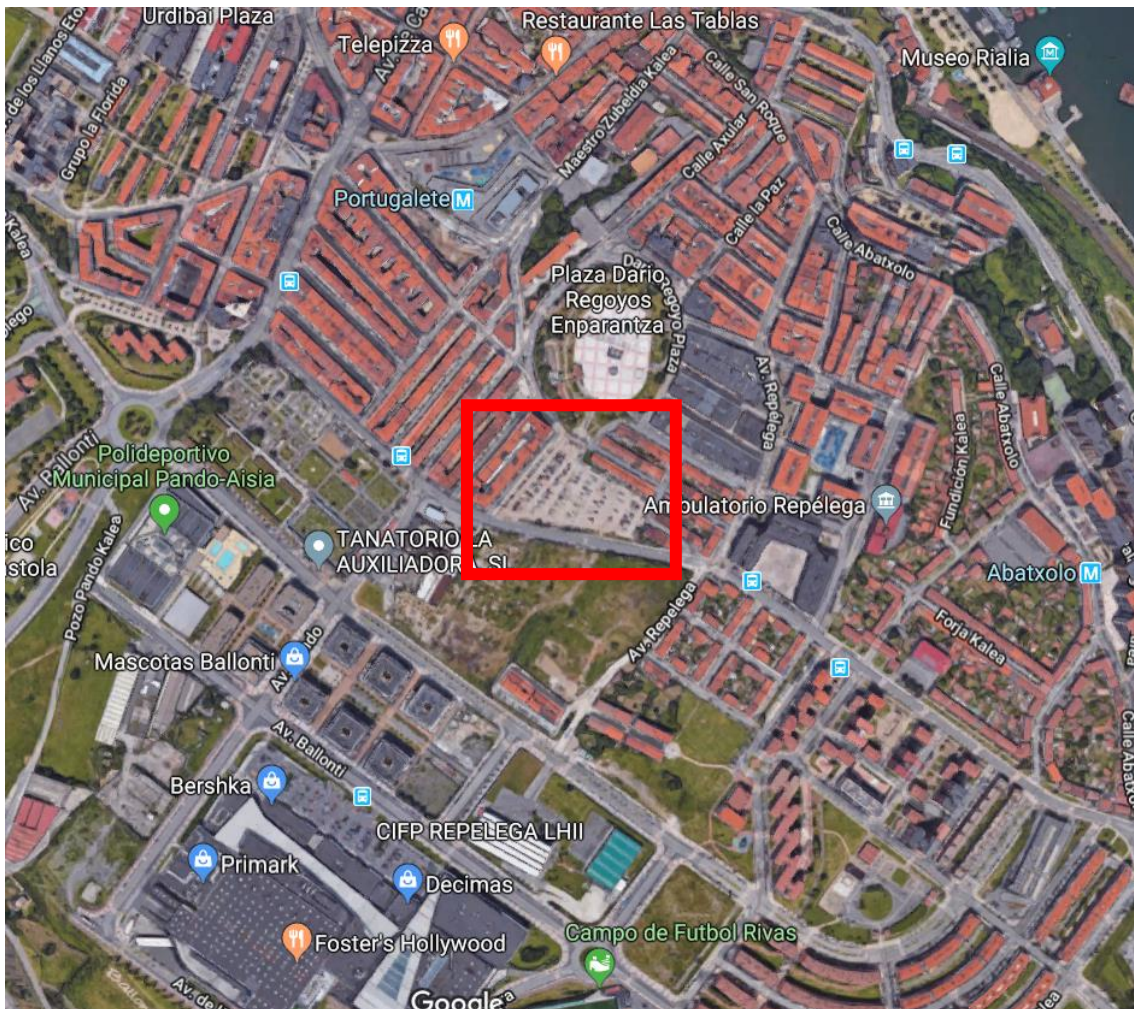


Imagen 2 "Vista aérea de la zona de actuación"

4. SITUACIÓN ACTUAL

En la situación actual del lugar de actuación, nos encontramos en una zona urbana ocupada en gran medida por edificios de viviendas, locales comerciales y un centro sanitario, situándose el aparcamiento superficial en pleno centro de lo mencionado. El aparcamiento consta de varias entradas y salidas que se realizan por las calles Ramon y Cajal y por Francisco de Berriozabal.

En la actualidad, las plazas disponibles en la superficie del aparcamiento resultan insuficientes para cubrir toda la demanda que se genera en la zona de estudio. Además, los días que se realiza el mercadillo en el municipio de Portugalete, los aparcamientos quedan inservibles, ya que estos se retiran, debido a la colocación de los puestos ambulantes. Todas estas circunstancias derivan en continuos estacionamientos en la calzada que transcurre por la calle Ramon y Cajal, que generan retenciones y dificultan de manera considerable el transcurso por esa vía.

De esta forma, considerando la problemática anteriormente comentada y analizando la necesidad y disponibilidad de aparcamiento para satisfacer la demanda, se estima un déficit de plazas de aparcamiento de 229 plazas.

5. NECESIDADES A SATISFACER

Con la ejecución del aparcamiento subterráneo objeto de este proyecto, se pretenden satisfacer las necesidades de plazas de aparcamiento que existen en la zona del barrio de Repelega y en las calles circundantes, y que dichas plazas permanezcan una vez montado el mercadillo. De esta manera, se espera cubrir la demanda deseada debido a la falta de garajes en las viviendas de alrededores y el escaso aparcamiento que tiene Portugalete.

Además, se intentará que la superficie de dicho aparcamiento quede conectada con la Plaza Dario Regoyos que se ubica a unos escasos metros del lugar de actuación. Para ello, se aumentarán las zonas ajardinadas y promoverá un ambiente socio-cultural debido al mercadillo.

6. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

La cartografía que se ha empleado en la redacción del proyecto ha sido obtenida en el Ayuntamiento de Portugalete y ha sido realizado por "Topografía y Obras, S.A"

Esta cartografía contiene:

- Cartografía Portugalete por zonas a escala 1/500
- Cartografía del Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete.
- Cartografía de las redes de abastecimiento, saneamiento y red de alumbrado público a escala 1/1000

Las coordenadas UTM son:

- X UTM 498520 m
- Y UTM 4796050 m

7. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Los materiales existentes en el subsuelo de la zona de actuación están constituidos por formaciones mesozoicas pertenecientes al Cretácico Inferior, concretamente al Albiense. Estos materiales se encuentran recubiertos por depósitos cuaternarios (rellenos antropogénicos). Se observa que en la zona de estudio se ha detectado la presencia de dos niveles geotécnicamente diferenciables: una capa superficial de rellenos heterogéneos, y el sustrato rocoso de la zona

Debido a la naturaleza académica del presente proyecto, no disponemos de los datos geotécnicos precisos de la zona de actuación, por lo que se han estimado los datos a partir de estudios realizados en las zonas próximas.

- Nivel I: Rellenos heterogéneos que se extiende hasta los 0,10 m

- Nivel II: Sustrato rocoso que se extienden hasta los 6,95 m.

En el Anejo nº4 se detalla más a profundidad ya que se incluye en el informe geotécnico del proyecto.

8. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras haber realizado un estudio de las tres alternativas planteadas, valorando distintos criterios como el aspecto económico, funcional o la aproximación a la demanda, presentes en el “Anejo nº:6: Estudio de alternativas”, se ha elegido finalmente la Alternativa 1.

En la primera alternativa, se intenta aprovechar toda el área de la parcela que tiene una extensión de 6.552,88 m². Dicha superficie tiene una configuración en planta parecida a la parcela donde se ubica, con el fin de aprovechar todo el espacio posible para realizar el aparcamiento. En cuanto, a las rampas de entrada y salida, se propone una disposición en la cual, la entrada se efectuará por la calle Ramon y Cajal, con una meseta de un ancho de 3 metros, para que los vehículos no obstaculicen ni colapsen la vía mencionada. La rampa de salida, en cambio, se conecta con la calle Francisco de Berrizabal, que es una vía con menos tráfico que la anterior por lo que los vehículos podrán salir del aparcamiento sin tener que esperar a que tengan un hueco en la corriente del tráfico y así, no interrumpir dicha circulación tanto de la calle como de la salida del parking.

La rampa de entrada tiene una longitud de 19 metros y 3 metros de ancho, y la de salida tiene una longitud de 11 metros y 3 metros de ancho. Ambas rampas tienen una pendiente del 16%.

Se ha proyectado un solo sótano, ya que con la gran superficie de la parcela se cubriría la demanda estudiada con una sola planta.

En cuanto a la distribución interior, se han diseñado pasillos de un único sentido de circulación con un ancho de 5 metros, salvo en las entradas y salidas del parking donde ahí su anchura se incrementa en 6,5 metros para facilitar las maniobras de los vehículos. El espacio por donde van a ir los usuarios a los accesos o a sus plazas de garaje tienen un ancho de 0,80 metros.

Se colocan 3 accesos peatonales que cumplen las pautas del CTE comentadas en el apartado “6.8 Accesos peatonales”.

Se han seleccionado los radios de giro más cómodos y suaves posibles para no realizar cambios bruscos de dirección, la mayoría de los giros son a izquierdas lo que permitirá recorrer todo el aparcamiento hasta el punto de inicio.

El aparcamiento cuenta con dos servicios para gente con una movilidad reducida y un aseo para señoras y caballeros. Éstos, están situados lo más cerca posible de los accesos peatones y los servicios de personas de movilidad reducida están más próximos a las parcelas de estos usuarios para mayor comodidad.

La zona de control está ubicada cerca de la rampa de entrada, para mayor comodidad de vigilancia a la hora de entrada de los vehículos y en prevención de si éstos puedan tener algún problema. Cerca de la rampa de salida se sitúa el cuarto de instalaciones, donde se albergan todos los equipos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones del aparcamiento.

En referencia a las plazas de aparcamiento, esta alternativa propone un total de 231 plazas, que están divididas en 7 plazas para personas de movilidad reducida, 22 plazas para vehículos de dos ruedas y 202 plazas para turismos. Las plazas de los turismos tienen unas dimensiones de 2,5 x 5 metros, la de vehículos a dos ruedas 1,5 x 2,5 metros y para las personas con movilidad reducida sus dimensiones serán 3,6 x 5 metros. Debido a que las dimensiones de las plazas son distintas tanto como para turismos, vehículos de dos ruedas y vehículos para personas con movilidad reducida, se calcula un número de plazas equivalentes, esto quiere decir que a las plazas de turismos (con un ancho de 2,5 metros) habría que sumarle la equivalencia a una plaza de 2,5 metros tanto de vehículos de dos ruedas como la de los vehículos para personas de movilidad reducida.

En la siguiente tabla se explica el proceso para obtener las plazas equivalentes que se ha explicado en el apartado de arriba:

Turismos	202
Vehículos de dos ruedas	22 plazas/ 2,5 metros = 8,8 plazas ≈ 9 plazas
Vehículos para personas con movilidad reducida	7 plazas / 2,5 metros ancho = 2,8 plazas ≈ 3 plazas
TOTAL	202 + 9 + 3 = 214 plazas

Por tanto, la superficie destinada a cada plaza sería $6552,88 \text{ m}^2 / 214 \text{ plazas} = 30,62 \text{ m}^2$

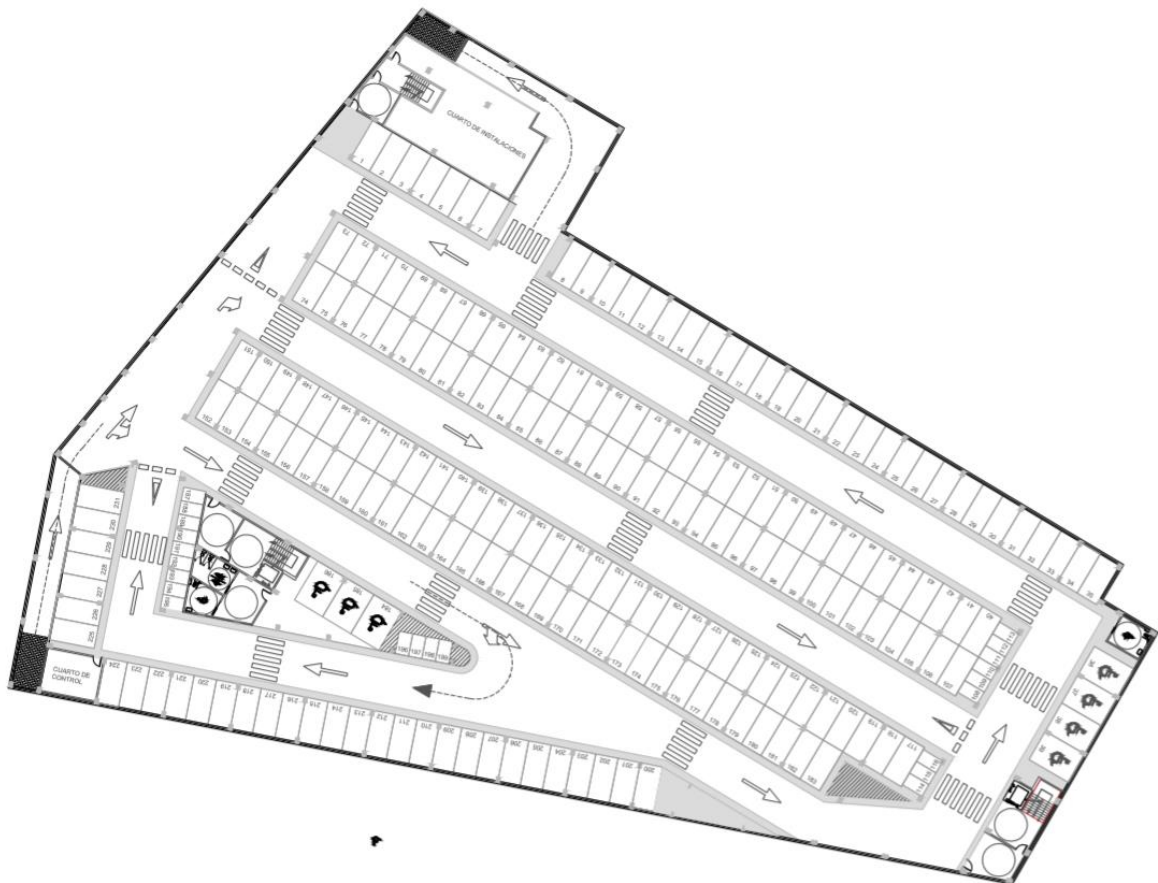


Imagen 3 "Planta de la alternativa elegida"

9. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Finalizado el desvío de servicios, se acometen los trabajos de desbroce del terreno de la superficie ocupada por la obra, retirando los productos a vertedero autorizado.

En este capítulo se contempla también la excavación del vaso del aparcamiento, si bien esta operación debe efectuarse gradualmente, conforme avance la construcción de los muros pantalla.

Además, se incluye la excavación de zapatas tanto de muros perimetrales como de pilares y la excavación de zanjas del drenaje interior.

10. SISTEMA ESTRUCTURAL

10.1. Muro pantalla

Por tratarse de una edificación bajo rasante, previo paso al vaciado del recinto se deberá efectuar la contención de tierras. En este caso se ha optado por la ejecución de muro pantalla, ya que es una parcela donde hay edificaciones muy próximas por lo que no existen márgenes suficientes para excavar con taludes adecuados. Este muro tendrá se extenderá hasta la cota -6 metros y tendrá un espesor de 0,40 metros.

10.2. Estructura Interior

10.2.1. Cimentación

Dada la alta capacidad portante del terreno (5kg/cm²) se ha realizado una cimentación superficial porque a escasos metros se encuentra el material rocoso.

Por tanto, la cimentación se realiza mediante zapatas aisladas de las siguientes características 180x180x40 cm.

La solera, que tiene un espesor de 40 cm, está formada por los siguientes elementos:

- Geotextil anticontaminante.
- Capa de grava ligera de 20cm de espesor.
- Film de polietileno.
- Losa de hormigón armado de 20cm de espesor con malla electro soldada de acero B 500S de Ø 6mm y cuadrícula 15 x 15cm.

Bajo esta solera se coloca la red de drenaje y saneamiento.

10.2.2. Pilares y Vigas

La estructura del aparcamiento está formada por 198 pilares de 40x60 cm. Estos, están distribuidos de tal forma que no entorpezcan la distribución interior del aparcamiento y de las calles de circulación formando luces máximas de 7,5 metros.

10.2.3. Forjado Reticular

Como ya se ha comentado, el forjado más óptimo para realizar el aparcamiento es un forjado reticular de casetones recuperables que aligerarán el peso propio de la estructura. Dicho forjado tiene un espesor de 35 cm. Para controlar el riesgo de punzonamiento en la unión con los pilares se disponen de ábacos en todas éstas.

10.2.4. Escaleras y Rampas

Se dispone de una rampa de acceso y salida para los vehículos diferenciada cumpliendo así la normativa vigente. Las rampas se prevén mediante zapatas aisladas y pilares interiores y sirven además de arriostramiento horizontal de los muros transmitiendo los empujes a los forjados y zapatas, de manera análoga a cómo actúan los forjados en el resto de la superficie.

Existen tres huecos de escaleras idénticas entre sí, donde dos de ellas tienen espacio para el ascensor. Las dimensiones de dichas escaleras cumplen con las impuestas por el CTE en el documento básico de "Seguridad de utilización y accesibilidad".

10.2.5. Pavimentos Interiores

Las calles y dársenas de aparcamiento presentan un tratamiento continuo de pintura de dos componentes con base de resina epoxi.

Las restantes dependencias (vestíbulos de independencia, cuarto de control, aseos y mesetas de escalera) cuentan con pavimentos de baldosas de gres antideslizante.

El peldañado de escaleras se realiza con gradas de gres antideslizante, con franjas antideslizantes.

10.2.6. Carpintería

Las puertas de acceso rodado son del tipo “preleva” con barrotera toda su superficie, de acero inoxidable.

Las puertas de acceso peatonal, cuadro de control y vestíbulos de independencia, son igualmente de acero galvanizado, pintadas. Estas puertas reúnen las condiciones adecuadas de protección antifuego y de seguridad de evacuación (barras antipánico, duración mínima ante un incendio, fuego tipo de 120 minutos de duración)

10.2.7. Cerramiento Interior

Se colocarán tabiques de dos hojas con trasdosado en ambas caras, en los baños, vestíbulo de dependencia, cuarto de control y sala de máquinas con las siguientes características: la primera hoja y segunda hoja de 6 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (machetón), aislante térmico de 30 mm de espesor.

10.2.8. Pavimento de la urbanización

En los caminos acondicionados en la planta de la cubierta, se colocará una acera compuesta por baldosas de hormigón para exteriores sobre una capa de hormigón no estructural de 15cm, y un pavimento de 5 cm de espesor, apoyado sobre la cubierta. Todo ello tendrá un espesor de 65 cm sobre el forjado de la cubierta.

Los jardines se realizarán con la aportación de tierra vegetal y se colocarán bancos, papeleras y un parque infantil.

Se hará una recogida de aguas pluviales mediante sumideros de PVC.

11. INSTALACIONES

El aparcamiento subterráneo se encuentra provisto de las siguientes instalaciones: abastecimiento de aguas sanitarias, evacuación de aguas sanitarias, iluminación y evacuación contra incendios.

11.1 Abastecimiento de agua

Para el aparcamiento, se han previsto dos redes de agua independientes, una para el suministro de aseos y la otra para abastecer al sistema contra incendios. (En este proyecto solo se ha calculado la del abastecimiento del aparcamiento).

Dentro de esta instalación se incluyen todos los elementos que se encuentran en los aseos: lavabos e inodoros respectivamente.

El sistema de abastecimiento de aguas dará servicios a los aseos situados en el centro del aparcamiento en la cara noreste del edificio, formados por 4 inodoros y 2 lavabos y al sistema de bocas de incendio. La tubería de acometido será de polietileno reticulado (PE100) de diámetro comercial de 40mm. La de alimentación será de acero galvanizado de 32 mm, y las instalaciones particulares de polipropileno con polímero de 40 mm de diámetro.

Esta red se proyecta de acuerdo con el DB-HS Salubridad HS-4, Suministro de agua, del C.T.E.

11.2 Evacuación de aguas sanitarias

Para el saneamiento y evacuación de las aguas producidas en el estacionamiento, se dispone una red unitaria, donde las aguas fecales procedentes de los aseos son transportadas a la red municipal de Portugalete que es una red separativa.

En el caso de los baños las bajantes de aguas residuales irán hasta la altura de la cubierta, utilizando un sistema de bombeo. Se dispondrán arquetas de hormigón en masa y colectores de PVC enterrados que conduzcan el agua residual a la red municipal.

Bajo la solera del aparcamiento se dispone una red de drenaje, formada por tubos drenantes y grava, que permite una rápida y ligera circulación del agua del subsuelo.

Por otra parte, se colocan sumideros repartidos por toda la urbanización que recogerán las aguas pluviales vertidas en la misma. Esta red se dispondrá en el relleno sobre el forjado de cubierta del aparcamiento.

La red de saneamiento y drenaje se proyecta de acuerdo con el DB-HS Salubridad. HS-5 Evacuación de aguas, del C.T.E.

11.3 Iluminación

El conjunto de las instalaciones consta de los siguientes apartados:

Instalación de enlace

Que comprende:

- Acometida del suministro ordinario. NO ES COMPETENCIA DEL PRESENTE PROYECTO
- Acometida del suministro complementario. NO ES COMPETENCIA DEL PRESENTE PROYECTO
- Centralización de 2 contadores.
- Derivación individual (suministro ordinario y complementario).
- Dispositivos privados de mando y protección

Instalación interior

Que comprende toda la instalación interior a partir del cuadro general y sus dispositivos privados de mando y protección con los siguientes apartados:

- Cuadro General con transferencia automática.
- Líneas de alimentación a consumos singulares.
- Líneas distribuidoras de alumbrado.
- Líneas distribuidoras de fuerza.
- Luminarias.
- Tomas de corriente.
- Equipos autónomos de emergencia.
- Sistema de tierra

En el "Anejo nº11: Iluminación y electricidad" se realizará una descripción de los elementos anteriores y su sistema de instalación, dejando el dimensionamiento de los mismos para el capítulo de cálculos.

11.4 Evacuación frente a incendios

En todos los núcleos de comunicación vertical se disponen los correspondientes vestíbulos de independencia y elementos cortafuegos. La detección de incendios se realiza mediante detectores infrarrojos colocados en las diferentes zonas de la planta que, ante una elevación de temperatura en cualquier zona, envían una señal a un panel de control en el que se refleja lumínica y acústicamente la zona donde existe peligro de incendio. En caso de producirse un incendio se pondrán en funcionamiento las alarmas ópticas y acústicas situadas en el interior y exterior del aparcamiento,

Se prevé en cada entrada del aparcamiento y en la vía pública la colocación de un hidrante del modelo reglamentario utilizado por el Servicio Contra Incendios para la conexión de la Brigada de Bomberos, conectados a las bocas de incendio del estacionamiento.

En las cercanías de la puerta de acceso rodado se dispone de una toma IPF-41 conectada a la red de extinción de incendios interior, que consta de Bifurcación de 2 ½", con rosca, llaves de bola y racores de Barcelona con sus tapones correspondientes, de 70 mm. Todo ello se recoge en un cofre metálico, pintado de rojo con la puerta, pintada de blanco y con la inscripción en rojo "USO EXCLUSIVO DE BOMBEROS".

Por las calles del estacionamiento se distribuyen extintores manuales de eficacia 21A-113B de 6Kg, cada 15m de recorrido.

Se ha proyectado de acuerdo con el DB SI Seguridad en caso de Incendio, del CTE. Para más detalle ver el "Anejo nº12: Evacuación frente a incendios".

11.5 Ascensores

En dos de los tres núcleos de escaleras, se disponen ascensores que permiten el acceso a todas las plantas del aparcamiento, para las personas de movilidad reducida.

Se han previsto ascensores hidráulicos con la maquinaria incorporada, de las dimensiones adecuadas y exigidas por la normativa vigente.

11.6 Pozo de bombeo

Para la evacuación de las aguas de infiltración, drenaje y saneamiento, se prevé un pozo de bombeo, que cuenta con tres bombas sumergibles, que se accionan de forma automática por medio de los interruptores de nivel correspondientes, en caso de avería.

El vertido de las aguas procedentes del pozo de bombeo se conecta a la red municipal.

11.7. Mobiliario urbano exterior

Se colocarán bancos de madera de 1,75 metros de longitud en toda la plaza, donde los días clave, el mercadillo no afecte.

También se colocarán papeleras metálicas circulares realizadas de acero galvanizado, con el escudo del municipio de Portugalete, distribuidas uniformemente.

Para la zona infantil se colocarán dos columpios infantiles de dos plazas con asientos cada uno de ellos, un columpio de forma de cesta y 6 balancines de distintos personajes.

11.8. Señalización y balizamiento

A lo largo de las calles interiores del aparcamiento, se rotulan flechas indicadoras del sentido de circulación, así como marcas viales de ceda el paso.

Por otro lado, se instalan señales verticales, colgadas, de obligación y prohibición.

12. SEGURIDAD Y SALUD

Para dar cumplimiento al R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, será necesario la redacción de un anejo que tenga por finalidad la resolución de los problemas técnicos que puedan presentarse durante la obra proyectada.

13. PLIEGO DE CONDICIONES

En el “Documento nº3: Pliego de Condiciones” se incluye un Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, en el que se recogen las condiciones técnicas y económicas que se requieren para la ejecución de las obras, tanto en lo relativo a materiales, como a los procedimientos y técnicas constructivas.

14. GESTION DE RESIDUOS

También será necesaria la redacción de dicho escrito, que se recoge en el “Documento nº7: Gestión de Residuos”, cuya finalidad sea regular la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, para asegurar un tratamiento adecuado que contribuya a un desarrollo sostenible del medio ambiente, tal y como lo regula el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

15. PLAZO DE EJECUCIÓN

Según lo dispuesto en el artículo 124 del Real Decreto Legislativo 2/2000 sobre la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, será necesario establecer un plan de obra en el que se indique de la forma más concreta que sea posible cual será la programación para la ejecución de la obra, estableciendo los distintos plazos de construcción. De esta manera, se establece el comienzo de la obra y su posible finalización. Las actividades realizadas se han dividido según el siguiente diagrama:

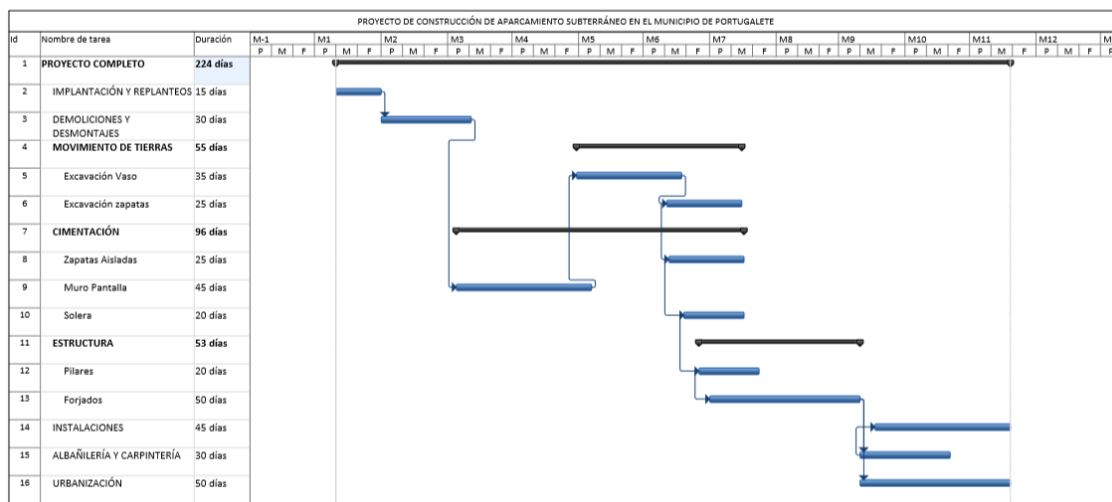


Imagen 4 “Plan de obra. Fuente Project”

El plazo de ejecución del mencionado aparcamiento es de 224 días (30 semanas), sin contar los días festivos y de vacaciones que tendrá el personal.

16. PRESUPUESTO

Aplicando los precios desglosados y globales a las mediciones correspondientes, se ha calculado en el documento presupuesto, y se han obtenido los siguientes valores para el presente proyecto:

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO		
ACTUACIONES PREVIAS		17.900,78
MOVIMIENTO DE TIERRAS		504.981,57
CIMENTACION		371.516,25
ESTRUCTURA		579.446,42
INSTALACIONES		138.726,92
URBANIZACION EN SUPERFICIE		419.525,56
ALBAÑILERIA Y CARPINTERIA		282.331,28
SEÑALIZACION Y BALIZAMIENTO		42.784,06
SEGURIDAD Y SALUD		36.571,48
CONTROL DE CALIDAD		28.328,18
GESTION DE RESIDUOS		16.695,25
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		2.438.807,75
Gastos generales	13,00%	317.045,01
Beneficio industrial	6,00%	146.328,47
Suma		2.902.181,23
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (PEC = PEM + GG + BI) 2.902.181,23		
IVA	21,00%	609.458,06
PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA con IVA 3.511.639,29		

Asciede el presupuesto a la expresada cantidad de TRES MILLONES QUINIENTOS ONCE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE CON VENTINUEVE CÉNTIMOS.

17. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

El presente proyecto consta con los siguientes documentos:

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

Memoria descriptiva

Memoria justificativa

- Anejo nº1: Objeto del proyecto y marco legal
- Anejo nº2: Situación actual
- Anejo nº3: Cartografía y topografía
- Anejo nº4: Estudio de geología y geotecnia
- Anejo nº5: Estudio de demanda
- Anejo nº6: Estudio de alternativas
- Anejo nº7: Sismología
- Anejo nº8: Cálculo de estructuras
- Anejo nº9: Abastecimiento de agua sanitaria
- Anejo nº10: Saneamiento
- Anejo nº11: Iluminación
- Anejo nº12: Protección contra incendios
- Anejo nº13: Urbanización en superficie
- Anejo nº14: Reportaje fotográfico
- Anejo nº15: Control de calidad
- Anejo nº16: Gestión de residuos

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

2.1 SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

- 2.1.1 Situación
- 2.1.2 Emplazamiento

2.2 DISTRIBUCION ARQUITECTONICA

2.3 ALZADOS Y SECCIONES

- 2.3.1 Secciones a-a
- 2.3.2 Secciones b-b

2.4 ESTRUCTURA PRINCIPAL

- 2.4.1 Cimentaciones
- 2.4.2 Pilares y vigas
- 2.4.3 Forjado reticular

2.5 ESTRUCTURA SECUNDARIA

- 2.5.1 Escalera tipo
- 2.5.2 Muro pantalla tipo

2.6 INSTALACIONES

- 2.6.1 Abastecimiento
- 2.6.2 Saneamiento
- 2.6.3 Iluminación
- 2.6.4 seguridad contra incendios

2.7 URBANIZACION

- 2.7.1. *Urbanización planta general*
- 2.7.2. *Urbanización tramo 1*
- 2.7.3. *Urbanización tramo 2*
- 2.7.4. *Urbanización tramo 3*
- 2.7.5. *Urbanización tramo 4*

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTOS

- 4.1 MEDICIONES
- 4.2 CUADRO DE PRECIOS Nº1
- 4.3 CUADRO DE PRECIOS Nº2
- 4.4 PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 5.1 MEMORIA
- 5.2 PLANOS
- 5.3 PLIEGO DE CONDICIONES
- 5.4 PRESUPUESTO
- 5.5 FICHAS TECNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

18. CONCLUSIÓN

Con la presente memoria y demás documentos que se acompañan se da por terminada la definición del presente Proyecto que ha sido redactado conforme a la legislación vigente y cumple la normativa obligada para este tipo de proyectos, por lo que se somete a la consideración del tribunal académico competente para su aprobación si procediese.

19. REFERENCIAS

Libros:

- EHE-08 (Instrucción de Hormigón Estructural, 2008).
- “La geometría en el proyecto de aparcamiento” redactado por Manuel Sobrevuela (1995)”

Documentos:

- Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete (2007).
- Proyecto de construcción de un Aparcamiento subterráneo en Urduliz, Empresa Viuda de Sainz. (de prácticas)
- Plan de Movilidad Urbana y Sostenible de Portugalete (2007).

Enlaces:

- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO www.boe.es
- AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE www.portugalete.org
- GOOGLE MAPS www.google.es/maps
- CÓDIGO TÉCNICO www.cogidotecnico.net
- MINISTERIO DE FOMENTO www.fomento.gob.es
- GENERADOR DE PRECIOS DE CYPE www.generadordeprecios.info
- MAPAS GEOLÓGICOS www.eve.eus

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 1- OBJETO DEL PROYECTO Y MARCO LEGAL

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	<i>OBJETO DEL PROYECTO</i>	2
2.	<i>MARCO LEGAL</i>	2
2.1	INTRODUCCIÓN	2
2.2	NORMATIVA GENERAL DE OBRA CIVIL	2
2.3	NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES MECÁNICAS.....	3
2.4	NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	3
2.5	NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3
2.6	NORMATIVA GENERAL SOBRE MEDIO AMBIENTE	4
2.6.1	Protección del Medio Atmosférico	4
2.6.2	Protección del Medio Acuático.....	4
2.6.3	Residuos	4
2.6.4	Ruidos	4

1. OBJETO DEL PROYECTO

En la redacción del presente Proyecto se ha seguido la Normativa vigente general referente a Obra Civil, Instalación Mecánica, Instalación Eléctrica y Medio Ambiente.

Serán, como mínimo, de aplicación y obligado cumplimiento las siguientes Normas y Reglamentos que se redactan a continuación.

2. MARCO LEGAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En la redacción del presente Proyecto "Aparcamiento subterráneo en Portugalete (Bizkaia)" se ha seguido la Normativa vigente general referente a Obra Civil, Instalación Mecánica, Instalación Eléctrica y Medio Ambiente.

Serán, como mínimo, de aplicación y obligado cumplimiento las siguientes Normas y Reglamentos que se exponen a continuación:

2.2 NORMATIVA GENERAL DE OBRA CIVIL

- MOPU.: Instrucción de Carreteras.
 - Norma 3.1-IC. Trazado (Orden FOM/273/2016 de 19 de febrero de 2016)
 - 4.1-I.C./1964 "Pequeñas obras de fábrica".
 - Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
 - Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003)
 - Norma 8.2- IC. Marcas viales (Orden de 16 de julio de 1987)

- Código técnico de la edificación (CTE) Documento Básico de Seguridad Estructural
 - DB-SE Seguridad estructural
 - DB-SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la edificación
 - DB-SE-C Seguridad estructural Cimientos
 - DB-SE-F Seguridad estructural: Fábrica
 - DB-SE-A Seguridad estructural Acero

- Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete (2017)
- DECRETO 462/71 de 11 de Marzo sobre "Normas para la Redacción de Proyectos y Dirección de Obras en la edificación".
- REAL DECRETO 1812/1994 de 2 de Septiembre, "Reglamento General de Carreteras".
- ORDEN CIRCULAR Orden de 16 de diciembre de 1997, "se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios".
- 306/1989 sobre "Calzadas y Accesos a Zonas de Servicio".
- REAL DECRETO 1338/84 de 4 de Julio sobre "Medidas de Seguridad en Entidades y Establecimientos Públicos y Privados".
- REAL DECRETO 1247/2008 de 18 de julio. Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08).
- REAL DECRETO. 556/89 de 19 Mayo. "Medidas Mínimas sobre Accesibilidad en los Edificios."
- DECRETO 68/2000, de 11 de abril por el que se aprueban las "Normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación".
- Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero de 2010 por el que se modifica el Código Técnico de Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.

2.3 NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES MECÁNICAS

- CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (CTE) Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio
 - SI 1 Propagación interior
 - SI 2 Propagación exterior
 - SI 3 Evacuación de ocupantes
 - SI 4 Instalaciones de protección contra incendios
 - SI 5 Intervención de los bomberos
 - SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

- CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (CTE) Documento Básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.
 - SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas
 - SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
 - SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento
 - SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
 - SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación
 - SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
 - SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
 - SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo
 - SUA 9 Accesibilidad

- CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACION (CTE) Documento Básico HS Higiene, Salud y protección del Medio Ambiente.
 - HS 1 Protección frente a la humedad
 - HS 2 Recogida y evacuación de residuos
 - HS 3 Calidad del aire interior
 - HS 4 Suministro de agua
 - HS 5 Evacuación de aguas

2.4 NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Real Decreto 3275/1982 del 12 de noviembre de 1982 y Orden Ministerial del 6 de Julio de 1984 por los que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 2949/82, del 15 octubre de 1982, por el que se aprueba el Reglamento sobre Acometidas Eléctricas.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 842/2.002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER - Red Exterior (B.O.E. 19.6.84).

2.5 NORMATIVA GENERAL DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Documentos de apoyo que permiten el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

- DB-SI/1: Justificación de la puesta en obra de productos de construcción en cuanto a sus características de comportamiento ante el fuego (versión abril 2016)
- DB-SI/2: Normas de ensayo y clasificación de las puertas resistentes al fuego y sus herrajes y mecanismos de apertura (versión abril 2016)

- DB-SI/3: Mantenimiento de puertas peatonales con funciones de protección contra incendios reguladas por el DB SI
- DB-SI/4: Salida de edificio y espacio exterior seguro

2.6 NORMATIVA GENERAL SOBRE MEDIO AMBIENTE

2.6.1 PROTECCIÓN DEL MEDIO ATMOSFÉRICO

- LEY 3/1998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.
- LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera
- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

2.6.2 PROTECCIÓN DEL MEDIO ACUÁTICO

- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- REAL DECRETO-LEY 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio

2.6.3 RESIDUOS

- DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

2.6.4 RUIDOS

- LEY 3/1998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.
- Documento Básico del CTE de protección frente al ruido (DB-HR) y sus documentos de apoyo que permiten el cumplimiento de las exigencias básicas de este.
 - DB-HR/1: Guía de uso de las magnitudes de aislamiento acústico en relación con las exigencias (versión junio 2016)
 - DB-HR/2: Guía de aplicación del DB HR Protección frente al ruido (versión diciembre 2016)
 - DB-HR/3: Guía para la cumplimentación de la parte IV del IEE. Condiciones básicas de protección frente al ruido

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 2- SITUACIÓN ACTUAL

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. OBJETO DEL ANEJO	2
2. ANTECEDENTES.....	2
3. SITUACION ACTUAL	2

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1. "ORTOFOTO DE LA ZONA DE ESTUDIO"	3
--	---

OBJETO DEL ANEJO

El objetivo de este anejo consiste en mostrar la situación actual del entorno urbano de la zona donde se va a construir el aparcamiento subterráneo en el barrio de Repelega, así como cualquier otra eventualidad que pudiera afectar al proyecto y la construcción de dicho parking.

1. ANTECEDENTES

Seguidamente se mostrarán los principales aspectos que van a condicionar el proyecto del aparcamiento subterráneo:

- Las limitadas plazas de aparcamiento en el barrio de Repelega debido al incremento de población en los últimos años en el municipio de Portugalete.
- Escaso aparcamiento debido a la existencia de un centro médico que cubre las necesidades de dicho barrio y otros cercanos a la zona.
- Falta de aparcamiento debido a las viviendas de las calles del entorno, que al ser muchas de ellas bloques antiguos carecen de garaje propio. A esto hay que añadir que hoy en día hay más de un vehículo por vivienda, por lo que hace que las plazas que contienen los edificios resulten insuficientes.
- La utilización del aparcamiento para realizar el mercadillo del municipio, haciendo que, en esos días las plazas de aparcamiento queden inutilizadas en un tiempo determinado (en unas horas concretas del día, de 08:00h a 14:00h).
- El aparcamiento existente en superficie es inadecuado, ya que las plazas de estacionar en superficie están mal repartidas y organizadas.

2. SITUACION ACTUAL

La superficie escogida se sitúa en una zona urbana, ocupada en gran medida por edificios de viviendas y una plaza de juegos donde se practican todo tipo de actividades. Hay que añadir que en esta plaza, denominada “plaza de Darío Regoyos”, se sitúa un bar que es muy frecuentado ya que al ser una plaza de juegos, el tránsito de los padres mientras sus hijos juegan es considerable. Además, se puede agregar que tiene actividades para personas de mayor edad, donde estas después de realizar estas actividades, irán a la terraza de dicho bar.

El principal problema es que el centro médico existente en el barrio de Repelega carece de plazas de aparcamiento propias, por lo que los usuarios de este centro tienen que buscar sitio en las calles adyacentes o bien, aparcar en el aparcamiento actual cuando este no esté en uso por el mercadillo. Por otro lado, debido a la utilización de este aparcamiento para el uso del mercadillo, conlleva a la existencia de un gran número de vehículos aparcados en doble fila obstaculizando así el tránsito por la vía general. Debido a esto, se agrava considerablemente el problema de congestión en las calles y resulta insuficiente satisfacer la demanda generada en la zona.

La situación del centro médico, así como el resto de equipamientos se puede ver en el Documento nº2: Planos.

En el “Anejo nº 11: Reportaje fotográfico”, se exponen una serie de imágenes tomadas en la zona de estudio por la mañana de un día laboral cuando el mercadillo coge el uso del aparcamiento (jueves y sábados de 8:00-14:00 horas), donde se pueden apreciar muchos de estos detalles.



Imagen 1. "Ortofoto de la zona de estudio"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 3- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. OBJETO DEL ANEJO	2
2. CARTOGRAFIA EMPLEADA	2
3. GEOGRAFÍA	2
4. TOPOGRAFÍA	4

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"	3
IMAGEN 2. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"	3
IMAGEN 3. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"	4

OBJETO DEL ANEJO

La finalidad de este anejo consiste en la definición topográfica de la zona de estudio donde se va a realizar la construcción del aparcamiento. Además, se indicarán las fuentes cartográficas que se han utilizado y consultado para la realización de dicho parking.

1. CARTOGRAFIA EMPLEADA

La cartografía que se ha empleado en la redacción del proyecto ha sido obtenida en el Ayuntamiento de Portugalete y ha sido realizado por "Topografía y Obras, S.A"

Esta cartografía contiene:

- Cartografía Portugalete por zonas a escala 1/500
- Cartografía del Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete.
- Cartografía de las redes de abastecimiento, saneamiento y red de alumbrado público a escala 1/1000

2. GEOGRAFÍA

La zona que se ha escogido para ubicar el aparcamiento es en el barrio de Repelega en la población de Portugalete municipio de Bizkaia, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes, Latitud: 43°18'54,7" Norte y Longitud: 3°01'10,5" Oeste.

El área de estudio se encuentra limitado por las calles Ramón y Cajal, Francisco Berriozabal y Grupo el Progreso.

Por su situación, el futuro aparcamiento dispondrá de una buena accesibilidad a través de la calle Ramon y Cajal en la cual se situará la rampa, debido a que esta calle cuenta con una buena fluidez y tiene ambos sentidos de circulación, ya que la calle Francisco Berriozabal es de un único sentido.

Para una mejor visualización del emplazamiento del solar, la siguiente secuencia de imágenes de satélite muestra un acercamiento progresivo.



IMAGEN 1. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"



IMAGEN 2. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"



IMAGEN 3. "IMAGEN DE SATÉLITE DEL EMPLAZAMIENTO"

3. TOPOGRAFÍA

El solar donde se edificará el futuro aparcamiento tiene las siguientes coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator):

- X UTM 498520 m
- Y UTM 4796050 m

La parcela donde se construirá el aparcamiento tiene forma rectangular. El solar está orientado en su eje mayor de Oeste-Noroeste, a Este-Sureste.

El solar tiene una diferencia de cota de 2m entre las calles Francisco Berriozabal y el Grupo el Progreso, lo cual influirá en algunos aspectos del diseño, pero sin que esto obligue a tomar medidas importantes durante el diseño o la ejecución del aparcamiento.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 4- GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. OBJETO DEL ANEJO	2
2. TRABAJOS REALIZADOS	2
2.1 TRABAJOS EN CAMPO	2
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	4
3. ENCUADRE GEOLOGICO.....	6
3.1 ENTORNO GEOLOGICO REGIONAL.....	6
3.2 ENTORNO GEOLOGICO LOCAL	8
4. GEOTECNIA	8
4.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SUBSUELO.....	8
APENDICE 1:.....	11
APENDICE 2:.....	13
APENDICE 3:.....	15

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLA 1. "SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN".....	2
TABLA 2. "RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SPT"	3
TABLA 3. "RESULTADOS DEL ENSAYO D.P.S.H"	4
TABLA 4. "RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO"	4
TABLA 5. "RESULTADOS DEL ENSAYO DE LABORATORIO EN ROCA"	4
TABLA 6. "RESULTADOS ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DE LA ROCA AL HORMIGÓN"	5
TABLA 7. "ENSAYOS DE LA ZONA DE ESTUDIO"	9
TABLA 8. "VALORES DE LA CALIDAD DEL SUSTRATO ROCOSO DE LA ZONA ESTUDIADA"	9
TABLA 9. "VALORES ORIENTATIVOS DEL COEFICIENTE DE BALASTO, K30 (CTE)"	9
TABLA 10. "RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS"	10
IMAGEN 1. "SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN"	3
IMAGEN 2. "MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)"	6
IMAGEN 3. "LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)"	7

1. OBJETO DEL ANEJO

El objeto del presente anejo es identificar los materiales litológicos presentes en el subsuelo del emplazamiento y definir las condiciones geotécnicas para el aparcamiento previsto. También, se establecerán las valoraciones de las condiciones físicas de los materiales del subsuelo, así como la capacidad portante de estos, que servirá para establecer las posibles alternativas de cimentación como los condicionantes que pueden ocurrir debido a los posibles problemas geotécnicos que incidan en la construcción del mismo.

Debido al carácter académico de este proyecto, no ha sido posible la realización de una campaña de sondeos y ensayos reales en el área de estudio, por lo que los resultados que se presentan a continuación no tienen por qué corresponderse con la realidad.

1. TRABAJOS REALIZADOS

Para el reconocimiento del subsuelo, la empresa “Demuporsa” ha realizado los siguientes trabajos en un área cercana a la zona de estudio, que se recogerán al final de este anejo. Como ya se ha comentado, al ser un proyecto de carácter académico, los sondeos y los ensayos obtenidos están referidos a una parcela cercana al área de estudio en Portugaleta, ya que no se han podido obtener datos reales de la zona. Por lo que todos los datos de este proyecto se basan a esa parcela de referencia para realizar la zona de estudio.

1.1 TRABAJOS EN CAMPO

Para el reconocimiento del subsuelo, se han realizado los siguientes ensayos:

Sondeos Mecánicos

Se han llevado a cabo cinco (5) sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo mediante una máquina de sondeos tipo ROLATEC RL-48. Las profundidades alcanzadas se recogen a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
SM-1	10
SM-2	10
SM-3	10
SM-4	10
SM-5	10

TABLA 1. “SONDEOS MECÁNICOS A ROTACIÓN”

Este tipo de sondeos, es la mejor técnica empleada para conocer las características del terreno en profundidad. Se trata de perforaciones de diámetro, (entre 65 y 130 mm) y se consiguen unas profundidades superiores a las que se obtienen con las calicatas o el resto de los ensayos. De estos se obtienen muestras alteradas e inalteradas, en función del tipo de ensayo que se vaya a realizar, y muestras de agua, en caso de existencia de nivel freático. Además, se pueden realizar ensayos “in situ” específicos como son los ensayos de penetración SPT, ensayos de permeabilidad... entre otros.

En este caso, se han llevado a cabo ensayos de penetración dinámica standard (SPT). Este ensayo consiste en la hinca en el terreno de una puntaza metálica mediante golpes por lo que da idea de la resistencia del terreno, ya que se contabilizan el número de golpes necesarios para clavar el ensayo en el suelo.



IMAGEN 1. "SONDEO MECÁNICO A ROTACIÓN"

Como energía de impacto para introducir la puntaza metálica en el terreno, se utiliza una maza de 63,5 kg que se deja caer desde una altura de 75 cm. Después, se contabilizan los golpes necesarios para la hinca de 45 cm en tres intervalos de 15 cm.

Para su realización se contabilizan los golpes necesarios para la hinca de 45 cm en tres intervalos de 15 cm. El número S.P.T. (NSPT) viene definido por la suma de los dos últimos intervalos, ya que se considera que en los primeros 15 cm el sondeo puede estar alterado.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos:

SONDEO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN	NSPT
SM-2	3,00 – 3,60	Rellenos heterogéneos	21
SM-5	3,00 – 3,60	Rellenos heterogéneos	15

TABLA 2. "RESULTADOS DE LOS ENSAYOS SPT"

- **Ensayos de Penetración**

Mediante un penetrómetro tipo D.P.S.H. se realizaron dos (2) ensayos de penetración dinámica continua.

El ensayo consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para introducir en el terreno una puntaza normalizada, en intervalos de 20 cm, golpeada por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm. El ensayo se da por finalizado cuando tres valores sucesivos sean iguales o superiores a 75 golpes, un valor alcanza 100 golpes o más o el rozamiento de las varillas sea superior a 200 Nm.

Las profundidades alcanzadas fueron las siguientes:

PENETROMETRO	PROFUNDIDAD (m)
P-4	2,00
P-7	2,20

TABLA 3. "RESULTADOS DEL ENSAYO D.P.S.H"

La situación de los ensayos, tanto de penetración como de sondeos mecánicos, está reflejada en el informe geotécnico añadido al final de este anejo.

1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado sobre muestras recogidas en los sondeos, con el objeto de obtener datos sobre los materiales existentes en el subsuelo. En este caso, los ensayos que se han considerado necesarios son los siguientes:

SONDEO	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS
SM-2	TP	7,50 – 7,80	H-D-CS-AGR
SM-3	TP	9,00 – 9,25	H-D-CS
SM-5	TP	5,40 – 5,60	H-D-CS

TABLA 4. "RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO"

Siendo:

H: Humedad

D: Densidad/es

CS: Compresión simple

AGR: Agresividad de la roca al hormigón

REFERENCIAS		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (T/m³)	LITOLÓGIA	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm²)
SM-2	7,50 – 7,80	TP	0,79	2,683	Margas	255
SM-3	9,00 – 9,25	TP	0,67	2,667	Margas	367
SM-5	5,40 – 5,60	TP	0,63	2,671	Margas	371

TABLA 5. "RESULTADOS DEL ENSAYO DE LABORATORIO EN ROCA"

MUESTRA SM-2 7,50 – 7,80 m	RESULTADOS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	0,0	> 200	(*)	(*)
Contenido en sulfatos (mg/kg)	366,08	2.000-3.000	3.000-12.000	> 12.000
AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN	No agresivo			

TABLA 6. "RESULTADOS ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DE LA ROCA AL HORMIGÓN"

Como ya se ha comentado anteriormente, en el informe geotécnico añadido al final de este anejo, están reflejadas las tablas resumen de los resultados obtenidos más detalladamente.

2. ENCUADRE GEOLOGICO

2.1 ENTORNO GEOLOGICO REGIONAL

La zona objeto de estudio se encuentra en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, entre los dos accidentes más significativos de la Orogenia Alpina en la región. Estos son el Sinclinatorio de Vizcaya al Norte y el Anticlinorio de Bilbao al Sur, aunque según investigaciones recientes se ha comprobado que anteriormente a la Orogenia Alpina, en el Cretácico, existían preformaciones de estos dos accidentes.

Geológicamente los materiales pertenecen al Cretácico Inferior y están estructurados según directrices generales ONO-ESE, sobre los cuales se depositan los sedimentos cuaternarios. La zona estudiada se ubica en el extremo Este de la Hoja 61-I (Santurtzi) del Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000 del EVE, como se muestra a continuación.

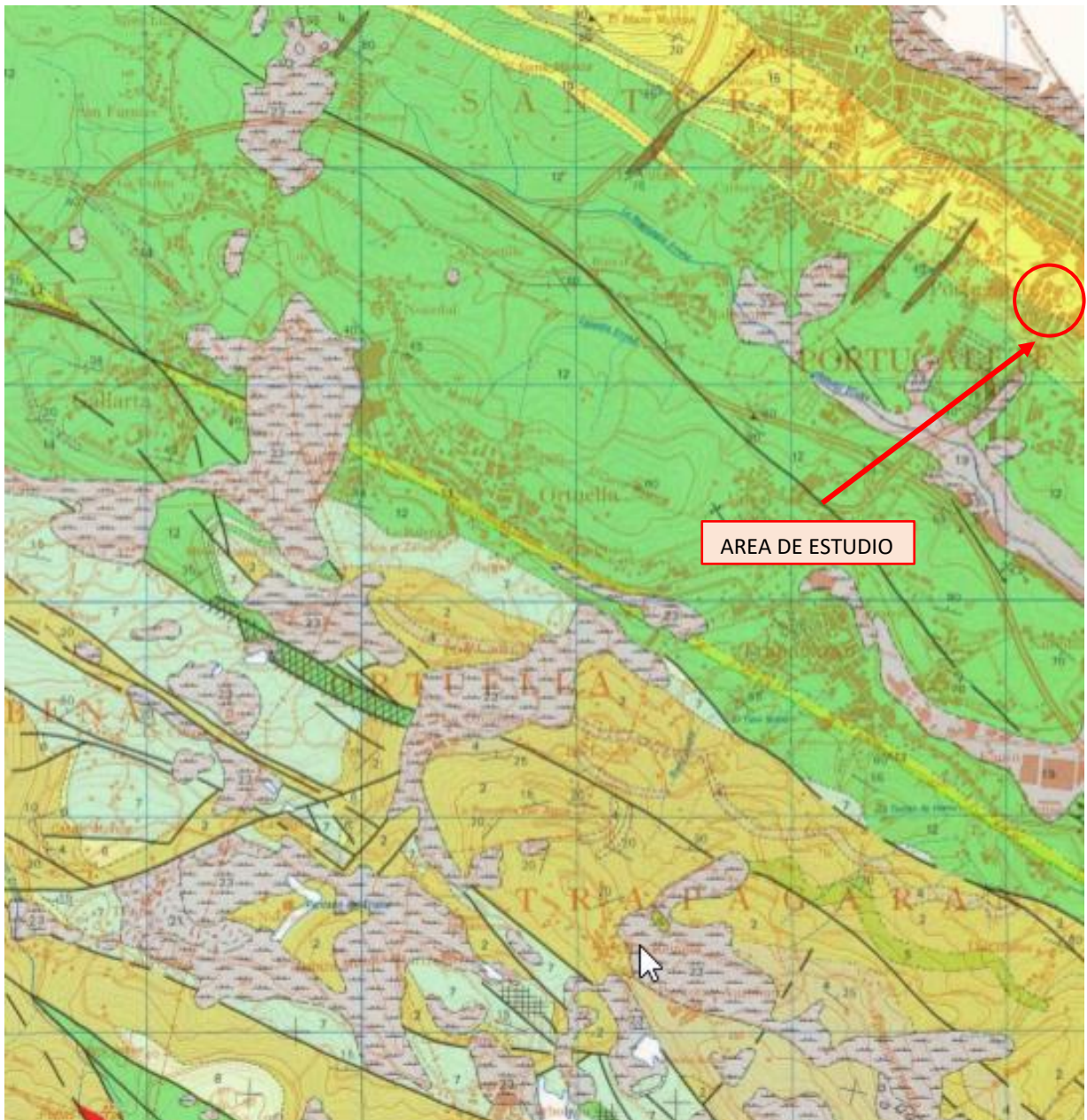


IMAGEN 2. "MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)"

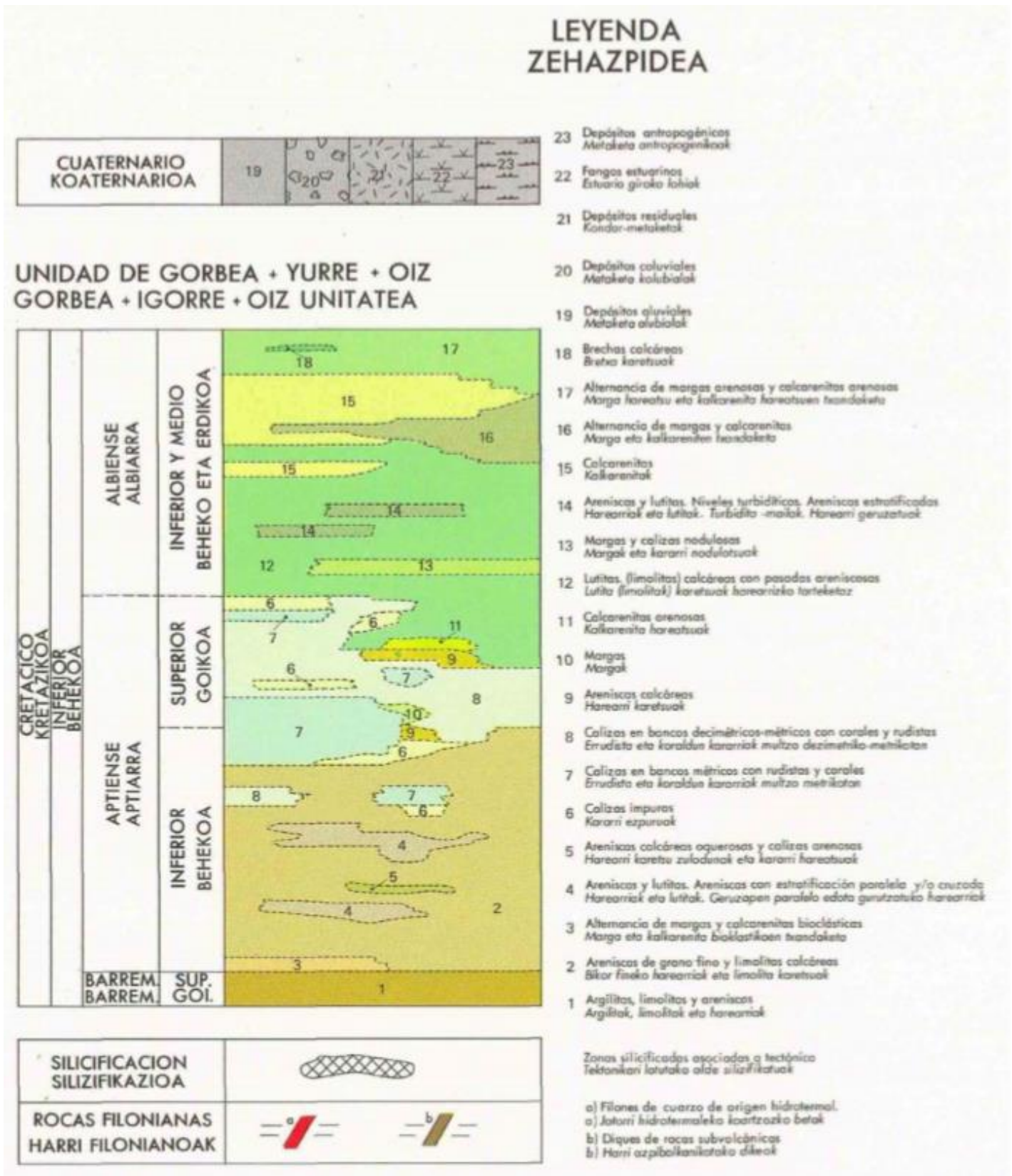


IMAGEN 3. "LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO DEL PAÍS VASCO (EVE) ZONA DE SANTURTZI (HOJA 61-I)"

2.2 ENTORNO GEOLOGICO LOCAL

Los materiales existentes en el subsuelo de la zona de estudio están constituidos por formaciones mesozoicas que pertenecen al Cretácico Inferior, concretamente al Albiense. Estos materiales, se encuentran recubiertos por depósitos cuaternarios, que son los rellenos antropogénicos.

A continuación, se expondrán los materiales mencionados existentes en el subsuelo del área de estudio:

- **Albiense (Complejo Urganiano)**

Estos materiales están formados por margas oscuras, más o menos arenosas, fuertemente esquistosadas en la banda septentrional. Con estos estratos se alternan centi a decimétricos de turbiditas silíceas. Son muy frecuentes los niveles de inestabilidad de tipo “slump” y los horizontes de pequeños nódulos carbonatados.

Se hallan afectadas un gran número de fallas que dislocan sus afloramientos, que debido a su aparición en la serie, provoca mayor discontinuidad aparente vertical y horizontal.

- **Cuaternario**

Estos, aparecen recubriendo el macizo rocoso donde existen depósitos de origen antropogénico poco potentes.

Desde el punto de vista estructural, no se han detectado mediante las investigaciones realizadas la presencia de estructuras geológicas tales como plegamientos de gran escala o fallas que pudieran afectar de algún modo a la cimentación de la futura obra.

3. GEOTECNIA

En este apartado, se definen las características geotécnicas de los materiales, en función de las prospecciones realizadas (ensayos penetración dinámica superpesada y sondeo mecánica a rotación) así como del reconocimiento in situ de los materiales aflorantes y susceptibles de aparecer en profundidad.

3.1 CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DEL SUBSUELO

Se describen detalladamente los materiales identificados, comenzando por los más superficiales y progresando en profundidad. En la zona de estudio, se ha detectado la presencia de dos niveles geotécnicamente diferenciables: una capa superficial de rellenos heterogéneos, y el sustrato rocoso de la zona.

A continuación, se explicarán estos materiales del subsuelo:

- **Nivel I: Rellenos heterogéneos**

Este nivel forma la capa más superficial de la zona estudiada, muestra un espesor de entre 0,10 m y 6,95 m y está constituida por gravas y bolos carbonatados subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de la zona.

- **Nivel II: Sustrato rocoso**

Aparece a profundidades comprendidas entre 0,10 m y 6,95 m. Se trata de margas ligeramente meteorizadas a sanas (grado de meteorización II a I) de color gris. Se observan venas esporádicas de calcita blanca.

En este nivel se han realizado una serie de ensayos cuyos resultados se adjuntan a continuación:

ENSAYOS REALIZADOS	SM-2 (7,50-7,80 m)	SM-3 (9,00-9,25 m)	SM-5 (5,40-5,60 m)
Descripción	Margas	Margas	Margas
Humedad (%)	0,79	0,67	0,63
Densidad aparente (T/m³)	2,683	2,667	2,671
Compresión simple (kp/cm²)	255	367	371

TABLA 7. "ENSAYOS DE LA ZONA DE ESTUDIO"

La calidad del sustrato rocoso se obtiene a partir del cálculo del R.Q.D. El índice de calidad R.Q.D. se basa en la recuperación modificada del testigo que, a su vez, depende del número de fracturas y del grado de debilitamiento o alteración del macizo rocoso, según se puede observar por los testigos extraídos en un sondeo. En lugar de contar las fracturas, se obtiene una medida indirecta sumando la longitud total del testigo, pero considerando únicamente aquellos trozos de longitud igual o superior a 10 cm en su estado sano o compacto.

Este índice se ha determinado para este nivel y en cada sondeo, presentando los siguientes valores:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN TESTIGO	ÍNDICE RQD	CALIDAD
SM-1	2,20 – 3,30	100	95	Excelente
SM-1	3,30 – 3,50	100	0	Muy mala
SM-1	3,50 – 10,00	100	95	Excelente
SM-2	6,95 – 10,00	100	85	Buena
SM-3	0,10 – 3,20	100	50	Media
SM-3	3,20 – 10,00	100	95	Excelente
SM-4	2,50 – 3,30	100	0	Muy mala
SM-4	3,30 – 10,00	100	90	Buena
SM-5	4,00 – 10	100	95	Excelente

TABLA 8. "VALORES DE LA CALIDAD DEL SUSTRATO ROCOSO DE LA ZONA ESTUDIADA"

Por su parte para el coeficiente de balasto (K₃₀), igualmente según la tabla que se adjunta recogida en el Código Técnico de la Edificación (DB-SE-C), se puede considerar un valor K₃₀ = 3.000 MN/m³.

Tipo de suelo	K₃₀ (MN/m³)
Arcilla blanda	15 – 30
Arcilla media	30 – 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa compacta	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5.000
Rocas sanas	>5.000

TABLA 9. "VALORES ORIENTATIVOS DEL COEFICIENTE DE BALASTO, K₃₀ (CTE)"

En resumen, tras el análisis e interpretación de los resultados en ensayos in situ de laboratorio sobre la muestra analizada, así como el análisis geológico-geotécnico de la parcela, se recomienda la utilización de los siguientes valores como parámetros geotécnicos y geo mecánicos para la caracterización de este nivel:

PARAMETROS GEOTECNICOS	Nivel I: Rellenos heterogéneos	Nivel II: Sustrato rocoso
Densidad aparente (γ_{ap})	2 T/m ³	2,6 T/m ³
Cohesión del terreno (c')	0	20 T/m ²
Angulo de rozamiento interno (φ')	30º	25º
Coefficiente de balasto (K_{30})	3.000 MN/m ³	3.000 MN/m ³
Permeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁹ m/s.	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁹ m/s.

TABLA 10. "RESUMEN DE LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS OBTENIDOS"

Al final de este anejo se añadirá la documentación completa del informe geotécnico redactado por la empresa "Demuporsa", donde aparecerán los datos obtenidos más detallados y el proceso que se ha seguido para la obtención de estos.

APENDICE 1:

PLANO GEOLÓGICO

LEYENDA

TERCIARIO INFERIOR

TERCIARIO SUPERIOR

ZONA NE

ZONA CENTRO MERIDIONAL

ZONA SO (SORBÓN)

COMPLEJO VULCANICO-SEDIMENTARIO

CRETACEO

JURASICO

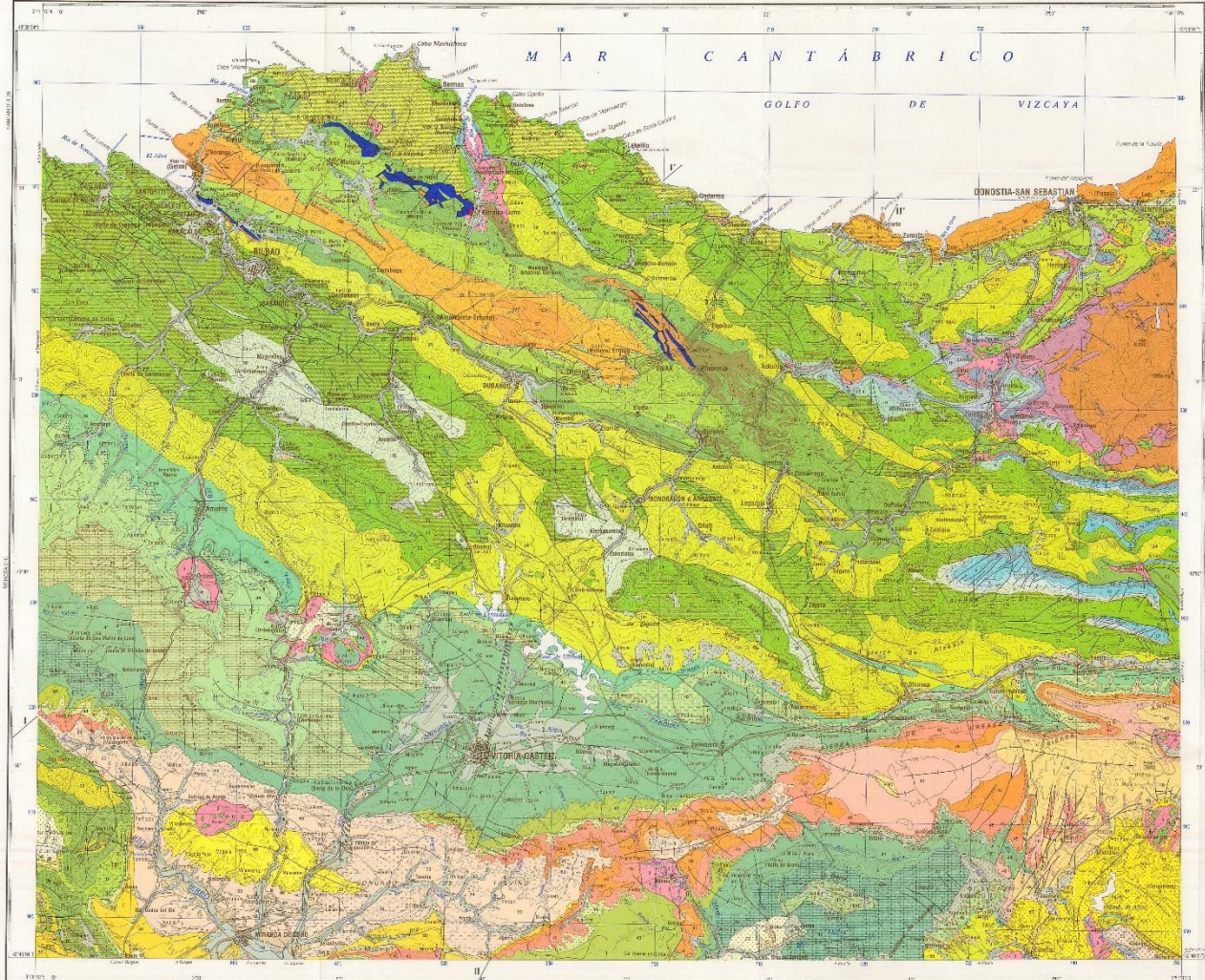
TRIASICO

FERRICO

CARBONIFERO

DEVONICO

1. Arenas y arenas con limo
2. Arcillas y limos
3. Arcillas y limos con arenas
4. Arcillas y limos con arenas y arenas
5. Arcillas y limos con arenas y arenas
6. Arcillas y limos con arenas y arenas
7. Arcillas y limos con arenas y arenas
8. Arcillas y limos con arenas y arenas
9. Arcillas y limos con arenas y arenas
10. Arcillas y limos con arenas y arenas
11. Arcillas y limos con arenas y arenas
12. Arcillas y limos con arenas y arenas
13. Arcillas y limos con arenas y arenas
14. Arcillas y limos con arenas y arenas
15. Arcillas y limos con arenas y arenas
16. Arcillas y limos con arenas y arenas
17. Arcillas y limos con arenas y arenas
18. Arcillas y limos con arenas y arenas
19. Arcillas y limos con arenas y arenas
20. Arcillas y limos con arenas y arenas
21. Arcillas y limos con arenas y arenas
22. Arcillas y limos con arenas y arenas
23. Arcillas y limos con arenas y arenas
24. Arcillas y limos con arenas y arenas
25. Arcillas y limos con arenas y arenas
26. Arcillas y limos con arenas y arenas
27. Arcillas y limos con arenas y arenas
28. Arcillas y limos con arenas y arenas
29. Arcillas y limos con arenas y arenas
30. Arcillas y limos con arenas y arenas
31. Arcillas y limos con arenas y arenas
32. Arcillas y limos con arenas y arenas
33. Arcillas y limos con arenas y arenas
34. Arcillas y limos con arenas y arenas
35. Arcillas y limos con arenas y arenas
36. Arcillas y limos con arenas y arenas
37. Arcillas y limos con arenas y arenas
38. Arcillas y limos con arenas y arenas
39. Arcillas y limos con arenas y arenas
40. Arcillas y limos con arenas y arenas
41. Arcillas y limos con arenas y arenas
42. Arcillas y limos con arenas y arenas
43. Arcillas y limos con arenas y arenas
44. Arcillas y limos con arenas y arenas
45. Arcillas y limos con arenas y arenas
46. Arcillas y limos con arenas y arenas
47. Arcillas y limos con arenas y arenas
48. Arcillas y limos con arenas y arenas
49. Arcillas y limos con arenas y arenas
50. Arcillas y limos con arenas y arenas
51. Arcillas y limos con arenas y arenas
52. Arcillas y limos con arenas y arenas
53. Arcillas y limos con arenas y arenas
54. Arcillas y limos con arenas y arenas
55. Arcillas y limos con arenas y arenas
56. Arcillas y limos con arenas y arenas
57. Arcillas y limos con arenas y arenas
58. Arcillas y limos con arenas y arenas
59. Arcillas y limos con arenas y arenas
60. Arcillas y limos con arenas y arenas
61. Arcillas y limos con arenas y arenas
62. Arcillas y limos con arenas y arenas
63. Arcillas y limos con arenas y arenas
64. Arcillas y limos con arenas y arenas
65. Arcillas y limos con arenas y arenas
66. Arcillas y limos con arenas y arenas
67. Arcillas y limos con arenas y arenas
68. Arcillas y limos con arenas y arenas
69. Arcillas y limos con arenas y arenas
70. Arcillas y limos con arenas y arenas
71. Arcillas y limos con arenas y arenas
72. Arcillas y limos con arenas y arenas
73. Arcillas y limos con arenas y arenas
74. Arcillas y limos con arenas y arenas
75. Arcillas y limos con arenas y arenas
76. Arcillas y limos con arenas y arenas
77. Arcillas y limos con arenas y arenas
78. Arcillas y limos con arenas y arenas
79. Arcillas y limos con arenas y arenas
80. Arcillas y limos con arenas y arenas
81. Arcillas y limos con arenas y arenas
82. Arcillas y limos con arenas y arenas
83. Arcillas y limos con arenas y arenas
84. Arcillas y limos con arenas y arenas
85. Arcillas y limos con arenas y arenas
86. Arcillas y limos con arenas y arenas
87. Arcillas y limos con arenas y arenas
88. Arcillas y limos con arenas y arenas
89. Arcillas y limos con arenas y arenas
90. Arcillas y limos con arenas y arenas
91. Arcillas y limos con arenas y arenas
92. Arcillas y limos con arenas y arenas
93. Arcillas y limos con arenas y arenas
94. Arcillas y limos con arenas y arenas
95. Arcillas y limos con arenas y arenas
96. Arcillas y limos con arenas y arenas
97. Arcillas y limos con arenas y arenas
98. Arcillas y limos con arenas y arenas
99. Arcillas y limos con arenas y arenas
100. Arcillas y limos con arenas y arenas



ESQUEMA DEL MODELO DE DISTRIBUCION DE FACIES DESDE EL ALBIENSE MEDIO AL PALEOGENO



SIGNOS CONVENCIONALES

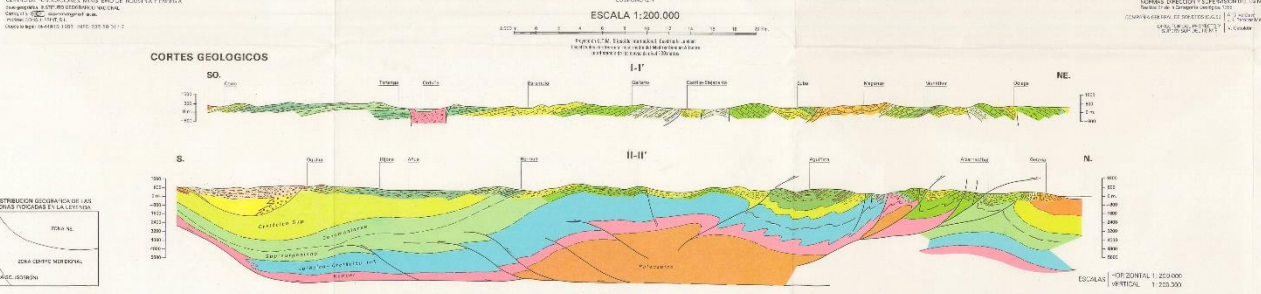
1. Referencia Mapa Nacional y Mapa Militar 1:50.000

2. División Administrativa

3. Distribución Geográfica de las Zonas Tectónicas y Geológicas

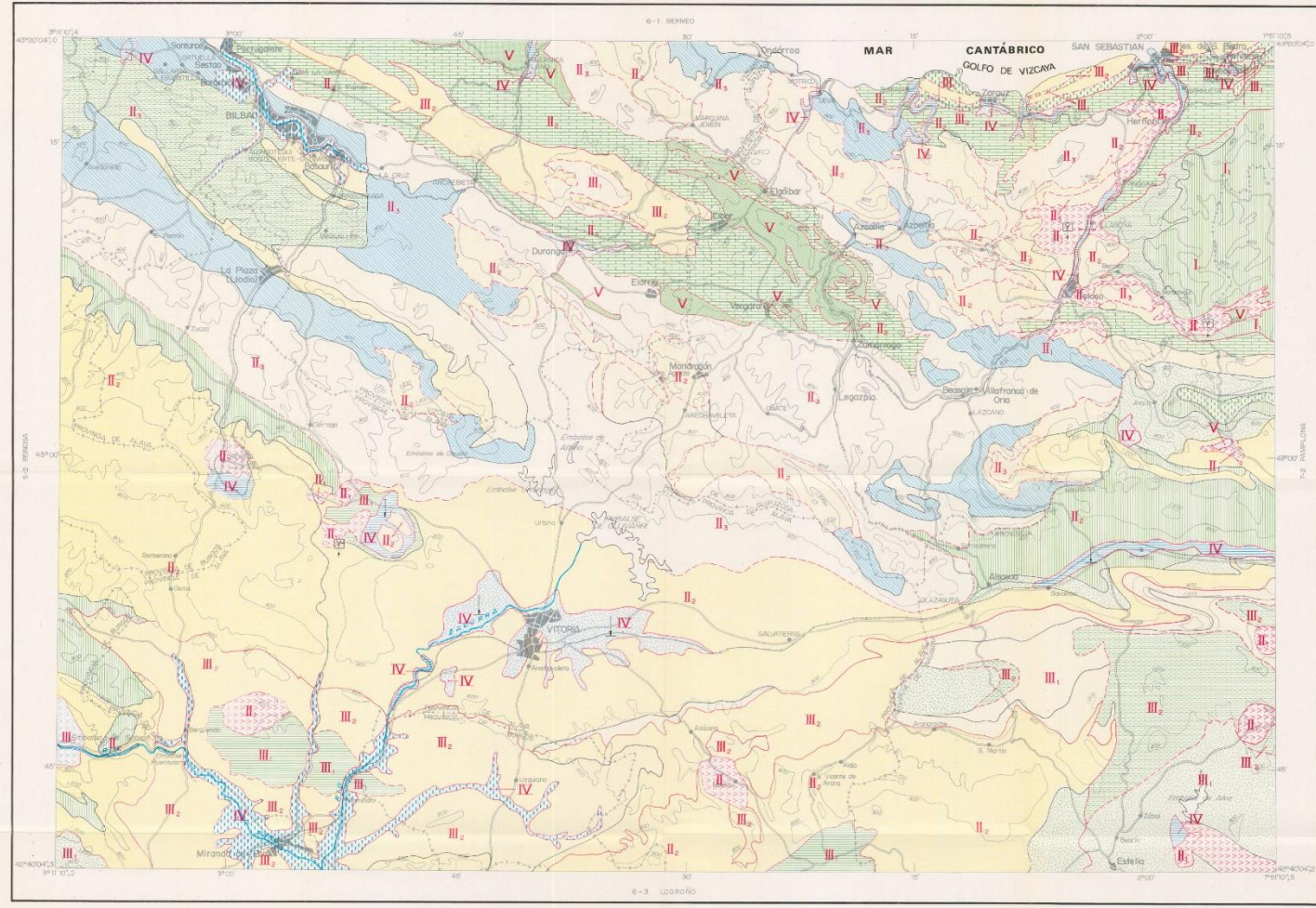
4. Zona Centro Meridional

5. Zona Sorboniense



APENDICE 2:

PLANO GEOTÉCNICO GENERAL



REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I MACIZO CINCO VILLAS	I ₁	Esta área corresponde al límite occidental del Maso de las Cinco Villas. Litológicamente el Área está formada por una potente serie paleozoica y permocarbónica de areniscas, areniscas, margas y calizas. El Área es morfológicamente elevada, y sus materiales son sanos, con drenaje vertical; sus características mecánicas son favorables.
	II ₁	Esta Área está constituida por pequeñas afloramientos de formaciones Neógenas; estos materiales aparecen totalmente cubiertos por un suelo meso-epifenérico de potencia variable. Corresponde a zonas destruidas y litológicamente está formada por areniscas, margas, oligocénicas, yesos y sal gemas. Sus materiales son impermeables con drenaje deficiente y sus características mecánicas no son favorables.
II MESOZOICO TECTONIZADO	II ₂	El Área está constituida por una serie calcárea-margosa, en la que se incluyen calizas arenolías masivas, dolomías, calizas margosas y margas. Su morfología es variable y sus materiales son considerables. El drenaje se basan en sus tramos calizos y deficiente en los margosos. Sus condiciones mecánicas son favorables.
	III ₃	El Área está constituida por una serie calcárea de variada naturaleza y granulación. Sus condiciones de drenaje y permeabilidad de sus materiales son favorables, exceptuando los tramos de arcillas. Sus condiciones mecánicas son buenas.
III CUENAS MIOCENAS	III ₁	El Área está constituida por materiales calcáreo-margosos tectónicos irregularmente distribuidos. Formas morfológicas abruptas y se consideran en su mayor parte estables. Sus materiales son impermeables con un drenaje por filtración y escorrentía superficial activa. Sus condiciones mecánicas son de magnitud media.
	III ₂	El Área está constituida por formaciones calcáreas de diversa granularidad. Sus materiales son considerables estables y presentan morfologías variables. Son permeables con un drenaje favorable. Las condiciones mecánicas del Área son favorables.
IV CUATERNARIO	IV ₁	El Área está constituida por formaciones cuaternarias de distintos géneros y naturalezas. Disponen de materiales suaves, arenas, arcillas y gravas y su morfología es alta y ondulada. Drenaje vertical y características geotécnicas deficientes.
	V ₁	El Área está constituida por las formaciones volcánicas y subvolcánicas de la Hoja. Estas rocas son considerables estables y están distribuidas preferentemente por escorrentía poco activa. Las condiciones mecánicas son favorables.

TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E 1:200.000

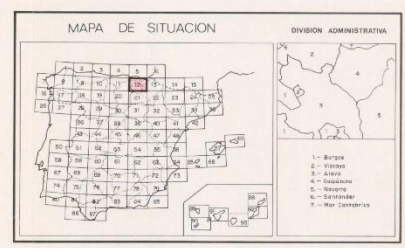
Escala = 1:200.000

CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS TIPO EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS TIPO	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS TIPO	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS TIPO	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy favorables	Litológico	Litológico y Geomorfológico	Litológico, Geomorfológico y Hidrológico	Litológico, Geomorfológico y Geotécnico	De capacidad de carga	Yeso Y
Favorables	Geomorfológico	Litológico y Hidrológico	Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	Litológico, Geomorfológico y Hidrológico (p.d.)	De Asentamiento	
Aceptables	Hidrológico	Litológico y Geomorfológico	Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Presencia de sulfatos	
Desfavorable	Geotécnico	Litológico y Geotécnico (p.d.)	Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)		

LEYENDA

C. CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	C. CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	C. CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	C. CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
Problemas de tipo Geomorfológico	Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)
Problemas de tipo Hidrológico	Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico y Hidrológico	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)
Problemas de tipo Geomorfológico y Hidrológico	Problemas de tipo Geomorfológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico y Geotécnico (p.d.)	Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d.)



APENDICE 3:

DOCUMENTACIÓN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE PORTUGALETE

INDICE

1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO Y ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE LA PARCELA

1.1.1 OBJETO

1.1.2 AGENTES

1.1.3 DATOS SOBRE LA PARCELA

1.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

1.2.1 NORMATIVA URBANÍSTICA

1.2.2 NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD

2 SERVICIOS AFECTADOS Y ACTUACIONES AL RESPECTO

2.1 TRABAJOS PREVIOS

2.1.1 ORDENACIÓN GENERAL

2.1.2 TOPOGRAFÍA

2.1.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

2.2 SERVICIOS EXISTENTES Y DEMOLICIONES

3 PLAZO DE EJECUCIÓN

4 SEGURIDAD Y SALUD

5 CONTROL DE CALIDAD

6 ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS

7 PLIEGO DE CONDICIONES

8 PRESUPUESTO

ANEXO 1: GESTIÓN DE RESIDUOS ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

MEMORIA

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

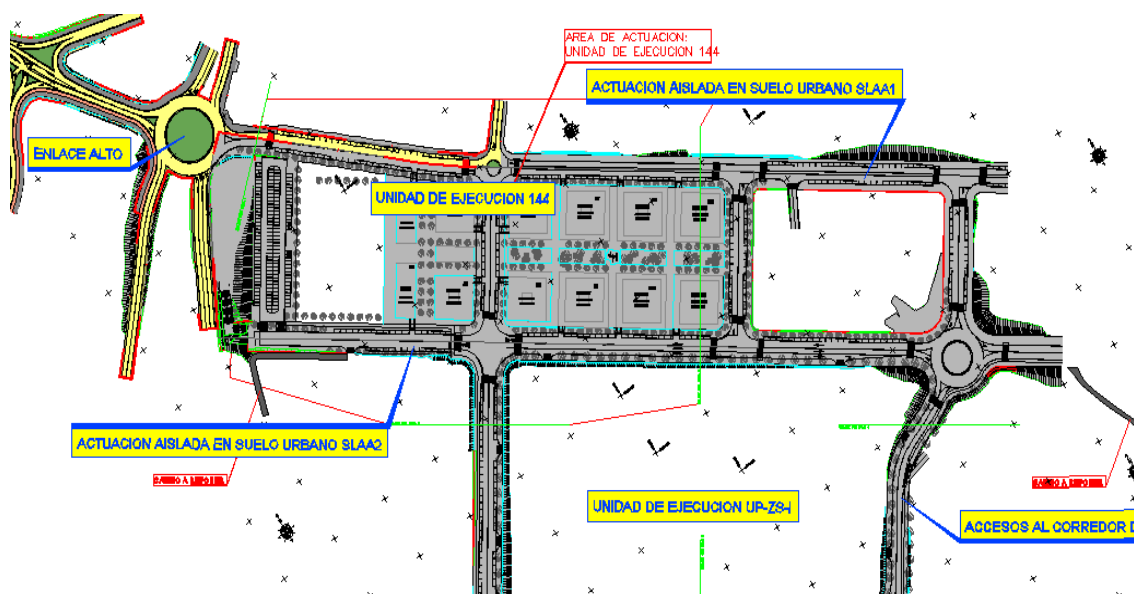
Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

1.1 OBJETO DEL PROYECTO Y ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE LA PARCELA

1.1.1 OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el acondicionamiento de la parcela en la que se edificará un complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia) y la adecuación de los servicios afectados por dichas obras.



La actuación se localiza en la parcela que figura en la Unidad de Ejecución 144 que se observa en el plano de ordenación inicialmente previsto por el Ayuntamiento (Plano O-3).

1.1.2 AGENTES

a) Promotor:

En enero de 2009 la sociedad pública DEMUPORSA (Deporte Municipal de Portugalete S.A.) publicó el Pliego de Cláusulas por el que se regiría el concurso convocado para la "Contratación del Servicio consistente en la Redacción del Proyecto de Ejecución y de la Dirección de las Obras de un complejo Deportivo en Portugalete (Bizkaia)" mediante procedimiento abierto.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

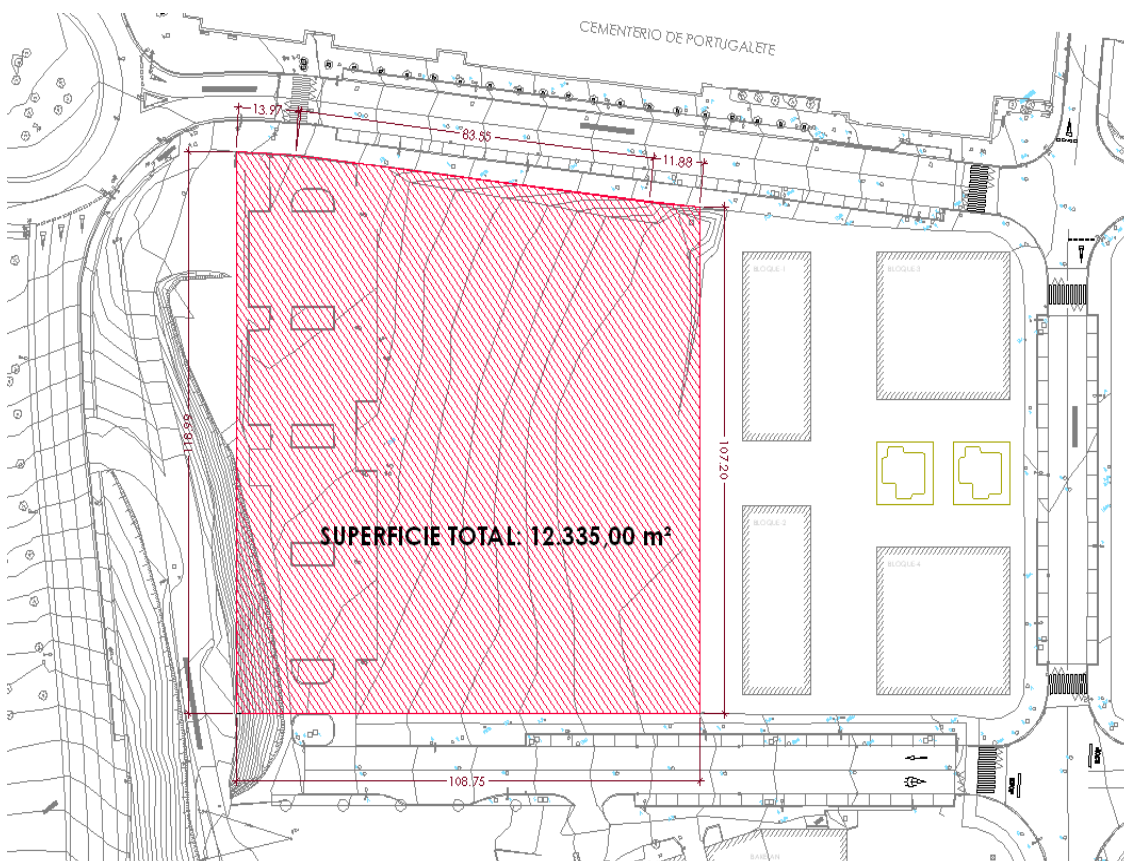
b) Proyectista:

El 15 de mayo de 2009 se produjo la firma del contrato por el que la empresa “EPTISA” con domicilio en la Avenida de Iparraguirre 82 – 1º, 48940 – Leioa (Bizkaia), se hacía cargo del desarrollo del trabajo, por medio del arquitecto Fernando Andrés Pérez que se presentó en la oportuna oferta dentro de su equipo de trabajo. El domicilio de este Técnico es el de la Calle Ramón Fort 15, 1º - 2, 28033 – Madrid.

El plazo ofertado fue de tres meses, que concluye el 17 de Agosto.

1.1.3 DATOS SOBRE LA PARCELA

El terreno objeto de la actuación es una parcela de forma aproximadamente rectangular y cuyos límites vienen dados por los siguientes elementos:



- a) Al Suroeste por la Avenida Ballonti convenientemente ajustada a la trama urbana en el reciente proyecto de urbanización.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

- b) Al Noreste por la calle Miguel de Unamuno.
- c) Al Noroeste por una franja de forma alargada con una anchura entre 20 y 30 m., que se extiende paralelamente a la carretera a Portugalete.
- d) Al Sureste por una zona de uso peatonal y de tráfico restringido que se ha generado en el reciente proyecto de urbanización de la zona.

La forma hemos dicho que es un rectángulo, pero en realidad se podría decir más exactamente que es un trapecio recto cuyo único lado inclinado sería la vía próxima al Cementerio. Los lados paralelos tienen 120,50 y 106,80 m., el correspondiente a la Avenida Ballonti es de 108,00 m y el próximo al Cementerio es casi idéntico (109,00 m.).

Las curvas topográficas descienden de un modo bastante uniforme hacia el lado mayor, que es el más bajo, y que es casi paralelo a la Gran Vía de Carlos VII. La superficie del terreno es de 12.335 m². Las zonas más altas se encuentran en el borde Sureste del terreno (cota 63,62 m.) y las más bajas, esquina contraria, en las 50,25 m.

Las pendientes de las calles perimetrales son las siguientes:

- a) Avenida Ballonti: 5,926 % (entre la 55,37 y la 61,67 m.).
- b) Calle Miguel de Unamuno: 7,700 % (entre la 51,90 y la 60,07 m.).
- c) La próxima a la carretera a Portugalete: 2,880 % (entre la 51,90 y la 55,37 m.).
- d) La próxima a la zona de viviendas: 1,498 % (entre la 60,07 y la 61,67 m.).

1.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras consisten en una excavación y acondicionamiento de la parcela y adecuación de los servicios. El presente proyecto se resume en las siguientes actuaciones:

- **DEMOLICIONES:**
 - Será preciso demoler la solera realizada para el aparcamiento previsto en la zona baja de la parcela y los conductos que sobran al reajustar las diversas redes y acometidas.
- **EXCAVACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA:**
 - Vaciar la capa de rellenos heterogéneos y margas de baja calidad.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

- Excavar con picador lo necesario hasta configurar la forma de la geometría donde poder apoyar las terrazas de soleamiento de las piscinas al aire libre y los graderíos de los padels.
- **ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS:**
 - Se hace referencia a esta adecuación en el apartado 2.2 del presente proyecto.

1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

1.2.1 NORMATIVA URBANÍSTICA

Los documentos que hacen requerimientos sobre el terreno que nos ocupa son los siguientes:

a) Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete:

Repasando el “Tomo 2: Normativa Urbanística”, encontramos las siguientes referencias:

- a.1) Dentro del “Título III: Régimen de los Usos”, y en concreto en el punto 4 del artículo 84 del capítulo 6, que regula el “Uso del Equipamiento” se explica que será una edificación de lo que denomina como “Tipología Aislada” por tratarse de una actuación sobre una manzana completa con las condiciones establecidas en la normativa particular para el uso de esa clase de dotación.
- a.2) En el artículo 83 del mismo capítulo se regula las condiciones del uso deportivo y de la posibilidad de incorporar locales de otra clase cuando se dice: “Podrá admitirse la implantación de usos complementarios, que sin predominar sobre el principal, contribuyan al buen funcionamiento social del mismo siempre que no se incumpla la normativa sectorial de compatibilidad con el uso principal y, en conjunto, no se supere el 35% de la ocupación total de las instalaciones”.
- a.3) En el artículo 124 se regula la “Edificabilidad”, y “Superficie Construida” (Anexo 1.3.3).
- a.4) En el punto 5 del artículo 84 del capítulo 6 se fija que “En las parcelas destinadas a equipamiento público cuando por las características propias del uso resulten inadecuadas las condiciones de edificación que les sean de aplicación podrá relevarse de su cumplimiento mediante la aprobación de un Estudio de Detalle, respetando, en todo caso las condiciones relativas a edificabilidad, ocupación y altura”.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

- a.4) Dentro del punto 7 del mismo artículo se precisa que: “Serán, en todo caso, de aplicación las condiciones de accesibilidad y supresión de barreras establecidas por la normativa autonómica”

1.2.2 NORMATIVA SOBRE ACCESIBILIDAD

Aparte de los documentos generales sobre accesibilidad no aplicables expresamente a nuestro caso, como la Ley 20/1997 de Presidencia del Gobierno para la “Promoción de la Accesibilidad” (de fecha 4 de diciembre), o el Real Decreto 505/2007 de Presidencia del Gobierno sobre “Condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos y edificaciones”, (de fecha 20 de abril de 2007), y lo contenido en el CTE, citaremos expresamente como más aplicables los siguientes documentos:

- Decreto 68/2000 de 11 de Abril (Consejería de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente) por el que se aprueban las “Normas Técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación”.
- Decreto 45/2005 de 01 de Marzo (Consejería de Vivienda y Asuntos Sociales) de modificación del Decreto 68/2000.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

2. SERVICIOS AFECTADOS Y ACTUACIONES AL RESPECTO

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

2 SERVICIOS AFECTADOS Y ACTUACIONES AL RESPECTO

2.1 TRABAJOS PREVIOS

Entre los “Trabajos Previos” indicados en el Pliego de Condiciones figuraban diversas obligaciones del adjudicatario como eran la recopilación de antecedentes y comprobación de datos de la “Cartografía y Topografía” y el diseño de la campaña para la realización del “Estudio Geológico – Geotécnico” en contrato independiente.

A la hora de entregar este documento comentaremos algunos aspectos.

2.1.1 ORDENACIÓN GENERAL

Localizado el plano de ordenación inicialmente previsto por el Ayuntamiento O-3 se observa que la parcela figuraba en la Unidad de Ejecución 144 quedando un aparcamiento al aire libre en una banda de terreno de 36,00 m. de anchura que recorría la parte más baja de la parcela.

Aprobado el Proyecto Básico se incorporó dicho terreno a la parcela pues si no se hiciera esto sería imposible incluir todo el programa solicitado. El aparcamiento pasó entonces a ocupar una posición bajo las instalaciones deportivas y así se aprobó por el Ayuntamiento.

En paralelo la urbanización de la Unidad de Ejecución 144 se movió entre la indefinición de lo que se haría en el Complejo Deportivo cuyo curso no estaba resuelto y la conveniencia de hacer el trazado del BIDE-GORRI por la Avenida Ballonti.

2.1.2 TOPOGRAFÍA:

Los planos topográficos del terreno facilitados por DEMUPORSA han sido suficientes para el desarrollo del trabajo (Véase el plano 04). Solo hemos tenido que obtener los planos de cotas del acabado definitivo de la zona de la urbanización externa situada al Sureste de la parcela, que es donde se encuentra el acceso principal al Complejo para poder coordinar mejor el diseño de los cerramientos perimetrales de dicho frente. (Véase el plano 05).

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

2.1.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO:

Del Estudio Geológico y Geotécnico se desprenden las siguientes conclusiones:

- Vaciar la capa de rellenos heterogéneos y margas de baja calidad.
- Excavar con picador lo necesario hasta configurar la forma de la geometría donde podamos apoyar las terrazas de soleamiento de las piscinas al aire libre y los graderíos de los padels.

Esta estrategia necesariamente supondrá una economía muy importante de costes de la obra sobre la cifra que figura en el presupuesto al ahorrarnos parte de la excavación y de la estructura de sustentación.

2.2 SERVICIOS EXISTENTES Y DEMOLICIONES

a) REDES DE LA URBANIZACIÓN:

- a.1) Viales:
Los planos 06 y 07 reflejan la situación de los viales y los elementos de ordenación del tráfico: señales, cruces, etc.
- a.2) Alumbrado Urbano:
El plano 08 nos indica el alumbrado de la zona.
- a.3) Basuras:
El plano 09 nos muestra el sistema de recogida neumática de basuras de las calles adyacentes. Hay dos puntos de acometida en los extremos de la calle de servicio a las instalaciones técnicas que podrían resultar útiles.
- a.4) Agua de Riego:
El plano 15.1 nos refleja el sistema actual de abastecimiento que discurre por las cercanías. En estos temas las dotaciones existentes son las siguientes:
 - o Abastecimiento de agua: 1 acometida por la Avenida Ballonti justo en el centro de la parcela.
 - o Riego: No hay acometida pero si bordean la parcela dos conductos de Ø 100.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

- a.5) Red eléctrica de Media y Baja Tensión:
El plano 10 informa al respecto. Hay un punto de enganche en la esquina sur de la parcela.
- a.6) Gas:
El plano 11 refleja la instalación actualmente prevista. Cuenta con dos conductos en las dos calles paralelas.
- a.7) Saneamiento - Fecales:
El plano 14.1 refleja las canalizaciones y acometidas en el entorno a la parcela:
 - o Canalización diámetro 315 mm que cruza la parcela.
 - o Diferentes conexiones en los laterales Noreste, Noroeste y Suroeste.
- a.8) Saneamiento-Pluviales:
El plano 13.1 refleja las canalizaciones y las acometidas en el entorno de la parcela.
 - o Canalización diámetro 800 mm que cruza la parcela.
 - o Diferentes conexiones en los laterales Noreste, Noroeste y Suroeste.
- a.9) Red Telefónica:
El plano 12 detalla la red existente. Hay dos acometidas en la esquina NE y en el centro del lateral del pabellón.

b) DESVÍOS Y REPOSICIONES DE SERVICIOS:

En consecuencia a todo lo visto hasta ahora procede modificar el trazado de las canalizaciones de pluviales y fecales, planos 13.2 y 14.2 y eliminar el ramal de abastecimiento que cruza la parcela plano 15.2.

c) DEMOLICIONES:

Será preciso también demoler la solera realizada para el aparcamiento previsto en la zona baja de la parcela y los muros de hormigón y escollera que contiene el aparcamiento y el talud actualmente.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

3. PLAZO DE EJECUCIÓN

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

3 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución será de **aproximadamente 3 meses** pudiendo verse ampliado debido a la influencia de la meteorología en este tipo de actuaciones.

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE - FASE 1. ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Id	Nombre de tarea	Duración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ACONDICIONAMIENTO PARCELA Y SERVICIOS	64 días														
2	Cierre de obra, implantación de casetas y ejecución de lavadero	2 sem.														
3	Derribo de solera de hormigón	3 días														
4	Derribo de muro de hormigón	2 días														
5	Derribo de muro de escollera	2 sem.														
6	Derribo de redes de saneamiento FASE 1	1 día														
7	Derribo de redes de abastecimiento	2 días														
8	Excavación de tierras	10 sem.														
9	Excavación roca	10 sem.														
10	Ejecución de red de pluviales	4 sem.														
11	Ejecución de red de fecales	3 sem.														
12	Derribo de redes de saneamiento FASE 2	7 días														
13																
14																
15	SEGURIDAD Y SALUD	64 días														
16		64 días														

Proyecto: Project1
 Fecha: lun 21/09/09

Tarea



Hito



Tareas externas



División



Resumen



Hito externo



Progreso



Resumen del proyecto



Fecha límite



4. SEGURIDAD Y SALUD

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

4 SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre (BOE nº 256 de 25/10/1997) por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión del Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Edificación y Obras Públicas, se adjunta a este proyecto un Estudio de Seguridad y Salud donde se establecen las directrices a seguir durante la ejecución de las obras, respecto a la prevención de riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales. Dicho estudio incluye también la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotada la obra.

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

5. CONTROL DE CALIDAD

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

5 CONTROL DE CALIDAD

Las obras del presente proyecto consisten en una excavación y acondicionamiento de la parcela y adecuación de los servicios. Por el carácter de las actuaciones no procede llevar a cabo control de calidad, puesto que básicamente consiste en demoliciones y excavación.

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

6. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

6 ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS

De acuerdo con el RD105/2008 del 1 de Febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se adjunta al presente proyecto el estudio correspondiente de gestión de residuos.

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

7. PLIEGO DE CONDICIONES

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

7 PLIEGO DE CONDICIONES

Como Documento nº 3 de este Proyecto se adjunta el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares normalizado por el ayuntamiento de Portugalete., que será de obligado cumplimiento para la ejecución de las obras que se proyectan.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

8. PRESUPUESTO

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

8 PRESUPUESTO

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material (sin Gastos Generales y Beneficio Industrial) del “Complejo deportivo en Portugalete – Fase 1. Acondicionamiento de la parcela y adecuación de los servicios”, a la cantidad de **OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS (854.634,39 €)**.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Contrata (incluido el 19% de Gastos Generales y Beneficio Industrial) del “Complejo deportivo en Portugalete – Fase 1. Acondicionamiento de la parcela y adecuación de los servicios”, a la cantidad de **UN MILLÓN DIECISIETE MIL CATORCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS (1.017.014,92 €)**.

Asciende el Presupuesto Base de Licitación (incluido el 19% de G.G. y B.I. y 16% IVA) del “Complejo deportivo en Portugalete – Fase 1. Acondicionamiento de la parcela y adecuación de los servicios”, a la cantidad de **UN MILLÓN CIENTO SETENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (1.179.737,31 €)**.

19 de Septiembre de 2009

FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
Arquitecto
Colegiado nº3.096 (COA Madrid)

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

ANEXO A LA MEMORIA

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

ANEXO A LA MEMORIA

ANEXO 1: GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

ANEXO 1: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS	6
3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS	8
4	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS	9
5	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS	11
6	PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN	12
7	PLIEGO DE CONDICIONES	13
8	PRESUPUESTO	14

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

1 INTRODUCCIÓN

A continuación se desarrolla un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs) para la obra "COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1 – ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACION DE LOS SERVICIOS" redactado para dar cumplimiento a las especificaciones del Art. 4.1. a). R. D. 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13/02/08), este estudio desarrolla el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto de proyecto.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente

El Adjudicatario de las obras de construcción se convertirá en Poseedor de RCDs, y quedará obligado a redactar un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs), y presentarlo a la propiedad. Este Plan de Gestión de RCDs deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la Propiedad.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

2 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS

Las obras consisten en una excavación y acondicionamiento de la parcela con la adecuación de los servicios existentes. El presente proyecto se resume en las siguientes actuaciones:

- **DEMOLICIONES**
 - Será preciso demoler la solera realizada para el aparcamiento previsto en la zona baja de la parcela y los conductos que sobran al reajustar las diversas redes y acometidas.

- **EXCAVACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA**
 - Vaciar la capa de rellenos heterogéneos y margas de baja calidad.
 - Excavar con picador lo necesario hasta configurar la forma de la geometría donde poder apoyar las terrazas de soleamiento de las piscinas al aire libre y los graderíos de los padels.

- **ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS:**
 - Desvió de las redes existentes en la parcela de saneamiento y abastecimiento.

A continuación se realiza una estimación de la cantidad de RCDs realizando la medición de la demolición y codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que los sustituya. [Artículo 4.1.a)1º].

Estimación del volumen de los RCD según el peso evaluado:

	Tn	d	V
TIPO DE RESIDUO	Toneladas de cada tipo de RCD	Densidad tipo	m ³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo			
1. Metales (CER 17 04 05)	5,68	1,50	3,78
2. Plástico (CER 17 02 03)	11,15	0,90	12,38
TOTAL			
RCD: Naturaleza pétreo			
1. Hormigón (CER 17 01 01)	1.513,20	2,2	687,81

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

Los residuos de metales corresponden con la red de abastecimiento existente de tubería de función de FD-300 con la que se realizara acopio para su posterior reutilización.

RCDs potencialmente peligrosos y otros: No se considera que en este proyecto exista residuos de este tipo.

RCDs procedentes de la excavación: las tierras y pétreos que no sean reutilizadas in situ o en exterior, en restauraciones o acondicionamientos, y que sean llevadas finalmente a vertedero tendrán la consideración de RCDs, y deberá por tanto tenerse en cuenta. Las cantidades se calculan con los datos de extracción previstos en proyecto:

Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	50.241 Tn	(1)

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

En el siguiente cuadro se señalan las medidas planteadas para la prevención de residuos en la obra objeto del Proyecto, medidas que deberán ser recogidas en el Plan de Gestión de RCDs:

	No se prevé operación de prevención alguna
	Estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales
x	Realización de demolición selectiva
	Utilización de elementos prefabricados de gran formato (paneles prefabricados, losas alveolares...)
	Las medidas de elementos de pequeño formato (ladrillos, baldosas, bloques...) serán múltiplos del módulo de la pieza, para así no perder material en los recortes;
	Se sustituirán ladrillos LERámicos por hormigón armado o por piezas de mayor tamaño.
	Se utilizarán técnicas constructivas “en seco”.
	Se utilizarán materiales “no peligrosos” (Ej. pinturas al agua, material de aislamiento sin fibras irritantes o CFC.).
	Se realizarán modificaciones de proyecto para favoreLER la compensación de tierras o la reutilización de las mismas.
	Se utilizarán materiales con “LERTificados ambientales” (Ej. tarimas o tablas de encofrado con sello PEFC o FSC).
	Se utilizarán áridos reciclados (Ej., para sub-bases, zahorras...), PVC reciclado ó mobiliario urbano de material reciclado....
	Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales con elementos de gran volumen o a granel normalmente servidos con envases.
	Otros (indicar)

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

4 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

A continuación se señalan las operaciones planteadas de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en la obra objeto del Proyecto, operaciones que deberán ser recogidas en el Plan de Gestión de RCDs:

Operación prevista	Destino previsto
No se prevé operación de reutilización alguna	
<input checked="" type="checkbox"/> Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Propia obra
<input checked="" type="checkbox"/> Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	Externo (1)
Reutilización de materiales cerámicos	
Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
Reutilización de materiales metálicos	
Otros (indicar)	

(1) El destino externo se determinará en el Plan de Gestión de los RCDs.

Previsión de operaciones de valoración "in situ" de los residuos generados.

<input type="checkbox"/>	No se prevé operación alguna de valoración "in situ"
<input type="checkbox"/>	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
<input type="checkbox"/>	Recuperación o regeneración de disolventes
<input type="checkbox"/>	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
<input checked="" type="checkbox"/>	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
<input type="checkbox"/>	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
<input type="checkbox"/>	Regeneración de ácidos y bases
<input type="checkbox"/>	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
<input type="checkbox"/>	Acumulación de residuos para su tratamiento según Anexo II.B Decisión Comisión 96/350/CE.
<input type="checkbox"/>	Otros (indicar)

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ"

RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino
x	Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
x	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
x	Metales: cobre, bronce, latón, hierro, alERo,...., mezclados o sin mezclar	Reciclado	Gestor autorizado Residuos No Peligrosos
x	Papel , plástico, vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Yeso		
RCD: Naturaleza pétreo			
x	Residuos pétreos trituradas distintos del código 01 04 07		Planta de Reciclaje RCD
x	Residuos de arena, arcilla, hormigón,...	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
x	Ladrillos, y materiales LERámicos	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD x
	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD RCD:
Potencialmente peligrosos y otros			
x	Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
	Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	
	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	
	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
x	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	Tratamiento / Depósito	
	Tubos fluorescentes	Tratamiento / Depósito	
	Pilas alcalinas, salinas y pilas botón	Tratamiento / Depósito	
x	Envases vacíos de plástico o metal contaminados	Tratamiento / Depósito	
x	Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...	Tratamiento / Depósito	
	Baterías de plomo	Tratamiento / Depósito	

En el presente Estudio de Gestión de RCDs se plantea que todos los RCDs sean enviados a vertederos autorizados por la Dirección de Calidad Ambiental del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco.

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

5 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Los RCDs generados en la obra se separarán en las siguientes fracciones:

- Hormigón.
- Metal.
- Plástico.

La separación en fracciones y su almacenaje provisional (acopio) se llevará a cabo dentro de la propia obra.

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

6 PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN

En este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición se adjunta un plano con la ubicación de los contenedores para las distintas fracciones de RCDs.

Posteriormente, este plano podrá ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

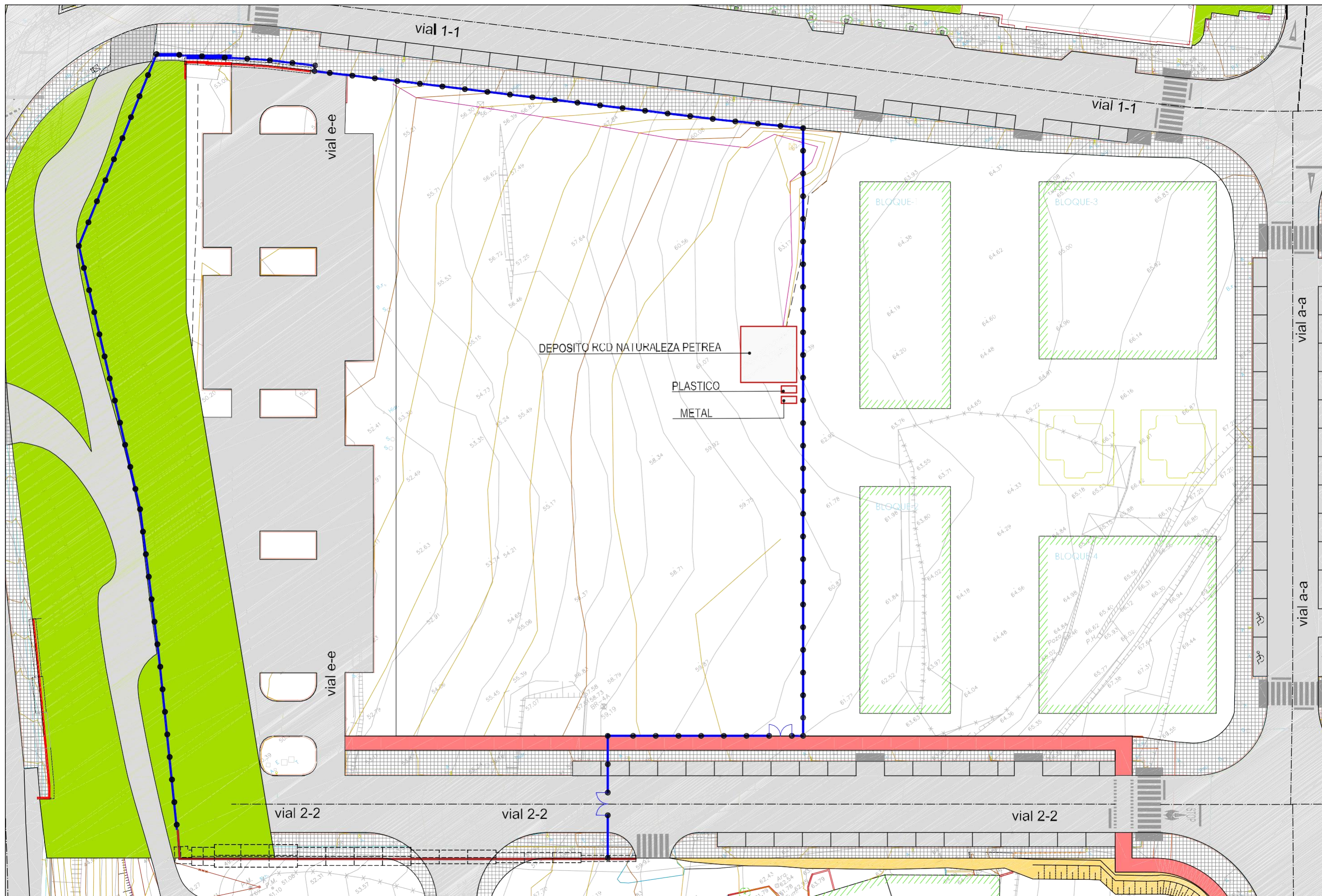
**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia



FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
 ARQUITECTO
 C/ Ramón Fort 15, 1º - 28033 Madrid
 Tlf. 91 383 14 54 - Fax 91 302 75 01
 oficina@fandres.es



EL PRESENTE DOCUMENTO ES COPIA DE SU ORIGINAL DEL QUE SON AUTORES EPTISA, SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A. Y FERNANDO ANDRÉS PÉREZ. SU UTILIZACIÓN TOTAL O PARCIAL, ASÍ COMO CUALQUIER REPRODUCCIÓN O CESIÓN A TERCEROS, REQUERIRÁ LA PREVIA AUTORIZACIÓN EXPRESA DE SUS AUTORES, QUEDANDO EN TODO CASO PROHIBIDA CUALQUIER MODIFICACIÓN UNILATERAL DEL MISMO.

GESTIÓN DE RESIDUOS

COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE. ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACION DE LOS SERVICIOS.



DEPORTIVA MUNICIPAL DE PORTUGALETE S.A. DEMUPORSA

GESTION RESIDUOS
 ZONAS DE ALMACENAJE

ESCALA

1/600
 AGOSTO 2009

01

7 PLIEGO DE CONDICIONES

En relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

	<p>El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.</p>
x	<p>El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>
x	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.</p>
x	<p>En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.</p>
x	<p>Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
x	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.</p>
x	<p>La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales. Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombros".</p>
x	<p>Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.</p>
x	<p>Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.</p>
x	<p>Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.</p>
	<p>Otros (indicar)</p>

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

8 PRESUPUESTO

Tipo de RCD	Estimación RCD en Tn	Coste gestión en €/Tn planta, vertedero, gestor autorizado	Importe €
TIERRAS Y PETREOS DE LA EXCAVACION	50.241	-	(1)
DE NATURALEZA NO PETREA	11,15	21	234,15 €
DE NATURALEZA PETREA	1.513.20	15,3	23.151,96 €
POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS	0		€
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL			23.386,11 €⁽²⁾

(1) El coste de gestión de residuos de tierras y pétreos de la excavación no se incluye en este presupuesto ya que queda incluido en el presupuesto del capítulo de Movimiento de Tierras del Proyecto de Ejecución.

(2) En este precio se incluye tanto las labores de gestión de RCDs en la obra (instalación de contenedores, acopio de RCDs, etc), como el transporte de los mismos al vertedero de San Marcos, y el canon de vertido de RCDs del propio vertedero.

19 de Septiembre de 2009

FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
Arquitecto
Colegiado nº3.096 (COA Madrid)

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ
C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

ANEXO 2: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

**COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE – FASE 1
ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA Y ADECUACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Arquitecto: FERNANDO ANDRÉS PÉREZ

C/. Ramón Fort, 13-15, 1º Tel. 91 383 14 54 - Fax: 91 302 75 01 e-mail:oficina@fandres.es 28033 - Madrid

EPTISA

Avda. Iparraguirre 82, 1º Tel. 94 480 62 25 - Fax: 94 46 93 21 e-mail:paisvasco@eptisa.com 48940 - Leioa – Bizkaia

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo
Portugalete (Bizkaia)

EP093006-10

Agosto 2009

	EUSKADIKO GEOLOGOEN ELKARGO OFIZIALA ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEÓLOGOS DEL PAÍS VASCO Con Seguro de Responsabilidad Civil Erantzukizun Zibileko Aseguruarekin	
VISADO/BAIMENA		
Fecha/ Data: 02/09/09	Folio/ Orria: 489.10322	Num. Zkia: 4010
Colegiado/ Elkargokidea: <i>Angela Gómer Poo "etel"</i>		El Secretario/Idazkaria:
Inscrito con el N°/ Inskripzio Zkia: 5505		



eptisa

INDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. TRABAJOS REALIZADOS	5
2.1 TRABAJOS DE CAMPO	5
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	9
3. GEOLOGÍA	12
3.1 MARCO GEOLÓGICO	12
3.2 ESTRATIGRAFÍA	15
3.3 TECTÓNICA	16
3.4 EFECTOS SÍSMICOS	17
4. GEOTECNIA	18
4.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	18
4.2 EXCAVACIONES	21
4.3 CIMENTACIONES Y RECOMENDACIONES	27
5. CONCLUSIONES	29

ANEJOS

Anejo nº 1: PLANO DE SITUACIÓN DE TRABAJOS REALIZADOS.

Anejo nº 2: COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DE LA TESTIFICACIÓN OBTENIDA.

Anejo nº 3: DIAGRAMAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN (2006).

Anejo nº 4: PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS.

Anejo nº 5: ENSAYOS DE LABORATORIO.

1. ANTECEDENTES

El **AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE** ha solicitado a Eptisa la realización de un **Estudio Geológico-Geotécnico** para la construcción de un complejo deportivo junto al Centro Comercial Ballonti.

Según la información proporcionada a Eptisa, se trata de un bloque con dos plantas de sótano, planta baja, y cuatro alturas más, con una superficie en planta de 110 x 62 m. Así, la construcción se cataloga como de tipo C2 (construcciones de entre 4 y 10 plantas), y el terreno como tipo T1 (terrenos favorables) según el Código Técnico de la Edificación.

El objetivo de los trabajos consiste en determinar las características geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo, así como analizar la excavabilidad, la carga admisible y la tipología de cimentación más adecuadas.

Para conseguir alcanzar estos objetivos se ha llevado a cabo una campaña consistente en **cinco (5) sondeos mecánicos**.

Además se ha medido el nivel de agua existente en el interior de los sondeos, y se ha analizado la potencial agresividad de suelos al hormigón de los elementos de cimentación.

Asimismo, se han programado una serie de ensayos de laboratorio sobre muestras tomadas en los sondeos, cuyos resultados permitirán estimar cuantitativamente los parámetros geotécnicos de los distintos materiales.

A continuación se resumen los trabajos realizados así como las conclusiones y recomendaciones que se deducen de los mismos.

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos han consistido en la realización de una inspección de la zona desde el punto de vista Geológico-Geotécnico, así como en la realización de cinco sondeos mecánicos.

2.1.1 Sondeos mecánicos

Se han llevado a cabo **cinco (5)** sondeos mecánicos a rotación con extracción continua de testigo, mediante una máquina de sondeos tipo ROLATEC RL-48. Las profundidades alcanzadas se recogen a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
SM-1	10,00
SM-2	10,00
SM-3	10,00
SM-4	10,00
SM-5	10,00

Durante su ejecución se han llevado a cabo ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.). El ensayo consiste en la introducción en el terreno de un tomamuestras bipartido normalizado para este ensayo.

Como energía de impacto se utiliza una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 75 cm.

Para su realización se contabilizan los golpes necesarios para la hincada de 45 cm en tres intervalos de 15 cm. El número S.P.T. (N_{SPT}) viene definido por la suma de los dos últimos intervalos, ya que se considera que en los primeros 15 cm el sondeo puede estar alterado.

Los resultados se recopilan a continuación:

SONDEO	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN	N _{SPT}
SM-2	3,00 – 3,60	Rellenos heterogéneos	21
SM-5	3,00 – 3,60	Rellenos heterogéneos	15

Toma de muestras

Asimismo, durante la realización de los sondeos, se ha procedido a la toma de las siguientes muestras:

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN
SM-1	TP	5,00 – 5,40	Margas
SM-2	TP	7,50 – 7,80	Margas
SM-3	TP	9,00 – 9,25	Margas
SM-4	TP	3,50 – 3,80	Margas
SM-5	TP	5,40 – 5,60	Margas

Siendo:

TP: Testigo parafinado

Medidas del nivel de agua

Tras la ejecución de los sondeos mecánicos se colocó tubería piezométrica para el control del nivel freático. Se achicó el agua de perforación y a continuación se procedió a la toma de medidas, sin detectar presencia de nivel freático.

La situación de los sondeos está reflejada en el Anejo nº 1: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS, mientras que en el Anejo nº 2 COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DE LA TESTIFICACIÓN OBTENIDA se pueden observar las columnas litológicas de los mismos.

2.1.2 Ensayos de penetración

En este apartado se incluyen dos ensayos de penetración realizados por Eptisa en 2006 para la redacción del estudio geotécnico de los bloques 1 y 2 de VPO presentes al Este de la zona estudiada. Mediante un penetrómetro tipo D.P.S.H. se realizaron **dos (2)** ensayos de penetración dinámica continua.

El ensayo consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para introducir en el terreno una puntaza normalizada, en intervalos de 20 cm, golpeada por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm.

Las profundidades alcanzadas fueron las siguientes:

PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD (m)
P-4	2,00
P-7	2,20

La situación de los ensayos de penetración está reflejada en el Anejo nº 1: PLANO DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS, mientras que en el Anejo nº 3 se pueden observar los diagramas de resultados de los mismos.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se han realizado sobre muestras recogidas en los sondeos, con el objeto de obtener datos sobre los materiales existentes en el subsuelo. En este caso, los ensayos que se han considerado necesarios son los siguientes:

SONDEO	TIPO MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ENSAYOS
SM-2	TP	7,50 – 7,80	H-D-CS-AGR
SM-3	TP	9,00 – 9,25	H-D-CS
SM-5	TP	5,40 – 5,60	H-D-CS

Siendo:

H: Humedad

D: Densidad/es

CS: Compresión simple

AGR: Agresividad de la roca al hormigón

En las páginas siguientes se adjuntan unas tablas resumen de los resultados obtenidos. Las partes de los ensayos se adjuntan en el Anejo nº 5 ENSAYOS DE LABORATORIO.

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO. ROCA

REFERENCIAS		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE MUESTRA	HUMEDAD (%)	DENSIDAD APARENTE (T/m ³)	LITOLOGÍA	COMPRESIÓN SIMPLE (kp/cm ²)
SM-2	7,50 – 7,80	TP	0,79	2,683	Margas	255
SM-3	9,00 – 9,25	TP	0,67	2,667	Margas	367
SM-5	5,40 – 5,60	TP	0,63	2,671	Margas	371

CUADRO RESUMEN: RESULTADOS ENSAYOS DE AGRESIVIDAD DE LA ROCA AL HORMIGÓN

MUESTRA SM-2 7,50 – 7,80 m	RESULTADOS	TIPO DE EXPOSICIÓN		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DÉBIL	ATAQUE MEDIO	ATAQUE FUERTE
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	0,0	> 200	(*)	(*)
Contenido en sulfatos (mg/kg)	366,08	2.000-3.000	3.000-12.000	> 12.000
AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		No agresivo		

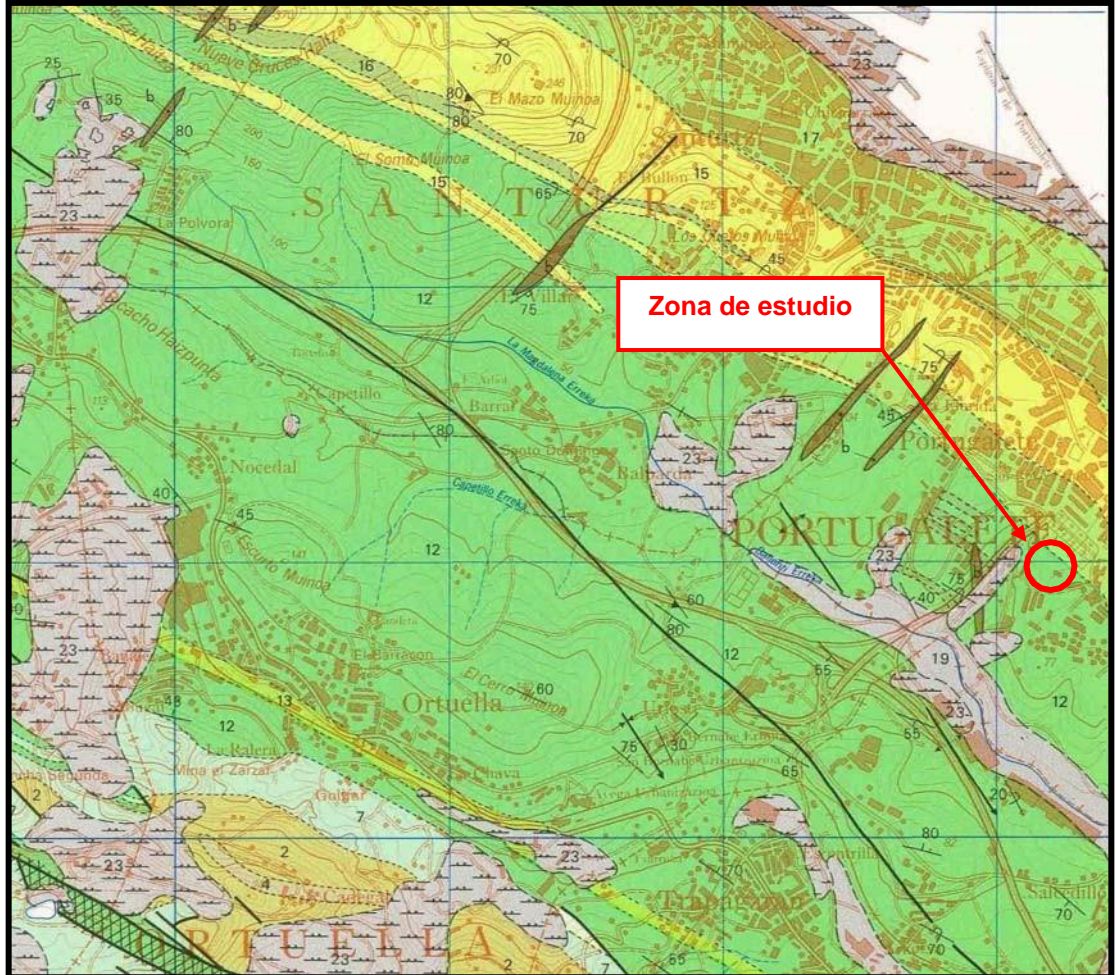
(*) Estas condiciones no se dan en la práctica.

3. GEOLOGÍA

3.1 MARCO GEOLÓGICO

La zona objeto de estudio se encuentra en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, entre los dos accidentes más significativos de la Orogenia Alpina en la región. Estos son el Sinclinorio de Vizcaya al Norte y el Anticlinorio de Bilbao al Sur, aunque según investigaciones recientes se ha comprobado que anteriormente a la Orogenia Alpina, en el Cretácico, existían preformaciones de estos dos accidentes.

Geológicamente los materiales pertenecen al Cretácico Inferior y están estructurados según directrices generales ONO-ESE, sobre los cuales se depositan los sedimentos cuaternarios. La zona estudiada se ubica en el extremo Este de la Hoja 61-I (Santurtzi) del Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000 del EVE.



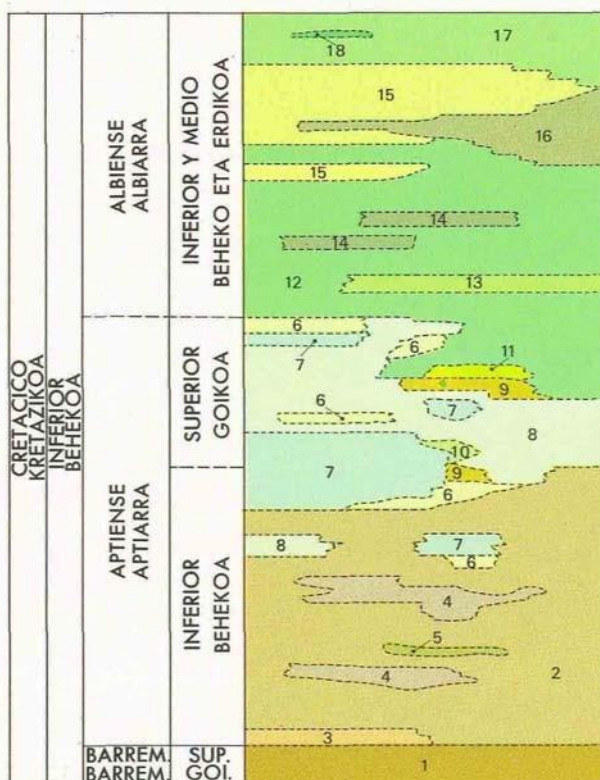
Extracto de la Hoja 61-I (Santurtzi) del Mapa Geológico del País Vasco (EVE)

Escala 1:25.000

LEYENDA ZEHAZPIDEA

CUATERNARIO KOATERNARIOA	19		23
-----------------------------	----	--	----

UNIDAD DE GORBEA + YURRE + OIZ GORBEA + IGORRE + OIZ UNITATEA



- 23 Depósitos antropogénicos
Metaketa antropogenikoak
- 22 Fangos estuáricos
Estuario giroko lohiak
- 21 Depósitos residuales
Kondar-metaketa
- 20 Depósitos coluviales
Metaketa kolubialak
- 19 Depósitos aluviales
Metaketa alubialak
- 18 Brechas calcáreas
Bretxa karetsuak
- 17 Alternancia de margas arenosas y calcarenitas arenosas
Marga hareatsu eta kalkarenita hareatsuen txandaketa
- 16 Alternancia de margas y calcarenitas
Marga eta kalkareniten txandaketa
- 15 Calcarenitas
Kalkarenitak
- 14 Areniscas y lutitas. Niveles turbidíticos. Areniscas estratificadas
Harearriak eta lutitak. Turbidita-mailak. Hareari geruzatuak
- 13 Margas y calizas nodulosas
Margak eta kararri nodulotsuak
- 12 Lutitas. (limolitas) calcáreas con pasadas areniscosas
Lutita (limolitak) karetsuak harearizko tartekekoz
- 11 Calcarenitas arenosas
Kalkarenita hareatsuak
- 10 Margas
Margak
- 9 Areniscas calcáreas
Hareari karetsuak
- 8 Calizas en bancos decimétricos-métricos con corales y rudistas
Errudista eta koraldun kararriak multzo dezimetro-metrikotan
- 7 Calizas en bancos métricos con corales y rudistas
Errudista eta koraldun kararriak multzo metrikotan
- 6 Calizas impuras
Kararri ezipuruak
- 5 Areniscas calcáreas oquerosas y calizas arenosas
Hareari karetsu zuladunak eta kararri hareatsuak
- 4 Areniscas y lutitas. Areniscas con estratificación paralela y/o cruzada
Harearriak eta lutitak. Geruzapen paralelo edota guruzatuko harearriak
- 3 Alternancia de margas y calcarenitas bioclásticas
Marga eta kalkarenita bioklastikoen txandaketa
- 2 Areniscas de grano fino y limolitas calcáreas
Bikor fineko harearriak eta limolita karetsuak
- 1 Argilitas, limolitas y areniscas
Argilitak, limolitak eta harearriak

SILICIFICACION SILIZIFIKAZIOA	
ROCAS FILONIANAS HARRI FILONIANOAK	

- Zonas silicificadas asociadas a tectónica
Tektonikari lotutako alde silizifikatuak
- a) Filones de cuarzo de origen hidrotermal.
a) Jatorri hidrotermaleko koartzozko betak
- b) Diques de rocas subvolcánicas
b) Harri azpibolkanikatako dikeak

Leyenda de la Hoja 61-I (Santurtzi) del Mapa Geológico del País Vasco (EVE)

3.2 ESTRATIGRAFÍA

Los materiales existentes en el subsuelo de la zona de estudio están constituidos por formaciones mesozoicas pertenecientes al Cretácico Inferior, concretamente al Albiense. Estos materiales se encuentran recubiertos por depósitos cuaternarios (rellenos antropogénicos).

3.2.1 Albiense (Complejo Urganiano)

Estos materiales constan fundamentalmente de margas oscuras, más o menos arenosas, fuertemente esquistosadas en la banda septentrional. Alternan con estratos centi a decimétricos de turbiditas silíceas. Son relativamente frecuentes los niveles de inestabilidad de tipo “slump” y los horizontes de pequeños nódulos carbonatados.

Se hallan afectadas de un gran número de fallas que dislocan sus afloramientos, contribuyendo a que su aparición en la serie, revista mayor discontinuidad aparente vertical y horizontal.

3.2.2 Cuaternario

Recubriendo el macizo rocoso existen depósitos de origen antropogénico poco potentes.

3.3 TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural, no se han detectado mediante las investigaciones realizadas la presencia de estructuras geológicas tales como plegamientos de gran escala o fallas que pudieran afectar de algún modo a la cimentación de la futura obra.

3.4 EFECTOS SÍSMICOS

La “Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)” actualmente en vigor, regula por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica, aquellas zonas del territorio en el que es de aplicación obligatoria la citada Norma. En dicho Mapa, figura la aceleración sísmica básica “ a_b ”, que es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados de acuerdo con la peligrosidad sísmica en cada punto.

De acuerdo con el apartado 1.2.3 de la citada Norma, no es necesaria su aplicación en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.



De acuerdo con el Mapa de Peligrosidad Sísmica incluido anteriormente, la zona estudiada se localiza en una zona cuyo valor de la aceleración sísmica básica es menor de 0,04 g, donde *no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre las estructuras proyectadas*.

4. GEOTECNIA

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En la zona objeto de estudio se ha detectado la presencia de dos niveles geotécnicamente diferenciables: una capa superficial de rellenos heterogéneos, y el sustrato rocoso de la zona.

En el Anejo nº 4: PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS, realizados a partir de los sondeos mecánicos, se puede observar una interpretación de la potencia y posición de los niveles anteriormente citados, cuya descripción y características geotécnicas se recogen a continuación.

Nivel I: Rellenos heterogéneos

Este nivel constituye la capa más superficial de la zona estudiada, muestra un espesor de entre 0,10 m (SM-3) y 6,95 m (SM-2) y está constituida por gravas y bolos carbonatados subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de la zona. Puntualmente (zona de los sondeos SM-1 y SM-2) aparece un nivel superficial de hormigón asociado a la solera del aparcamiento existente.

Nivel II: Sustrato rocoso

Aparece a profundidades comprendidas entre 0,10 m (SM-3) y 6,95 m (SM-2). Se trata de margas ligeramente meteorizadas a sanas (grado de meteorización II a I) de color gris. Se observan venas esporádicas de calcita blanca.

En este nivel se han realizado una serie de ensayos cuyos resultados se adjuntan a continuación:

ENSAYOS REALIZADOS	SM-2 (7,50-7,80 m)	SM-3 (9,00-9,25 m)	SM-5 (5,40-5,60 m)
Descripción	Margas	Margas	Margas
Humedad (%)	0,79	0,67	0,63
Densidad aparente (T/m ³)	2,683	2,667	2,671
Compresión simple (kp/cm ²)	255	367	371

La calidad del sustrato rocoso se obtiene a partir del cálculo del R.Q.D. El índice de calidad R.Q.D. se basa en la recuperación modificada del testigo que, a su vez, depende del número de fracturas y del grado de debilitamiento o alteración del macizo rocoso, según se puede observar por los testigos extraídos en un sondeo. En lugar de contar las fracturas, se obtiene una medida indirecta sumando la longitud total del testigo, pero considerando únicamente aquellos trozos de longitud igual o superior a 10 cm en su estado sano o compacto.

Este índice se ha determinado para este nivel y en cada sondeo, presentando los siguientes valores:

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN TESTIGO	ÍNDICE RQD	CALIDAD
SM-1	2,20 – 3,30	100	95	Excelente
SM-1	3,30 – 3,50	100	0	Muy mala
SM-1	3,50 – 10,00	100	95	Excelente
SM-2	6,95 – 10,00	100	85	Buena
SM-3	0,10 – 3,20	100	50	Media
SM-3	3,20 – 10,00	100	95	Excelente
SM-4	2,50 – 3,30	100	0	Muy mala
SM-4	3,30 – 10,00	100	90	Buena
SM-5	4,00 – 10,00	100	95	Excelente

Según su comportamiento geotécnico y los valores estimados recogidos en las páginas 30 y 129 de “Ingeniería Geológica” (Luis I. González de Vallejo), se estima una permeabilidad del orden de $10^{-6} - 10^{-9}$ m/s.

Por su parte para el coeficiente de balasto (K_{30}), igualmente según la tabla que se adjunta recogida en el Código Técnico de la Edificación se puede considerar un valor $K_{30} = 3.000 \text{ MN/m}^3$.

VALORES ORIENTATIVOS DEL COEFICIENTE DE BALASTO K_{30}

TIPO DE SUELO	COEFICIENTE DE BALASTO, K_{30} (MN/m ³)
Arcilla blanda	15-30
Arcilla media	30-60
Arcilla dura	60-200
Limo	15-45
Arena floja	10-30
Arena media	30-90
Arena compacta	90-200
Grava arenosa floja	70-120
Grava arenosa compacta	120-300
Margas arcillosas	200-400
Rocas algo alteradas	300-5.000
Rocas sanas	> 5.000

A continuación se especifican otros parámetros geotécnicos estimados a partir de la bibliografía de uso habitual y experiencias previas en la zona:

- $\gamma_{ap} = 2,6 \text{ T/m}^3$
- $c' = 20,00 \text{ T/m}^2$
- $\phi' = 25^\circ$

4.2 EXCAVACIONES

4.2.1 Excavabilidad

Según la información facilitada por el cliente, en el proyecto actual está prevista la realización de dos plantas de sótano, siendo la cota de solera de la planta inferior la +50,80 m, por lo que bien a la hora de realizar la excavación para los mismos o el cajeadado de las zapatas, todos los niveles descritos anteriormente se verán afectados.

Al realizar una excavación los grados de dificultad que pueden presentarse son los siguientes:

- **FÁCILES:** En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.
- **MEDIOS:** En aquellos materiales que para su excavación necesitan el empleo parcial de martillo picador y/o voladuras.
- **DIFÍCILES:** En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

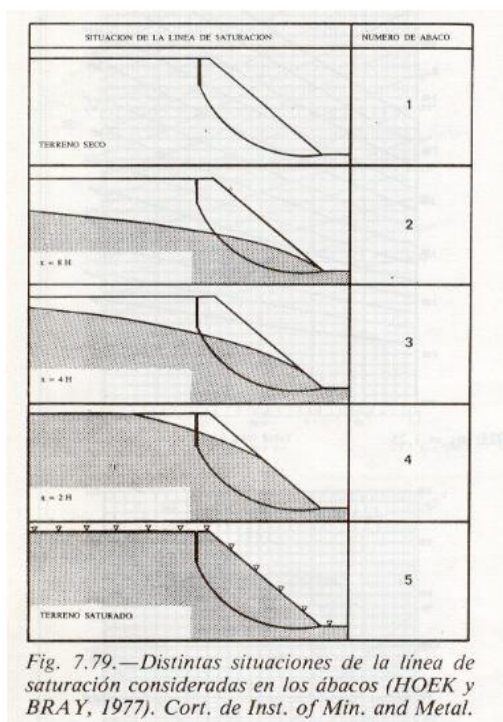
En este caso, los grados de dificultad de excavación serán:

- Nivel I (rellenos heterogéneos): excavabilidad FÁCIL-MEDIA, pudiendo utilizar para su retirada la pala retroexcavadora o similar, o incluso la utilización de martillo picador ocasional para fragmentos de roca de gran tamaño.
- Nivel II (sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano): la excavabilidad será DIFÍCIL, se necesitará el empleo continuado del martillo picador y/o voladuras.

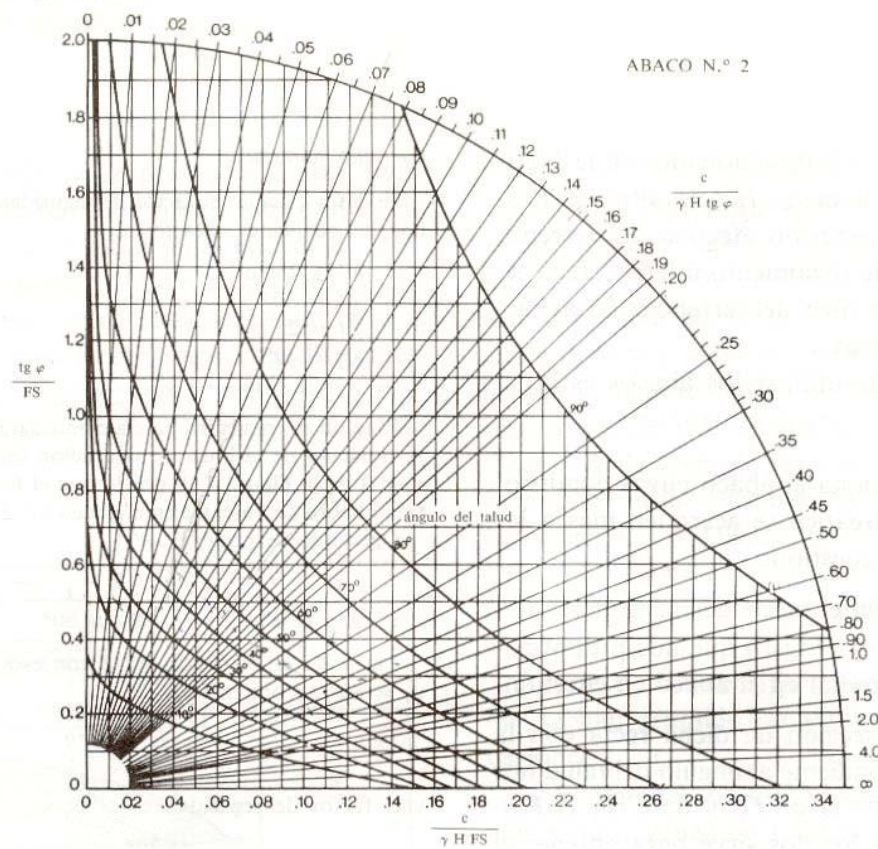
4.2.2 Taludes y contenciones

Tal como se ha comentado en apartados precedentes, está prevista la ejecución de dos plantas de sótano, cuya cota de solera inferior es la +50,30 m. Debido a la ubicación de la parcela, únicamente se podrán tender taludes en el lateral sureste del futuro edificio (alineación de los sondeos 3, 4 y 5), mientras que en los otros tres laterales será necesaria excavación subvertical.

La pendiente de los taludes provisionales para los diferentes niveles de terreno se ha estimado mediante los ábacos de **Hoek y Bray (1977)** que resultan muy útiles ya que tienen en cuenta el efecto del agua en el terreno, aspecto fundamental en la estabilidad del mismo.



Adoptamos la situación para el **ábaco nº 2**, tomando un terreno parcialmente saturado.



—Abacos para rotura circular. Caso 2 (HOEK y BRAY, 1977). Cort. de Inst. of Min. and Metal.

El **factor de seguridad (FS)** se expresa en términos del peso específico γ , cohesión c' , ángulo de rozamiento interno ϕ' , el ángulo de la superficie del terreno ψ_t y la altura H .

A continuación se analizan los taludes provisionales para los dos niveles de terreno detectados en la zona de estudio, indicándose los parámetros utilizados para el cálculo:

NIVEL	I (rellenos heterogéneos)	II (sustrato rocoso)
c' (T/m ²)	0,00	20,00
ϕ (°)	30	25
γ (T/m ³)	2,00	2,60
H (m)	7,00	6,00
FS	1,5	1,5
Talud máximo	1V:2H	10V:1H (recomendado 3V:1H)

Tal como se ha indicado anteriormente en los tres laterales restantes del futuro edificio no se podrán tender taludes provisionales y se deberá proceder a ejecutar excavaciones verticales, considerando las medidas de contención que se describen a continuación.

Contenciones en el nivel I (rellenos)

La necesidad de excavación subvertical requiere la ejecución de un muro pantalla ejecutado in situ hasta el techo de la roca ligeramente meteorizada a sana, y anclado a la misma.

Debido a que se prevé la completa excavación del intradós de dichas pantallas se hará preciso su arriostramiento a distintos niveles. Se deberá tener especial cuidado a la hora de diseñar y ejecutar los anclajes, que no interfieran con la cimentación propuesta.

Este arriostramiento se puede materializar con anclajes provisionales a roca, hasta que la estructura de los forjados de sótano sea capaz de absorber los empujes producidos por el terreno y/o estructuras colindantes.

Se debe considerar para el diseño de los anclajes una resistencia media al arrancamiento de 300 kN/m², según lo recogido en las "Recomendaciones para el proyecto, construcción y control de anclajes al terreno H.P.8-96" de CICCOP, ATEP e IET. Los anclajes deberán tener la inclinación y longitud necesaria para librar cualquier tipo de servicio existente, así como

para asegurar la longitud de bulbo en roca sana que requieran en función de la tensión a la que se diseñen.

Contenciones en el nivel II (sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano)

Como sostenimiento de este recorte se puede emplear un muro por bataches (hormigonado in situ de paneles de pequeño espesor) con bulones o anclajes. Estos paneles pueden recalzar parcialmente las pantallas superiores o quedar delante de ellas con un pequeño repié. En este tipo de recortes existe el riesgo de rotura de una cuña de roca debajo del pie de la pantalla, que debe prevenirse con el correcto dimensionamiento de soluciones como las descritas a continuación.

Se ejecutarán bataches alternos cuya longitud abierta no supere el ancho de la modulación de las pantallas. La altura de dichos bataches será de un máximo de 2,00 m.

Los muros podrán realizarse en la misma vertical que las pantallas y tener la armadura conectada con las pantallas superiores y con los muros batache laterales e inferiores, de modo que todo el conjunto (pantallas-muros) actúen como un único elemento estructural continuo.

Estos muros se anclarán a roca provisionalmente, anclajes que serán cortados al igual que los de las pantallas conforme los forjados de las plantas de sótano se vayan ejecutando.

Para el cálculo de las pantallas se recomiendan los siguientes parámetros geotécnicos:

 **Nivel I (rellenos):**

▪ $c' = 0,00 \text{ T/m}^2$

▪ $\phi' = 30^\circ$

▪ $\gamma = 2,00 \text{ T/m}^3$

 **Nivel II (sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano):**

▪ $\gamma = 2,60 \text{ T/m}^3$

▪ c' y ϕ' : Valores lo suficientemente elevados.

4.3 CIMENTACIONES Y RECOMENDACIONES

Es una norma generalmente aceptada la necesidad de cimentar una estructura sobre los mismos materiales, con el objeto de evitar problemas derivados de los comportamientos diferenciales de los diversos niveles de apoyo frente a las cargas transmitidas.

Así, la futura edificación se deberá apoyar en el sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano (nivel II), mediante zapatas o pozos de cimentación de 3,50 m de longitud máxima (incluyendo 0,50 m de empotramiento).

La carga admisible de este nivel de cimentación se estima de la siguiente manera según lo recogido en el CTE:

$$q_d = K_{sp} \cdot q_u$$

Siendo:

q_u la resistencia a compresión simple de la roca sana

$$K_{sp} = \frac{3 + \frac{s}{B}}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{a}{s}}}$$

s es el espaciamiento de las discontinuidades; $s > 300$ mm

B es la anchura del cimiento en m; $0,05 < s/B < 2$

a es la apertura de las discontinuidades; $a < 5$ mm en junta limpia, $a < 25$ mm en junta rellena con suelo o con fragmentos de roca alterada; siendo $0 < a/s < 0,02$

En este caso, considerando el valor más bajo de los obtenidos en laboratorio ($q_u = 255,00$ kp/cm²), $s = 0,3$ m y $a = 5$ mm, y suponiendo un ancho de zapata $B = 2,00$ m, se obtiene una carga admisible:

$$q_d = 0,128 \cdot q_u \rightarrow q_d = 32,64 \text{ kp/cm}^2$$

Teniendo en cuenta las características de la edificación proyectada y en previsión de que pueda aparecer alguna zona de peor calidad, se propone considerar para los cálculos una carga admisible de **5,00 kp/cm²** en el sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano.

5. CONCLUSIONES

A continuación se detallan aquellos aspectos más relevantes diferenciados en los apartados anteriores:

- A. PERFIL DEL TERRENO:** A partir de la información proporcionada por los trabajos de campo realizados en la parcela objeto del presente estudio, se estima que el terreno está constituido por los siguientes niveles:

Nivel I: Rellenos heterogéneos: Este nivel constituye la capa más superficial de la zona estudiada, muestra un espesor de entre 0,10 m (SM-3) y 6,95 m (SM-2) y está constituida por gravas y bolos carbonatados subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de la zona. Puntualmente (zona de los sondeos SM-1 y SM-2) aparece un nivel superficial de hormigón asociado a la solera del aparcamiento existente.

Nivel II: Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano: Aparece bajo el nivel descrito anteriormente, a profundidades comprendidas entre 0,10 m (SM-3) y 6,95 m (SM-2). Se trata de margas ligeramente meteorizadas a sanas (grado de meteorización II a I) de color gris. Se observan venas esporádicas de calcita blanca.


- B. EXCAVABILIDAD:** Según la información facilitada por el cliente, en el proyecto actual está prevista la realización de dos plantas de sótano, por lo que bien a la hora de realizar la excavación para los mismos o el cajeadado de las zapatas, todos los niveles descritos anteriormente se verán afectados. El nivel I (rellenos heterogéneos) presenta una excavabilidad FÁCIL-MEDIA, realizable mediante pala retroexcavadora o similar siendo necesario el empleo ocasional de martillo picador; mientras que en el nivel II el grado es DIFÍCIL siendo necesario el empleo continuado del martillo picador para su retirada.

- C. NIVEL FREÁTICO:** No se ha detectado.

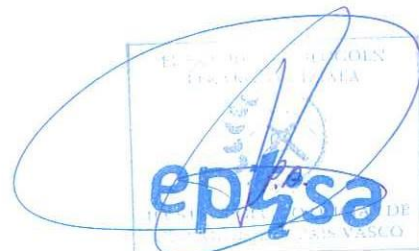
- D. AGRESIVIDAD:** El terreno analizado ha resultado ser no agresivo al hormigón, por lo que no será necesario el empleo de cementos sulforresistentes en los elementos de cimentación/contención.
- E. OPCIONES DE CIMENTACIÓN:** Se podrá cimentar sobre el nivel II de sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano mediante zapatas directas o pozos de cimentación de hasta 3,50 m (incluyendo 0,50 m de empotramiento), utilizando en el cálculo una tensión admisible de 5,00 kp/cm².

Todas las conclusiones y recomendaciones anteriores se basan en una interpretación razonable de los resultados del reconocimiento geotécnico. Si durante la ejecución de las obras se observan diferencias importantes con respecto a la interpretación actual, se deberán reevaluar las conclusiones de este informe teniendo en cuenta los nuevos datos aportados.

Leioa, 28 de agosto de 2009



Jon Ander Castro Izquierdo
Ldo. Ciencias Geológicas
Nº colegiado: 6.041
Director Dpto. Geotecnia



Ángela Gómez Poo
Lda. Ciencias Geológicas
Nº colegiada: 5.505

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

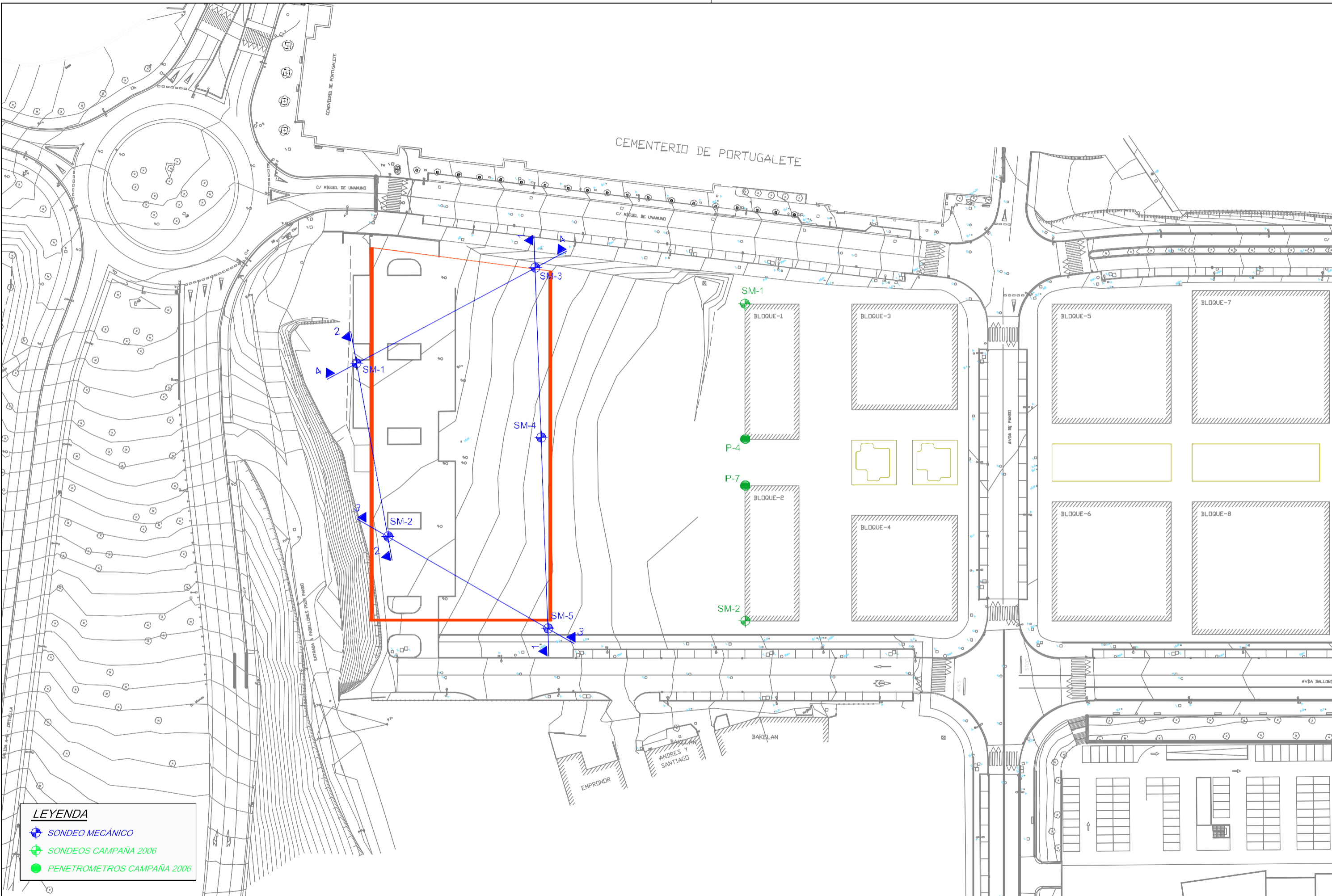
Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia)
EP093006-10 / Agosto 2009

Anejo nº 1:

**PLANO DE SITUACIÓN DE TRABAJOS
REALIZADOS**

Este Anejo consta de **2 hojas**, incluida ésta

eptisa



LEYENDA	
	SONDEO MECÁNICO
	SONDEOS CAMPAÑA 2006
	PENETROMETROS CAMPAÑA 2006

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE	PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)	FECHA: AGOSTO 2.009	REFERENCIA: EP-093006-10	DIBUJADO: xabi		PLANO: SITUACION DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	Nº: 1
		ESCALA(S): 1:100 ORIGINALES: A3	CLAVE: 14-1030-09	COTEJO:			

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia)
EP093006-10 / Agosto 2009

Anejo nº 2:

**COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS
Y FOTOGRAFÍAS DE LA TESTIFICACIÓN
OBTENIDA**

Este Anejo consta de **14 hojas**, incluida ésta

eptisa

1. CRITERIOS A UTILIZAR EN LA DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

La descripción de los suelos se efectuará de acuerdo con los criterios y términos recogidos en los apartados siguientes.

La clasificación de los suelos se efectuará según el Sistema Unificado, utilizando la anotación de la Tabla nº 1 adjunta.

1.1 GRANULOMETRÍA

Diámetro de las partículas en mm.

	0,002	0,06	0,2	0,6	2	6	20	60	
		Fina	Media	Gruesa	Fina	Media	Gruesa		
ARCILLA	LIMO	ARENA			GRAVA			PIEDRA	

1.2 DENSIDAD RELATIVA (SUELOS GRANULARES)

DENSIDAD RELATIVA	N*(SPT)
Muy suelta	< 4
Suelta	4 a 10
Medianamente densa	10 a 30
Densa	30 a 50
Muy densa	> 50

1.3 CONSISTENCIA (SUELOS COHESIVOS)

CONSISTENCIA	RESISTENCIA AL CORTE SIN DRENAJE (kg/cm ²)	N*(SPT)
Muy blanda	< 0,125	< 2
Blanda	0,125 a 1,25	2 – 4
Medianamente compacta	0,25 a 0,50	4 – 8
Compacta	0,50 a 1,00	8 – 15
Muy compacta	1,00 a 2,00	15 – 30
Dura	> 2,00	>30

1.4 FRACCIONES SECUNDARIAS

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE EN PESO
Trazas	5 a 10
Con algo ...	10 a 20
Con ...	20 a 35
Sufijo OSO/OSA	35 a 50

Tabla 1				
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS				
Grupos principales		Símbolo gráfico	Símbolo de letras	Descripción del suelo
SUELOS DE GRANO GRUESO Más del 50% del material queda retenido por el tamiz nº 200	GRAVA Y SUELOS CON GRAVA Más del 50% de la fracción gruesa queda retenida por el tamiz nº 4	GRAVA LIMPIA	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o sin finos.
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y de arena, con pocos finos o sin finos.
		GRAVA CON FINOS	GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo.
			GC	Gravas arcillosas. Mezclas de grava-arena-arcilla.
	ARENAS Y SUELOS ARENOSOS Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz nº 4	ARENA LIMPIA	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con pocos finos o sin finos.
		ARENA CON FINOS	SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo.
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.
SUELOS DE GRANO FINO Más del 50% del material pasa por el tamiz nº 200	LIMO Y ARCILLA Límite líquido <i>menor</i> de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas. Polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, limos arcillosos poco plásticos.	
		CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.	
		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas poco plásticas.	
	LIMO Y ARCILLAS Límite líquido <i>mayor</i> de 50	MH	Limos inorgánicos, con mica o arena fina de diatomeas a suelos limosos.	
		CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas. Arcillas grasas.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad mediana o muy plásticas, limos orgánicos.	
SUELOS MUY ORGÁNICOS		PT	Turba, humus suelos de pantanos con mucha materia orgánica.	

NOTA.- Se utilizarán símbolos dobles para casos intermedios de clasificación.

2. CRITERIOS A UTILIZAR EN LA DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ROCAS

La roca y testigos de roca se escribirán de acuerdo con los siguientes criterios o items de clasificación:

- a) Tipo: caliza, marga, argilita, etc.
- b) Color
- c) Características estructurales

Las rocas y los testigos de roca se clasificarán en función de la separación o espaciamiento de los planos de estratificación y diaclasado, según la tabla siguiente:

Tabla nº 2:

DENOMINACIÓN

INTERVALO cm.	SEPARACIÓN DIACLASADO/JUNTAS	ESPEJOR ESTRATIFICACIÓN/ESQUISTOSIDAD
< 5	Muy cerrada	Muy delgado
5 – 30	Cerrada	Delgado
30 – 100	Algo cerrada	Medianamente potente
100 – 300	Amplia	Potente
> 300	Muy amplia	Muy potente

Adicionalmente, cuando sea posible la descripción incluirá:

- Rumbo y buzamiento.
- Apertura de juntas.
- Tipo de relleno, si existe.
- Grado de meteorización, alteración u oxidación de las juntas.

d) Grado de meteorización:

GRADO	DENOMINACIÓN
I	Sana
II	Ligeramente meteorizada
III	Bastante meteorizada
IV	Altamente meteorizada
V	Completamente meteorizada




e) Clasificación de las rocas en función de la resistencia a compresión simple:

- Extremadamente blanda: 6 – 20 kg/cm²
- Muy blanda: 20 – 60 kg/cm²
- Blanda: 60 – 200 kg/cm²
- Bastante dura: 200 – 600 kg/cm²
- Dura: 600 – 2.000 kg/cm²
- Muy dura: > 2.000 kg/cm²





f) Calidad:

Se definirá siguiendo la clasificación de Deere y Miller, según se indica en la tabla siguiente:





RQD (%)	CALIDAD DE LA ROCA
0 – 25	Muy mala
25 - 50	Mala
50 – 75	Mediana
75 – 90	Buena
90 - 100	Excelente

COORDENADAS	X:		SONDA TIPO: ROLATEC RL-48		OBSERVACIONES:			SOLICITANTE:		OBRA:						
	Y:							AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE		ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)						
Z:		PERMEABILIDAD		RECUPERACION(%)	METEORIZACION	FRACTURAS (Nº/30cm.)	R.Q.D.	PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. Nº DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	Ø PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION	FOTOS
				1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 4 16 64	30 60 40 20									
				100				0							0.00-0.20 RELLENOS solera de hormigón.	
				50										0.20-2.20 RELLENOS gravas y bolos subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de parcelas colindantes, con algo de arena. Densidad suelta a media.		
				100				5						2.20-10.00 MARGAS ligeramente meteorizadas a sanas de color gris, con juntas subhorizontales y 20° abiertas, secas y sin relleno. Se observan venas esporádicas de calcita blanca de espesor milimétrico. Calidad excelente. NOTA: de 3,30 a 3,50m, aparecen completamente fracturadas.		
								10								

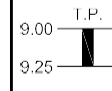
SM-1.dwg REVISIÓN: 0 FECHA: 8-08-09 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: JCT COMPROBADO: ASP





COORDENADAS	X:		SONDA TIPO: ROLATEC RL-48		OBSERVACIONES:			SOLICITANTE:		OBRA:											
	Y:							AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE		ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)											
PERMEABILIDAD	Z:						CLAVE:	REFERENCIA:	DIBUJADO:	COTEJO:	FECHA:	SONDEO:	HOJA:								
	RECUPERACION(%)		METEORIZACION		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.		PROFUNDIDAD(m.)		TIPO		ENSAYO S.P.T. Nº DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.		Ø PERFORACION (mm.)		TIPO DE CORONA		NIVEL FREÁTICO		COLUMNA LITOLÓGICA
DESCRIPCION													FOTOS								
<p>0.00-0.20 RELLENOS solera de hormigón.</p> <p>0.20-1.80 RELLENOS, bolos carbonatados agulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de parcelas colindantes, con matriz arenosa de color marrón grisáceo oscuro. Compacidad densa.</p> <p>1.80-3.60 RELLENOS, arcillas compactas de color marrón con gravillas y gravas esporádicas y fragmentos de ladrillo.</p> <p>3.60-6.95 RELLENOS, gravas y bolos carbonatados subangulosos con matriz arenosa. Compacidad densa.</p> <p>6.95-10.00 MARGAS, ligeramente meteorizadas a sanas de color gris, con juntas subhorizontales abiertas, secas y sin relleno. Calidad buena.</p>													  								

SM-2 APP REVISIÓN: 0 FECHA: 8-06-09 MODIFICACIÓN: 0 DIBUJADO: JCT. COMPROBADO: AGP





COORDENADAS	X:		SONDA TIPO: ROLATEC RL-48		OBSERVACIONES:			SOLICITANTE:		OBRA:											
	Y:							AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE		ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)											
PERMEABILIDAD	Z:						CLAVE:	REFERENCIA:	DIBUJADO:	COTEJO:	FECHA:	SONDEC:	HOJA:								
	RECUPERACION(%)		METEORIZACION		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.		PROFUNDIDAD(m.)		TIPO		ENSAYO S.P.T. Nº DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.		Ø PERFORACION (mm.)		TIPO DE CORONA		NIVEL FREÁTICO		COLUMNA LITOLÓGICA
DESCRIPCION												FOTOS									
<p>0.00-0.10 RELLENOS, gravas carbonatadas subangulosas.</p> <p>0.10-3.20 MARGAS, ligeramente meteorizadas a sanas, de color gris, con juntas subhorizontales y a 20°-30° abiertas, secas y sin relleno. Se observan venas esporádicas de calcita blanca de espesor milimétrico. Calidad media.</p> <p>3.20-10.00 MARGAS, ligeramente meteorizadas a sanas de color gris, con juntas subhorizontales abiertas, secas y sin relleno. Calidad excelente.</p>												 <p>PORTUGALETE SM-3 C-1 0.00-4.00</p>  <p>PORTUGALETE SM-3 C-2 4.00-8.00</p>  <p>PORTUGALETE SM-3 C-3 8.00-10.00</p>									

SM-3.rfp REVISION: 0 FECHA: 8-06-09 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: JGT. COMPROBADO: ASP







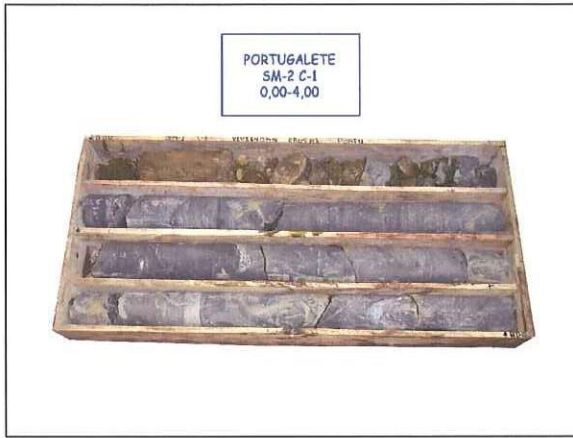



COORDENADAS	X:		SONDA TIPO: ROLATEC RL-48		OBSERVACIONES:			SOLICITANTE: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE		OBRA: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)							
	Y:							CLAVE: 14-1030-09		REFERENCIA: EP-093006-10		DIBUJADO:		COTEJO: <u>Xabi</u>			
Z:		PERMEABILIDAD		RECUPERACION(%)		METEORIZACION		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.							
		1 2 3 4 5		1 4 16 64		80 60 40 20		PROFUNDIDAD(m.)		TIPO							
		40								ENSAYO S.P.T. Nº DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.							
										Ø PERFORACION (mm.)							
										TIPO DE CORONA							
										NIVEL FREÁTICO							
										COLUMNA LITOLÓGICA							
						DESCRIPCION						FOTOS					
						<p>0.00-2.50 RELLENOS, gravas y bolos carbonatados subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso de parcelas colindantes, con matriz arenosa de color marrón.</p>											
						<p>2.50-10.00 MARGAS, ligeramente meteorizadas a sanas de color gris, con juntas subhorizontales y 10°-20° abiertas, secas y sin relleno. Calidad muy mala. De 3.30 a 10.00m, calidad buena a excelente.</p>											
						<p>10</p>											

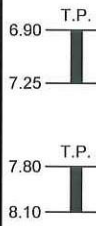
SM-4.dwg REVISIÓN: 0 FECHA: 8-06-09 MODIFICACION: 0 DIBUJADO: JCT. COMPROBADO: AGP

COORDENADAS	X:		SONDA TIPO: ROLATEC RL-48		OBSERVACIONES:			SOLICITANTE:		OBRA:				
	Y:							AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE		ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)				
PERMEABILIDAD	Z:						CLAVE: 14-1030-09	REFERENCIA: EP-093006-10	DIBUJADO:	COTEJO: <i>Xabi</i>	FECHA: 12-08-2009	SONDEO: SM-5	HOJA: 1 de 1	
	RECUPERACION(%)	METEORIZACION		FRACTURAS (Nº/30cm.)		R.Q.D.								PROFUNDIDAD(m.)
DESCRIPCION													FOTOS	
	40												 <p>0.00-4.00 RELLENOS, gravas y bolos carbonatados subangulosos procedentes de la excavación del sustrato rocoso, con matriz arenosa de color gris oscuro.</p>	 <p>4.00-8.00 MARGAS, ligeramente meteorizadas a sanas de color gris, con juntas subhorizontales y a 20° abiertas, secas y sin relleno. Se observan venas esporádicas e irregulares de calcita blanca. Calidad excelente.</p>
	100													

SM-5.rpp
REVISIÓN O FECHA: 8-08-09 MODIFICACIÓN O DIBUJADO: JCT. COMPROBADO: AGP

COORDENADAS		SONDA TIPO:				OBSERVACIONES:			SOLICITANTE:		OBRA:												
X:		TECOINSA TP-50									ETXEBITZA EROARTE, S.L.			ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO VIVIENDAS JUNTO AL CENTRO COMERCIAL DE PORTUGALETE (BIZKAIA)									
Y:																							
Z:																							
PERMEABILIDAD	RECUPERACION(%)	1	2	3	4	5	1	4	16	64	80	60	40	20	PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. N° DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	Ø PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREÁTICO	COLUMINA LITOLÓGICA	DESCRIPCION	FOTOS
	70														0		113	W				0.00-2.50 MARGAS Y MARGOCALIZAS , muy blandas, altamente a bastante meteorizadas, de color marrón-gris, asimilable a un suelo arcilloso duro de color marrón, con fragmentos de lutitas, de color gris, de diámetro medio <12 cms.	
	95														5		101	D				2.50-5.60 MARGAS Y MARGOCALIZAS , de color gris, ligeramente meteorizadas, con juntas subhorizontales cerradas a algo cerradas (reellenas de arcilla en algunos casos). Calidad media a buena.	
	95														10							5.60-8.75 ARENISCAS , bastante duras, ligeramente meteorizadas, de color gris, con juntas subhorizontales algo cerradas, con espesor de estratificación bastante potente, con betas de calcita. Calidad buena.	

COORDENADAS		SONDA TIPO:							OBSERVACIONES:		SOLICITANTE:		OBRA:		
X:		TECOINSA TP-50							Eptisa Cinsa GRUPO EP		ETXEBITZA EROARTE, S.L.		ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO VIVIENDAS JUNTO AL CENTRO COMERCIAL DE PORTUGALETE (BIZKAIA)		
Y:															
Z:															
PERMEABILIDAD	RECUPERACION(%)	METEORIZACION	FRACTURAS (Nº/30cm.)	R.Q.D.	PROFUNDIDAD(m.)	TIPO	ENSAYO S.P.T. Nº DE GOLPES PARA PENETRAR 60 cm.	PERFORACION (mm.)	TIPO DE CORONA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA LITOLÓGICA	DESCRIPCION		FOTOS	
	75	1 2 3 4 5	1 4 16 64	80604020	0			113	W			0.00-0.60 RELLENOS HETEROGÉNEOS , arcillas, medianamente compactas, de color marrón, con alguna grava de naturaleza calcárea.		 <p>PORTUGALETE SM-2 C-1 0,00-4,00</p>	
	90											0.60-1.00 MARGOCALIZAS , muy blandas, de color gris, bastante a ligeramente meteorizadas, con juntas muy cerradas, con algo de arcilla y óxido. Calidad muy mala.			
					5							1.00-12.05 MARGAS , blandas, de color gris, sanas. Calidad excelente.		 <p>PORTUGALETE SM-2 C-2 4,00-8,00</p>	
	100							101	D					 <p>PORTUGALETE SM-2 C-3 8,00-11,60</p>	
					10									 <p>PORTUGALETE SM-2 C-4 11,60-12,05</p>	



NO SE HA DETECTADO

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia)
EP093006-10 / Agosto 2009

Anejo nº 3:

**DIAGRAMAS DE LOS ENSAYOS DE
PENETRACIÓN**

Este Anejo consta de **3 hojas**, incluida ésta



SOLICITANTE: **ETXEBIZITZA EROARTE, S.L.**

OBRA: **VIVIENDAS DE VPO EN PORTUGALETE (BIZKAIA) BLOQUE B1**

Dibujado por: **DHA**

Cotejo:

REFERENCIA: **EP-063003-07**

PENETROMETRO: **D.P.S.H**

PESO MAZA: **63,5 Kg.**

ALTURA CAIDA: **76 cm.**

TIPO DE CONO: **Perdido**

MASA DEL CONO:

LONGITUD DE VARILLA **1m**

FECHA Y HORA ENSAYO: **18/09/2006**

TIEMPO DE DURACIÓN: **15'**

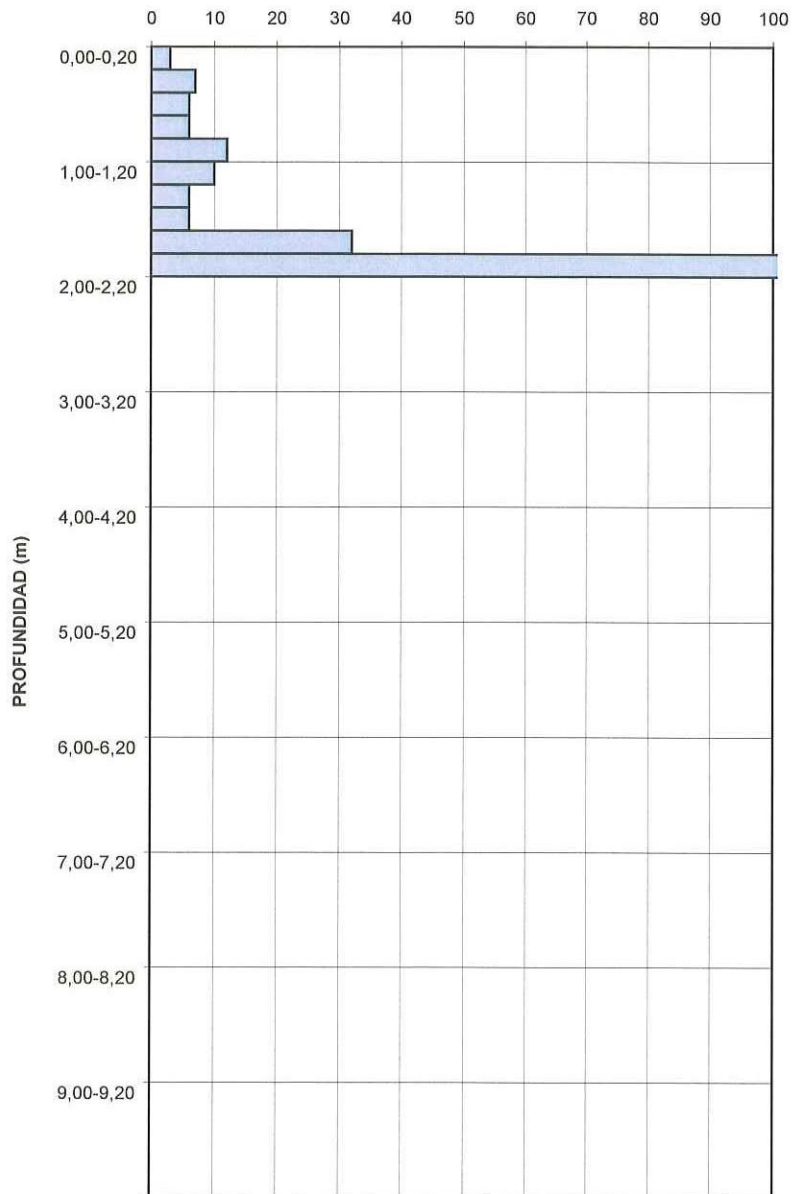
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA (UNE 103-801-94)

ENSAYO Nº: **P-4**

Profund (m)	Np	PAR N.m
0,00-0,20	3	
0,20-0,40	7	
0,40-0,60	6	
0,60-0,80	6	
0,80-1,00	12	
1,00-1,20	10	
1,20-1,40	6	
1,40-1,60	6	
1,60-1,80	32	
1,80-2,00	120	
2,00-2,20		
2,20-2,40		
2,40-2,60		
2,60-2,80		
2,80-3,00		
3,00-3,20		
3,20-3,40		
3,40-3,60		
3,60-3,80		
3,80-4,00		
4,00-4,20		
4,20-4,40		
4,40-4,60		
4,60-4,80		
4,80-5,00		
5,00-5,20		
5,20-5,40		
5,40-5,60		
5,60-5,80		
5,80-6,00		
6,00-6,20		
6,20-6,40		
6,40-6,60		
6,60-6,80		
6,80-7,00		
7,00-7,20		
7,20-7,40		
7,40-7,60		
7,60-7,80		
7,80-8,00		
8,00-8,20		
8,20-8,40		
8,40-8,60		
8,60-8,80		
8,80-9,00		
9,00-9,20		
9,20-9,40		
9,40-9,60		
9,60-9,80		
9,80-10,00		

GRAFICO DE PENETRACION

GOLPES / 20 cm.



Observaciones: Cota de embocadura sobre la superficie topográfica actual.



SOLICITANTE: **ETXEBIZITZA EROARTE, S.L.**

OBRA: **VIVIENDAS DE VPO EN PORTUGALETE (BIZKAIA) BLOQUE B2**

REFERENCIA: **EP-063003-07**

PENETROMETRO: **D.P.S.H**

PESO MAZA: **63,5 Kg.**

ALTURA CAIDA: **76 cm.**

TIPO DE CONO: **Perdido**

MASA DEL CONO:

LONGITUD DE VARILLA **1m**

FECHA Y HORA ENSAYO: **18/09/2006**

Dibujado por: **DHA**

Cotejo:

TIEMPO DE DURACIÓN: **15'**

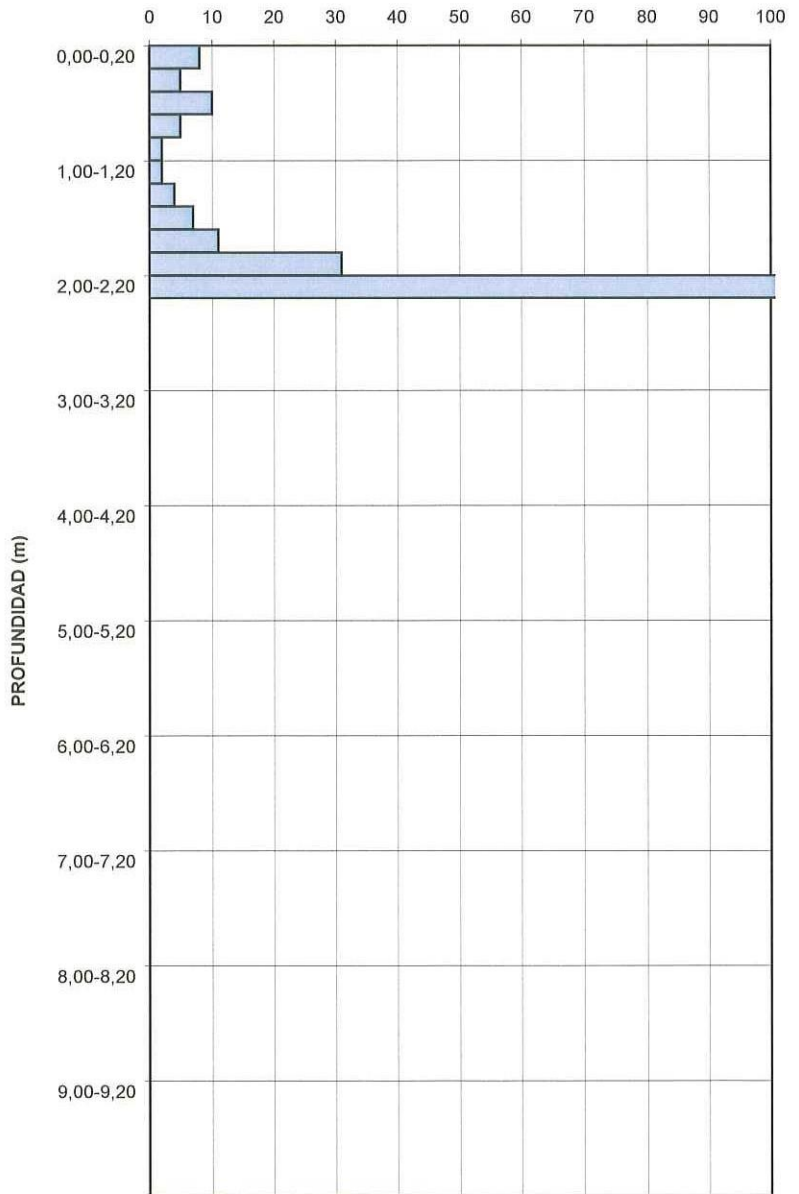
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA CONTINUA (UNE 103-801-94)

ENSAYO Nº: **P-7**

GRAFICO DE PENETRACION

GOLPES / 20 cm.

Profund (m)	Np	PAR N.m
0,00-0,20	8	
0,20-0,40	5	
0,40-0,60	10	
0,60-0,80	5	
0,80-1,00	2	
1,00-1,20	2	
1,20-1,40	4	
1,40-1,60	7	
1,60-1,80	11	
1,80-2,00	31	
2,00-2,20	120	
2,20-2,40		
2,40-2,60		
2,60-2,80		
2,80-3,00		
3,00-3,20		
3,20-3,40		
3,40-3,60		
3,60-3,80		
3,80-4,00		
4,00-4,20		
4,20-4,40		
4,40-4,60		
4,60-4,80		
4,80-5,00		
5,00-5,20		
5,20-5,40		
5,40-5,60		
5,60-5,80		
5,80-6,00		
6,00-6,20		
6,20-6,40		
6,40-6,60		
6,60-6,80		
6,80-7,00		
7,00-7,20		
7,20-7,40		
7,40-7,60		
7,60-7,80		
7,80-8,00		
8,00-8,20		
8,20-8,40		
8,40-8,60		
8,60-8,80		
8,80-9,00		
9,00-9,20		
9,20-9,40		
9,40-9,60		
9,60-9,80		
9,80-10,00		



Observaciones: Cota de embocadura sobre la superficie topográfica actual.

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia)
EP093006-10 / Agosto 2009

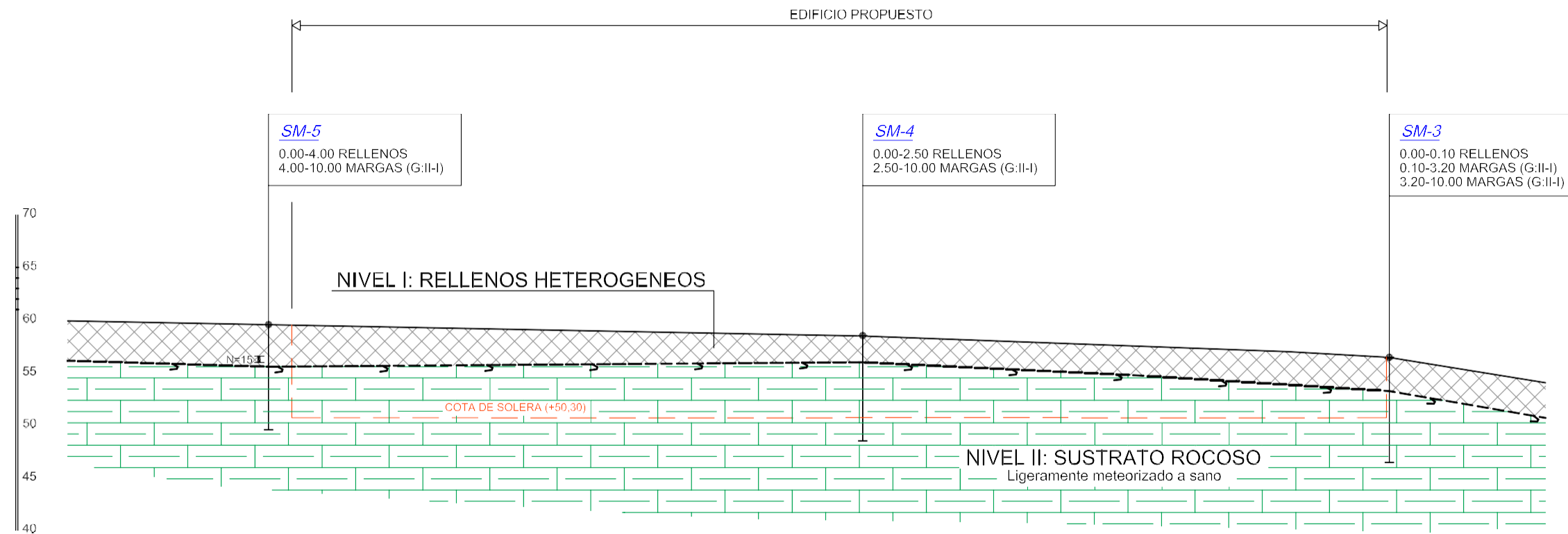
Anejo nº 4:

PERFILES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

Este Anejo consta de **5 hojas**, incluida ésta

eptisa

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 1-1'



LEYENDA

SM-1	Sondeo mecánico	NIVEL I:	
P-1	Penetrómetro		Rellenos heterogéneos
---	Supuesto contacto roca	NIVEL II:	
N=19 I	Resultado SPT		Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano
2.72	Nivel freático		

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)

FECHA: AGOSTO 2.009
 ESCALA(S): 1:500
 ORIGINALES: A3

REFERENCIA: EP-093006-10
 CLAVE: 14-1030-09

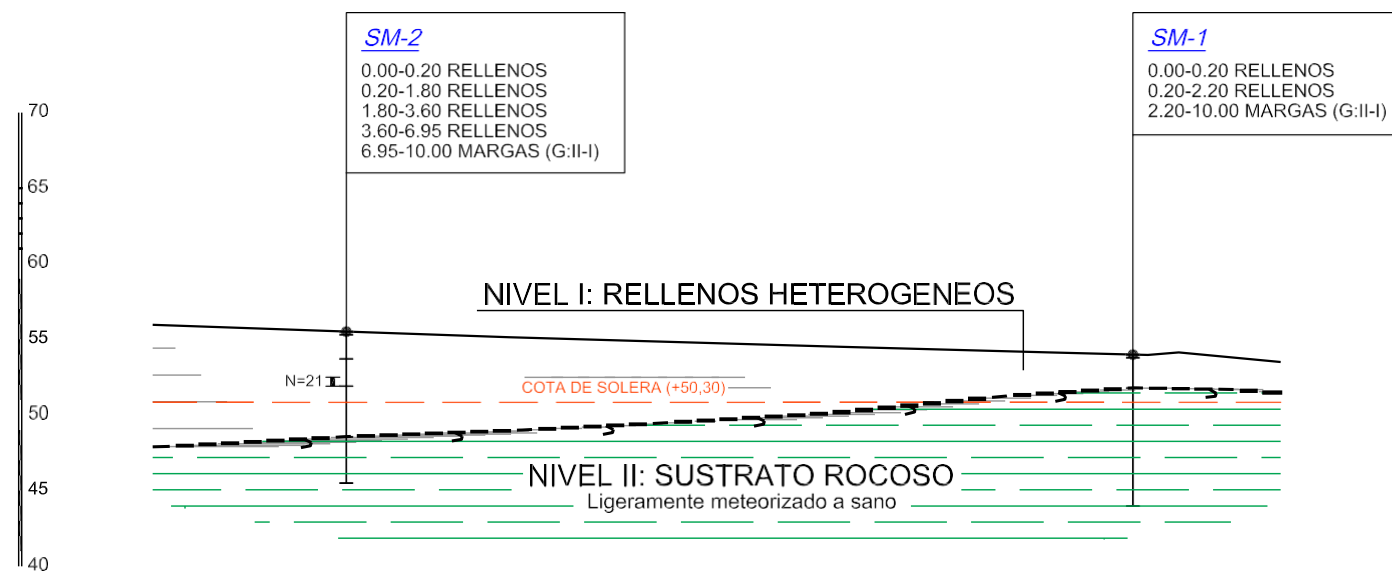
DIBUJADO: Xabi
 COTEJO:



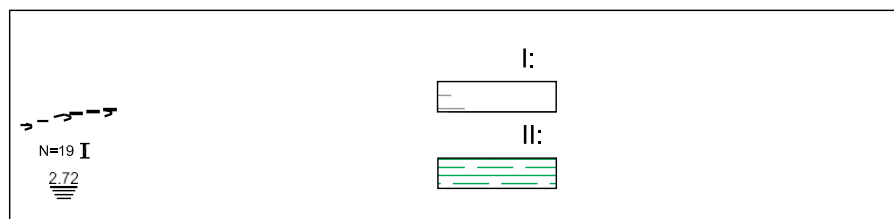
PLANO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Nº: 1

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 2-2'



LEYENDA



AYUNTAMIENTO DE
PORTUGALETE

PROYECTO:
ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO
COMPLEJO DEPORTIVO
(Portugalete-Bizkaia)

FECHA:
AGOSTO 2.009
ESCALA(S):
1:500
ORIGINALES: A3

REFERENCIA:
EP-093006-10
CLAVE:
14-1030-09

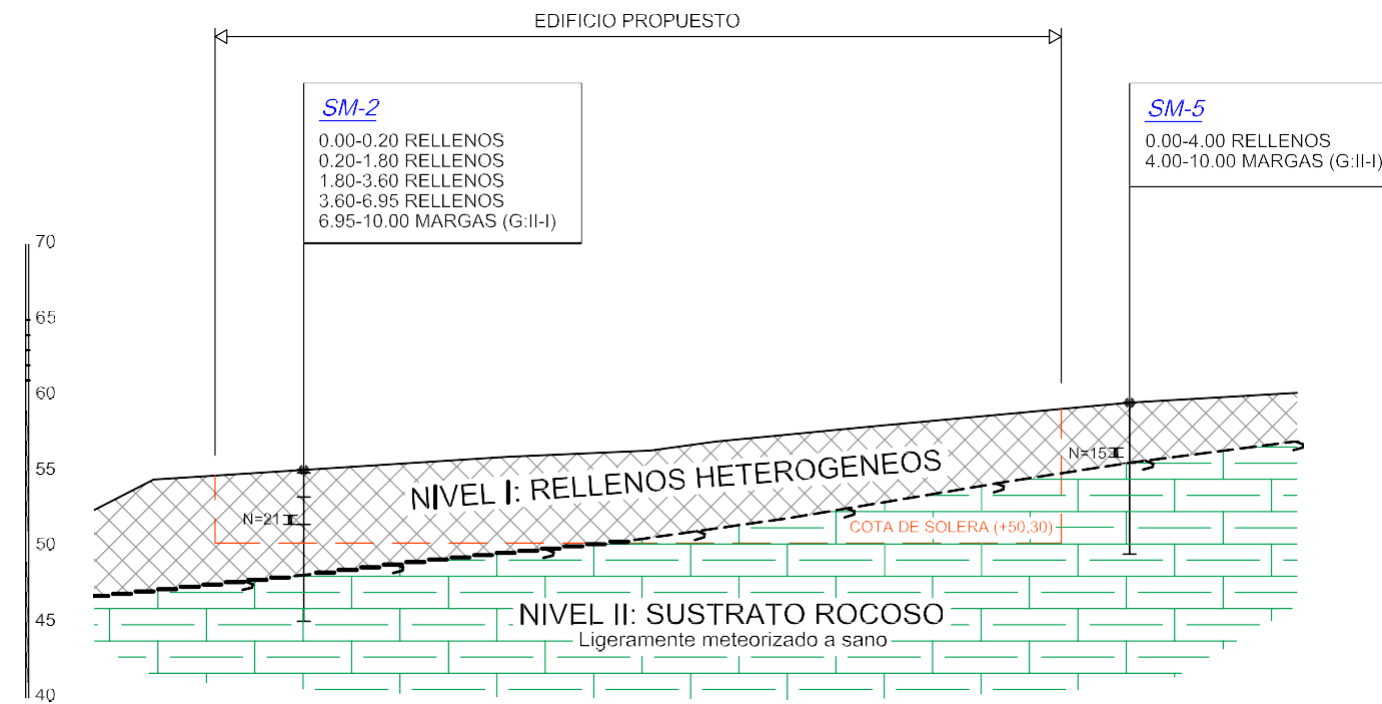
DIBUJADO:
Ixabí
COTEJO:



PLANO:
PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Nº:
2

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 3-3'



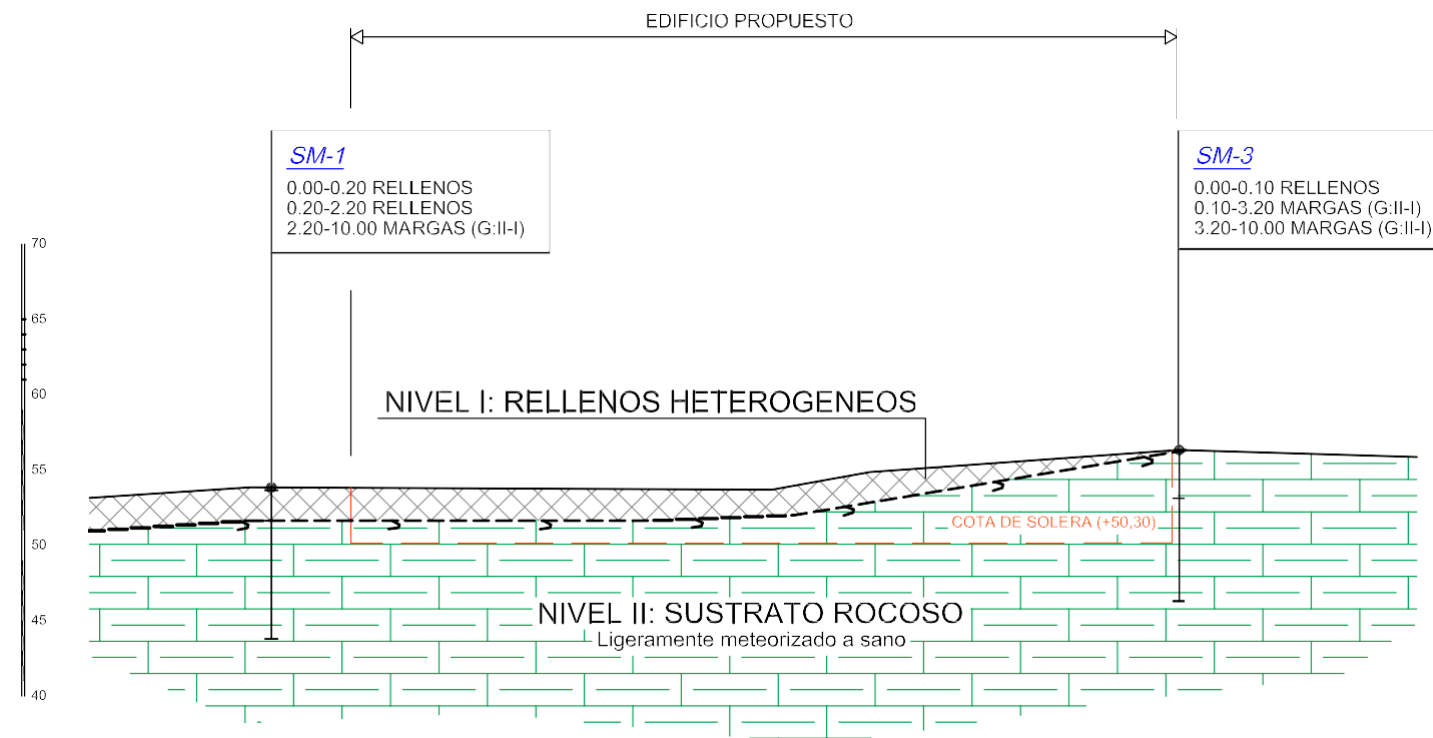
LEYENDA

SM-1	Sondeo mecánico	NIVEL I:		RelLENOS heterogéneos
P-1	Penetrómetro	NIVEL II:		Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano
	Supuesto contacto roca			
N=19 I	Resultado SPT			
	Nivel freático			

PERFILES: 099 REVISOR: FECHA: 08/08/09 MODIFICACION: 01 MODULO: 01 COMPROBADO: ASP

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE	PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)	FECHA: AGOSTO 2.009	REFERENCIA: EP-093006-10	DIBUJADO: <i>Xabi</i>		PLANO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO	Nº: 3
		ESCALA(S): 1:500 ORIGINAL: A3	CLAVE: 14-1030-09	COTEJO:			

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 4-4'



LEYENDA

SM-1	Sondeo mecánico	NIVEL I:	
P-1	Penetrómetro		Rellenos heterogéneos
	Supuesto contacto roca	NIVEL II:	
N=19 I	Resultado SPT		Sustrato rocoso ligeramente meteorizado a sano
	Nivel freático		

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO COMPLEJO DEPORTIVO (Portugalete-Bizkaia)

FECHA: AGOSTO 2.009
ESCALA(S): 1:500
ORIGINALES: A3

REFERENCIA: EP-093006-10
CLAVE: 14-1030-09

DIBUJADO: *Jxabi*
COTEJO:



PLANO: PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Nº: 4

AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Estudio Geológico-Geotécnico
Complejo deportivo en Portugalete (Bizkaia)
EP093006-10 / Agosto 2009

Anejo nº 5:

ENSAYOS DE LABORATORIO

Este Anejo consta de **8 hojas**, incluida ésta

ep^tisa

TRABAJO: **EP-093006-10**

MUESTRA: **BIS-25274**

CLAVE:

Pág. 1 de 3

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Dirección: Plaza del Solar, s/n. Portugalete

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:

Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-2 Prof: 7,50 a 7,80 m

ROCAS: ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de rocas

Acidez Baumann-Gully

Contenido en sulfatos

Observaciones:



V.B.: Mª JESÚS FUENTE
DIRECTORA DE LABORATORIO

Basauri, 24/08/2009



Fdo.: NAIA ZUÑIGA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-093006-10** MUESTRA: **BIS-25274** CLAVE: **Pág. 2 de 3**

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE
Dirección: Plaza del Solar, s/n. Portugalete

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:

Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-2 Prof: 7,50 a 7,80 m

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAxIAL (UNE 22 950 -1:1990)

Fecha de inicio del ensayo: 19/08/2009

Fecha finalización del ensayo: 20/08/2009

Descripción de la probeta antes del ensayo: No presenta defectos

Humedad de la probeta en el momento de ensayo: Con la humedad con la que se ha recibido la muestra

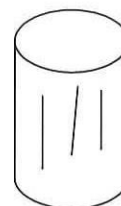
Características de la probeta:

Diámetro	cm	8,62
Altura	cm	21,20
Relac. Alt / diám.		2,46
Humedad	%	0,79

Velocidad de aplicación de la carga: 294,3 N/s

Densidad seca (gr/cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)	Res. Compresión medida (MPa)	Res. Compresión corregida (MPa)
2,662	2,683	25,5	

Descripción de la rotura: Rotura en planos subverticales



Observaciones: No cumple la relación altura/diámetro. Marga gris

TRABAJO: EP-093006-10

MUESTRA: BIS-25274

CLAVE:

Pág. 3 de 3

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Dirección: Plaza del Solar, s/n. Portugalete

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:

Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-2 Prof: 7,50 a 7,80 m

AGRESIVIDAD DEL SUELO AL HORMIGÓN

ENSAYO	NORMA	FECHAS DE ENSAYO		RESULTADO
		Inicio	Finalización	
Acidez Baumann-Gully (ml/kg)	UNE 83 001:2000	20/08/2009	20/08/2009	0,0
Contenido en Sulfatos (mg/Kg)	UNE 83 001:2000	20/08/2009	21/08/2009	366,08
El suelo no es agresivo para el hormigón				

Observaciones:

TRABAJO: **EP-093006-10**

MUESTRA: **BIS-25275**

CLAVE:

Pág. 1 de 2

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Dirección: Plaza del Solar, s/n

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:


Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-3 Prof: 9,00 a 9,25 m

ROCAS: ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de rocas

Observaciones:



V.B.: Mª JESÚS FUENTE
DIRECTORA DE LABORATORIO

Basauri, 24/08/2009



Fdo.: NAIA ZUÑIGA
JEFE DE AREA

TRABAJO: EP-093006-10

MUESTRA: BIS-25275

CLAVE:

Pág. 2 de 2

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

Dirección: Plaza del Solar, s/n

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:

Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-3 Prof: 9,00 a 9,25 m

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22.950 -1:1990)

Fecha de inicio del ensayo: 19/08/2009

Fecha finalización del ensayo: 20/08/2009

Descripción de la probeta antes del ensayo: No presenta defectos

Humedad de la probeta en el momento de ensayo: Con la humedad con la que se ha recibido la muestra

Características de la probeta:

Diámetro	cm	7,12
Altura	cm	17,75
Relac. Alt / diám.		2,49
Humedad	%	0,67

Velocidad de aplicación de la carga: 294,3 N/s

Densidad seca (gr/cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)	Res. Compresión medida (MPa)	Res. Compresión corregida (MPa)
2,650	2,667	36,7	

Descripción de la rotura: Rotura en planos subverticales



Observaciones: No cumple la relación altura/diámetro. Margas gris

TRABAJO: EP-093006-10

MUESTRA: BIS-25276

CLAVE:

Pág. 1 de 2

Peticionario: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE
Dirección: Plaza del Solar, s/n. Portugalete

Obra: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE

Material: Testigo parafinado

Muestra: Tomada por Eptisa Cinsa

Fecha de toma:

Lugar de toma: Obra

Procedencia: Sondeo SM-5 Prof: 5,40 a 5,60 m

ROCAS: ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de rocas

Observaciones:


V.B.: Mª JESÚS FUENTE
DIRECTORA DE LABORATORIO

Basauri, 24/08/2009


Fdo.: NAIA ZUÑIGA
JEFE DE AREA

TRABAJO: **EP-093006-10** MUESTRA: **BIS-25276** CLAVE: **Pág. 2 de 2**

Peticionario: *AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE*
 Dirección: *Plaza del Solar, s/n. Portugalete*

Obra: *ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA COMPLEJO DEPORTIVO EN PORTUGALETE*

Material: *Testigo parafinado*

Muestra: *Tomada por Eptisa Cinsa*

Fecha de toma:

Lugar de toma: *Obra*

Procedencia: *Sondeo SM-5 Prof: 5,40 a 5,60 m*

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ROCAS. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL (UNE 22 950 -1:1990)

Fecha de inicio del ensayo: 19/08/2009

Fecha finalización del ensayo: 20/08/2009

Descripción de la probeta antes del ensayo: No presenta defectos

Humedad de la probeta en el momento de ensayo: Con la humedad con la que se ha recibido la muestra

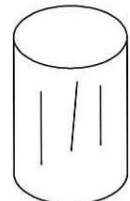
Características de la probeta:

Diámetro	cm	7,12
Altura	cm	18,33
Relac. Alt / diám.		2,57
Humedad	%	0,63

Velocidad de aplicación de la carga: 294,3 N/s

Densidad seca (gr/cm ³)	Densidad aparente (gr/cm ³)	Res. Compresión medida (MPa)	Res. Compresión corregida (MPa)
2,655	2,671	37,1	

Descripción de la rotura: Rotura en planos subverticales



Observaciones: Marga gris

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 5- ESTUDIO DE DEMANDA

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	OBJETO DEL ANEJO	2
2.	GENERADORES DE DEMANDA	2
3.	DEMANDAS DE PLAZA EN EL AREA DE ESTUDIO.....	2
3.1	VIVIENDAS	3
3.2	VARIOS	5
4.	OFERTAS DE PLAZA EN AREA DE ESTUDIO.....	9
4.1	APARCAMIENTO SINGULAR	9
4.2	APARCAMIENTO VIARIO EN SUPERFICIE.....	10
5.	DEMANDA POTENCIAL.....	10

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1.	“ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO CON RADIO DE 175 M”	3
IMAGEN 2.	“INTERSECCIÓN ENTRE EL APARCAMIENTO SINGULAR EXISTENTE Y EL FUTURO APARCAMIENTO”	10

1. OBJETO DEL ANEJO

El siguiente anejo tiene por objeto un cálculo aproximado del número de plazas necesarias para satisfacer la demanda en el aparcamiento subterráneo de este proyecto, donde estas se obtendrán mediante un estudio basado en los métodos aproximados.

Lo primero de todo, es necesario definir el área de influencia. Para la mayor parte de los usos, el área de influencia es la zona barrida por un círculo de 300m de radio, que es la distancia que se estima que puede recorrer una persona en cinco (5) minutos. Sin embargo, para otros casos como puede ser en la vivienda, comercios, pubs, restaurantes y cafeterías, se considera un área de influencia de entre 150-200m de radio, ya que se busca obtener una satisfacción inmediata dado que, si la distancia es mayor, las personas van a buscar otro estacionamiento más cercano a dichas zonas.

Para elaborar este estudio, se emplearán los recuentos efectuados en la zona que se adjuntan en este documento, estimando aquellos datos a los que no se ha tenido acceso.

2. GENERADORES DE DEMANDA

Tal y como se ha expuesto en anejos anteriores y como se puede comprobar en este de un modo más detallado, el área en la que se sitúa el aparcamiento es una zona con una elevada demanda de estacionamiento.

El mayor generador que hay que tener en cuenta en esta área, es la cercana ubicación del centro sanitario del barrio de Repelega que carece de aparcamiento. Esto, hace que no cubra la demanda prevista de médicos, enfermeros, visitantes y demás trabajadores que acuden a este centro, por lo que se verían altamente beneficiados de este nuevo aparcamiento situado a escasos metros de dicha zona.

Por otra parte, en esta zona existen un gran número de edificios que no tienen de garaje propio, por lo que una gran parte de las personas afectadas que acudirán al aparcamiento serán propietarios de los edificios de la zona, que adquirirán plazas en alquiler horario o mensual, así como visitantes se estas viviendas.

Además, dado que la zona de influencia del proyecto abarca un gran número de lugares de ocio, restaurantes y cafeterías, ésta será también una de las principales causas que satisfará el aparcamiento, y que serán usadas tanto por los usuarios de estos servicios como por los propios trabajadores que adquieran plazas de alquiler horario o mensual.

Es por ello que el aparcamiento será mixto, es decir, se destinarán un determinado porcentaje de plazas para el colectivo público y otra parte al alquiler por parte de los interesados anteriormente citados.

En resumen, los principales generadores de demanda de la zona son los siguientes:

- Centro sanitario
- Viviendas de la zona
- Locales comerciales
- Zonas de ocio

3. DEMANDAS DE PLAZA EN EL AREA DE ESTUDIO

A continuación, se elabora el estudio de la demanda, que se apoyará de los recuentos efectuados en la zona para cada uso de suelo, a los que se le aplica unos estándares para obtener las dotaciones correspondientes, y que sumadas, proporcionaran la demanda bruta. Esta demanda bruta, no es una demanda real, sino la que se obtendría si todas las plazas obtenidas se demandasen simultáneamente, sin tener en cuenta la existencia de otros aparcamientos.

Para obtener esta demanda, se sumarán todas las dotaciones afectadas por un coeficiente de ponderación que refleja la probabilidad de que se ocupe la totalidad de la dotación. Esta operación se realizará con distintas combinaciones y coeficientes, para así representar distintas situaciones posibles, y seleccionar posteriormente la más desfavorable, es decir, la que demande un mayor número de plazas.

Después se descontará a esta demanda bruta los aparcamientos disponibles, se obtendrá la demanda potencial y a partir de este porcentaje, quitando las plazas de alquiler mensual, se obtiene la demanda simultánea.

En las tablas que aparecen más oscuras, son los criterios comunes que se han utilizado para obtener la demanda de plaza en el área de estudio.

(*)Para la realización de este anejo, al no tener datos en ningún lugar, se a procedido a pasar por cada centro, restaurante, calles... e ir preguntando al personal de dichos puestos sobre el número de empleados superficies etc. para obtener así la demanda definitiva.

3.1 VIVIENDAS

RESIDENTES	EDIFICIOS CON GARAJE	0 plazas por cada vivienda
	EDIFICIOS SIN GARAJE	1 plaza por cada vivienda
VISITANTES	1 plaza por cada 4 viviendas	

A continuación, se mostrarán las demandas de las calles adyacentes de la zona, dentro del área de influencia con radio de 175 metros:

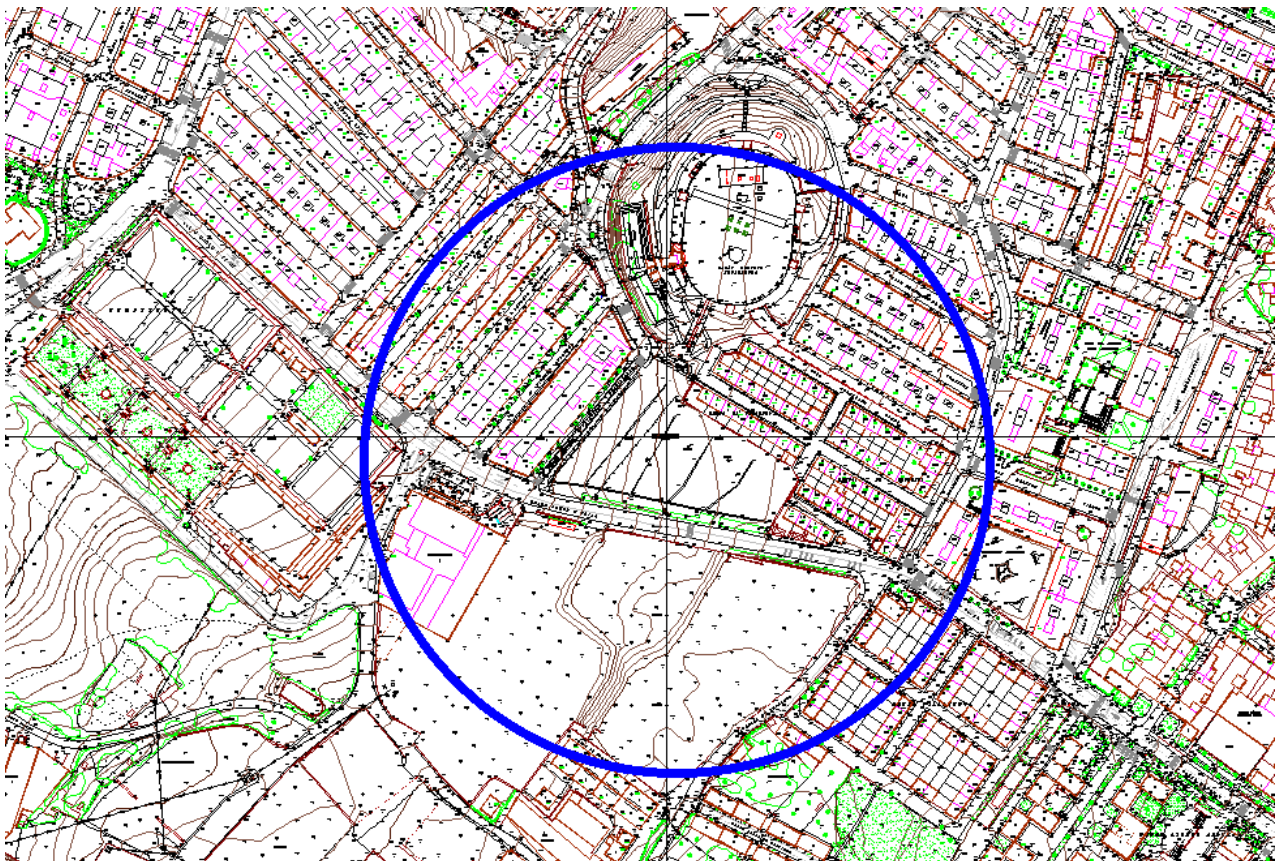


IMAGEN 1. "ÁREA DE INFLUENCIA DE LA ZONA DE ESTUDIO CON RADIO DE 175 M"

- **CALLE RAMON Y CAJAL**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	16	16	4

- **CALLE JUAN ANTONIO ZUNZUNEGI**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	140	140	35

- **CALLE VICENTE DORAÑONA**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	15	0	4
Sin garaje	107	107	27

- **CALLE FRANCISCO BERRIOZABAL**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	54	54	14

- **GRUPO EL PROCESO**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	66	66	17

- **CALLE LUIS FERNANDEZ GOMEZ**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	140	140	35

- **CALLE ANGEL CHOPITEA**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	90	90	23

- **CALLE FRANCISCO DE GOYA**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	0	0	0
Sin garaje	75	75	19

- **AVENIDA DE REPELEGA**

EDIFICIOS	Nº DE VIVIENDAS	DOTACION	
		Residentes	Visitantes
Con garaje	140	0	35
Sin garaje	120	120	30

Se obtendrá una dotación total de 1051 plazas demandadas, las cuales 1012 son para viviendas sin garaje y 39 corresponde a las viviendas con garaje.

3.2 VARIOS

- **CENTROS DE SALUD**

El ambulatorio no cuenta con parking propio, por lo que tendrá que cumplir las siguientes características:

PERSONAL	1 plaza por directivo 1 plaza por doctor 1 plaza por cada 3 no facultativos 1 plaza por cada 3 empleados
CLIENTES	1 plaza por cada 2 salas de consultas 1 plaza por cada 3 de pruebas

NOMBRE DEL LOCAL	Nº DE EMPLEADOS	Nº SE SALAS DE PRUEBAS	Nº DE SALAS DE CONSULTA	DOTACION	
				Personal	Usuarios
Centro de Salud de Repelega	90	30	60	50	45

Se obtendrá una dotación total de 95 plazas que se demandarán.

- **LOCALES COMERCIALES**

Se considera como local comercial todo aquel establecimiento en el que se produzca la venta o alquiler de todo tipo de productos: pan, artículos de alimentación, ropa, calzado, joyas, bisutería, complementos, libros, aparatos de uso doméstico, muebles...; así como farmacias, ópticas, imprentas, servicios de copia de documentos, lavanderías reparaciones de calzado, talleres de reparación de vehículos, salones de belleza y peluquerías.

Los datos de la superficie se obtendrán gracias a la página web de "Catastro Bizkaia".

PERSONAL	1 plaza por cada 100 m² de superficie construida
CLIENTES	1 plaza por cada 25 m² de superficie construida

NOMBRE DEL LOCAL	SUPERFICIE (m ²)	DOTACION	
		Personal	Cientes
Goizalde	77,28	1	3
MRW	83,58	1	3
Calzados Niza	43,54	1	2
Pescados Manolo y Lorena	28,90	1	1
Peluquería Zensei	20	1	1
Joyería Sedano	36,73	1	2
Tejados y Reformas Imper	16,41	1	1
Rincón de la sonrisa	43,06	1	2
Kerala	55,91	1	2
Mercado Repelega	621,5	6	24
Neumáticos Barri	103,61	1	4
Colchones y Somieres Víctor Miranda	105,89	1	4
Farmacia María Jesús	39,87	1	2

Por lo que se obtendrán una dotación de 69 plazas total demandadas.

- **RESTAURANTES Y CAFETERIAS**

A continuación, se detallarán los bares y cafeterías más próximos en un radio de 175 m de la zona de estudio.

PERSONAL	1 plaza por jefe 1 plaza por cada 3 empleados
CLIENTES	1 plaza por cada 3 asientos disponibles para los clientes

NOMBRE DEL LOCAL	Nº DE EMPLEADOS	Nº DE ASIENTOS	DOTACION	
			Personal	Cientes
Bar Vironia	1	10	1	4
Restaurante Mari	3	30	1	10
Cafetería Monteserin	1	15	1	5
Bar baserri	3	30	1	10
Café bar Arboladi	1	15	1	5
Kebap	1	10	1	4
Casa de Andalucía	4	40	2	14
Bar Andoni	1	20	1	7
Bar 5 Avenue	2	20	1	7
Batzoki Repelega	4	40	2	14
Legends Bar	1	15	1	5
Café Goya Bar	1	15	1	5
Bar Iglesias	2	20	1	7
Bar Meñaka	1	10	1	4

Por tanto, se obtendrán un número total de 117 plazas demandadas.

- **BANCOS**

Se expondrán los bancos más cercanos del futuro parking que cumplan las siguientes características:

PERSONAL	1 plaza por cada directivo 1 plaza por cada 4 empleados
CLIENTES	1 plaza por cada 10m² de superficie para uso de los clientes

NOMBRE DEL LOCAL	SUPERFICIE (m ²)	Nº DE EMPLEADOS		DOTACION	
		Directivos	Comunes	Personal	Clientes
Laboral Kutxa	81,70	1	3	2	8
CaixaBank	138,50	2	5	4	13
Caja Rural Navarra	93	2	4	3	9

Por tanto, se obtendrían una demanda total de 39 plazas.

- **OFICINAS Y LOCALES ADMINISTRATIVOS**

Se considerarán aquellos locales como son las gestorías, bancos, asesorías, agencias de seguros, inmobiliarias... que cumplan las siguientes características:

PERSONAL	1 plaza por cada 25m² de superficie
VISITANTES	10% de la dotación por superficie

NOMBRE DEL LOCAL	SUPERFICIE (m ²)	DOTACION	
		Superficie	Visitantes
Adex Gestión Empresarial	12,83	1	1
Inmobiliaria Chomon Portugalete	47,56	2	1

Por lo que se obtendrá una dotación total de 5 plazas.

- **CENTROS EDUCATIVOS**

A continuación, se detalla el centro de educación secundaria que será afectado debido al ser el más cercano al área de estudio. Este, tiene que reunir las siguientes características:

PERSONAL	1 plaza por cada 2 miembros presentes
USUARIOS	0 plazas por cada estudiante

NOMBRE DEL LOCAL	Nº DE EMPLEADOS	Nº DE ALUMNOS	DOTACION	
			Personal	Estudiantes
Colegio Antonio Trueba	20	150	10	0
Colegio Virgen de la Guía	35	300	18	0

Se obtendrán una dotación de 28 plazas demandadas.

- **CLINICAS**

PERSONAL	1 plaza por cada empleado
CLIENTES	1 plaza por cada sala de consulta

NOMBRE DEL LOCAL	Nº DE EMPLEADOS	Nº DE SALAS DE CONSULTA	DOTACION	
			Personal	Clientes
Fisioterapia Mendikoa	6	6	6	6
Clínica Veterinaria Etxelagun	2	3	2	3

Por tanto, se obtendrían un total de 17 plazas demandadas.

- **CENTROS DEPORTIVOS**

Cerca del área de estudio, se encuentra el polideportivo municipal "Pando Aisia" que abarca numerosas actividades como puede ser piscina, gimnasio, actividades de pádel... Este no se tendrá en cuenta ya que tiene parking propio y satisface adecuadamente a la demanda expuesta.

COMBINACIONES DE LAS DOTACIONES

Una vez adquiridas todas las dotaciones totales, se realiza una ponderación para así obtener las situaciones más desfavorables de ocupación de dicho parking, escogiendo finalmente la más adversa de todas.

Para el cálculo de la demanda del futuro aparcamiento, habrá que tener en cuenta que las puntas de dicha demanda ocurrirán por las mañanas, ya que es el horario habitual que permanecerán la mayor parte de tiempo abiertos como pueden ser las oficinas, bancos y locales comerciales. En el horario de tarde y los fines de semanas, en cambio, la mayoría de los locales administrativos, bancos, centros de salud y educativos.... Permanecerán cerrados y las cafeterías y restaurantes estarán abiertos al público.

Las combinaciones de las dotaciones estimadas se muestran en la siguiente tabla, aplicando un factor de reducción conveniente a cada una de ellas:

USO	COMBINACIONES					
	COMBINACION 1		COMBINACION 2		COMBINACION 3	
	Diurno laboral		Diurno fin de semana		Nocturna	
	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL
VIVIENDAS	50	526	50	526	100	1051
CENTROS DE SALUD	100	95	50	48	0	0
LOCALES COMERCIALES	100	69	50	35	0	0
RESTAURANTES Y CAFETERIAS	100	117	100	117	100	117
BANCOS	100	39	25	30	0	0
OFICINAS Y LOCALES ADMINISTRATIVOS	100	5	0	0	0	0

CENTROS EDUCATIVOS	100	28	0	0	0	0
CLINICAS	100	17	25	13	0	0
TOTAL		896		769		1168

Se escogerá la combinación más desfavorable, es decir, la que ofrezca una mayor demanda. En este caso, corresponde a las horas nocturnas de cualquier día entre semana, debido a que en la zona de Repelega sus viviendas carecen de garajes propios y no hay aparcamiento disponible para todos ellos cuando la gente regresa a sus casas. Por ello, se supone una demanda bruta de 1168 plazas.

4. OFERTAS DE PLAZA EN AREA DE ESTUDIO

En el siguiente apartado, se estudiará aproximadamente el número de plazas que existen en la zona de influencia del aparcamiento. Para ello, se analizarán los aparcamientos singulares situados en de la zona de influencia, en este caso corresponde a un único aparcamiento de pago, y los aparcamientos viarios en superficie.

Los aparcamientos de los colegios no se tendrán en cuenta, ya que estos centros educativos no tienen parcela dentro del propio centro, por lo que no se realizará ningún análisis.

4.1 APARCAMIENTO SINGULAR

Para continuar, se expone el único aparcamiento subterráneo de pago existente en la zona de influencia, señalando el número de plazas que este contiene. De esta manera, se podrán observar las características más básicas que pueden tener todos los aparcamientos del municipio y así, servir de base para la ejecución del futuro aparcamiento.

Por otro lado, para saber cuántas plazas hay que restar a la demanda bruta, habrá que solapar las zonas de influencia de este y de los otros aparcamientos que se van a estudiar mediante círculos de radio de 300m. Después, se descontará el porcentaje común sobre las plazas totales que se obtuvieron anteriormente. Esto no es del todo efectivo, ya que habría que tener en cuenta las tarifas de todos los aparcamientos del municipio, la ocupación...

El único parking existente en el área de influencia es el aparcamiento Indigo - San Roque y al representar la intersección entre la circunferencia de radio de 300 m y la de la zona de estudio, se puede observar que ocupa un tercio de toda la circunferencia del área de estudio. Esto quiere decir que el aparcamiento Indigo de San Roque está muy próximo al futuro parking que se va a realizar y tienen muchas calles en común en su zona de influencia, por tanto, se considerará aplicar una reducción de plazas de un 70%.

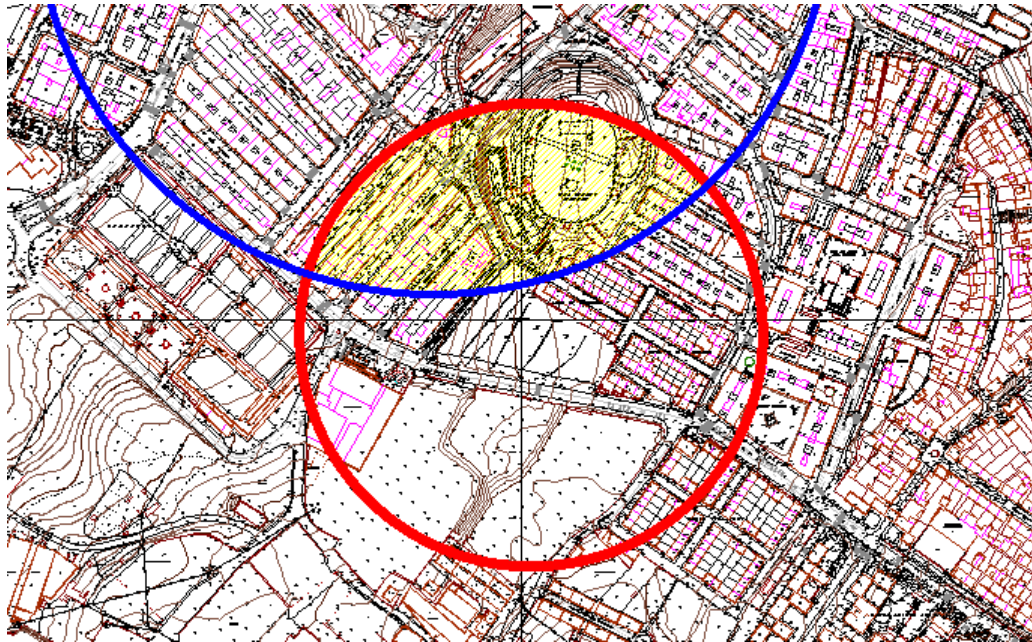


IMAGEN 2. "INTERSECCIÓN ENTRE EL APARCAMIENTO SINGULAR EXISTENTE Y EL FUTURO APARCAMIENTO"

APARCAMIENTO	TIPO	Nº PLAZAS	% DESCUENTO	Nº PLAZAS DESCONTADAS
San Roque	Publico	182	70	127
TOTAL				127

4.2 APARCAMIENTO VIARIO EN SUPERFICIE

Para descontar de la demanda bruta las plazas gratuitas que existen en superficie, se hará de un modo aproximado.

Para ello, se realizará una observación del número de plazas que existen en batería y en línea, realizando las correspondientes mediciones sobre el plano de las calles, y se divide entre los metros que ocupa una plaza, en su caso, 5 metros. Hay que tener en cuenta en descontar los vados y los pasos de peatones.

Se consigue un total de 283 plazas de aparcamiento disponibles en el viario de superficie.

5. DEMANDA POTENCIAL

Para obtener la demanda potencial, se descontarán a la demanda bruta obtenida en el apartado anterior, la demanda tanto en aparcamientos singulares como en aparcamientos viarios.

La demanda potencial es aquella que ocupa el aparcamiento en las condiciones más desfavorables posibles, es decir, que todo cliente quiera ocupar la plaza de dicho aparcamiento en el mismo instante. Se calcula de la siguiente manera:

DEMANDA BRUTA	-	APARC. SINGULARES	-	APARC. VIARIO	=	DEMANDA POTENCIAL
1168		127		283		758

Por otro lado, la demanda simultanea es aquella que se puede ocupar en un instante determinado, es decir, una probabilidad. Esta se calcula contando todas las plazas de alquiler mensual o destinadas a la venta y las de un porcentaje de alquiler horario, que son las que se supone que pueden ocupar el aparcamiento a la vez.

PLAZAS DE ALQUILER MENSUAL O VENTA

Se considerará un porcentaje del 10% aquellas viviendas que no dispongan de garaje y quieran adquirir una plaza aparcamiento de alquiler mensual y un 5% a las viviendas que contengan garaje.

Para edificios con garaje se hará la suma de todas las viviendas que tienen garaje y los mismo, para aquellos que no dispongan de aparcamiento.

EDIFICIOS CON GARAJE	EDIFICIOS SIN GARAJES
155	808
5%	10%
8	81

Por otro lado, habrá que tener en cuenta que un pequeño porcentaje de trabajadores tanto de los centros educativos como del centro sanitario de la zona, podrían estar interesados en adquirir una plaza de aparcamiento. Se considerará un porcentaje del 5% para todos los centros y de ahí, se obtendrá la dotación total de cada uno de ellos.

CENTRO	DEMANDA	PLAZAS PROPIAS	DIFERENCIA	% PORCENTAJE	DOTACION
Centro de salud de Repelega	95	0	95	5	5
Colegio Antonio Trueba	10	0	10	5	1
Colegio Virgen de la Guía	18	0	18	5	1
TOTAL					7

En resumen, se obtendrán 96 plazas de aparcamiento de alquiler mensual o venta, repartidas de la siguiente manera:

EDIFICIOS CON GARAGE	EDIFICIOS SIN GARAJE	CENTROS	TOTAL
8	81	7	96

PLAZAS DE ALQUILER HORARIO

Para obtener el número de plazas que van a ser ocupadas por un instante determinado en el tiempo, se considerara un porcentaje de diferencia del 20% de la demanda potencial, restando previamente a estas las plazas de alquiler mensual y venta.

DEMANDA POTENCIAL	758
PLAZAS DE ALQUILER MENSUAL O VENTA	96
DIFERENCIA	662
20% DIFERENCIA	133
TOTAL PLAZAS DE ALQUILER HORARIO	133

Por tanto, para obtener la demanda simultanea total, es decir, el número de plazas que pueden ser ocupadas simultáneamente, solo habrá que sumar el total de las plazas de alquiler mensual o venta y las

plazas totales de alquiler horario. Así, se obtendrá el número de plazas totales que tendrá dicho aparcamiento.

DEMANDA SIMULTANEA	
ALQUILER MENSUAL O VENTA	ALQUILER HORARIO
96	133
229	

En resumen, el número de plazas que debería disponer nuestro aparcamiento será de unas 229 plazas.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 6- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	OBJETO DEL ANEJO	2
2.	ANTECEDENTES.....	2
3.	CONDICIONANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
4.	DATOS DE PARTIDA	3
5.	NORMATIVA APLICABLE	3
6.	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO INTERIOR.....	4
6.1.	DIMENSIONES DE LAS PLAZAS DE APARCAMIENTO.....	4
6.2.	NUMERO DE PLAZAS.....	5
6.3.	ANCHURA DE LOS PASILLOS.....	5
6.4.	GIROS.....	6
6.5.	ALTURA LIBRE	7
6.6.	RAMPAS	7
6.7.	DISTANCIA A ELEMENTOS ESTRUCTURALES	8
6.8.	ACCESOS PEATONALES	8
6.9.	ZONA DE INSTALACIONES	9
6.10.	LAS RAMPAS DE ENTRADA Y SALIDA	9
7.	ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS.....	9
7.1	Alternativa 1.....	9
7.2	Alternativa 2.....	11
7.3	Alternativa 3.....	12
7.4	cuadro resumen.....	13
8.	ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	13
9.	EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS.....	13
9.1	Aspecto Económico.....	13
	ALTERNATIVA 1.....	15
	ALTERNATIVA 2.....	15
	ALTERNATIVA 3.....	15
9.2	Aspecto Funcional.....	16
9.3	Aproximación a la Demanda	16
10.	SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA.....	17
	APÉNDICE:.....	18

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1.	“RELACIÓN ANCHO PLAZA- ANCHO PASILLO COCHE TIPO GRANDE, OBTENIDA DEL LIBRO “LA GEOMETRÍA EN EL PROYECTO DE APARCAMIENTO” REDACTADO POR MANUEL SOBREVUELA”	6
IMAGEN 2.	“CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS VEHÍCULOS TIPO, SEGÚN LA BIBLIOGRAFÍA DE MANUEL SOBREVUELA” ...	7
IMAGEN 3.	“LÍMITE DE 50 METROS ENTRE ACCESOS PEATONALES SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL CTE-DB-SI”	8

1. OBJETO DEL ANEJO

La finalidad del presente anejo consiste en estudiar las diferentes alternativas que se pueden realizar a la hora de ejecutar dicho aparcamiento subterráneo y la urbanización de la superficie. Dependiendo de su distinta valoración tanto en aspecto económico, estético o funcional, se escogerá una alternativa u otra.

2. ANTECEDENTES

Con el objetivo de solucionar los problemas que actualmente existen en el aparcamiento, debido a las insuficientes plazas de aparcamiento para cubrir la demanda de la zona de influencia y el hábito creciente de poseer más de un vehículo por vivienda, el parking actual de superficie es inadecuado y mal distribuido por lo que se ha decidido hacer un aparcamiento subterráneo para disminuir estas características principales.

También hay que comentar, que los días que se realiza el mercadillo, los aparcamientos quedan inservibles durante un periodo de tiempo determinado ya que, en su lugar, se colocan puestos ambulantes. Por consiguiente, se originan estacionamientos de los vehículos en la calzada que transcurre por la calle Ramon y Cajal, que generan retenciones y dificultan de manera considerable el tráfico de la zona.

Hay que añadir, que la situación del futuro aparcamiento se encontrará en una zona urbana ocupada en gran medida por locales comerciales y administrativos, restaurantes y cafeterías, bancos, centros educativos y un centro sanitario como se ha mencionado anteriormente, por lo que se producirá una elevada concentración de personas en los alrededores de dicho aparcamiento.

3. CONDICIONANTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como ya se ha mencionado en anejos anteriores, el área en la que se sitúa el aparcamiento es una zona con una elevada demanda de estacionamiento debida a los habitantes de las calles colindantes cuyos edificios no tienen garaje propio, como por el escaso aparcamiento que hay en el municipio de Portugalete. También cabe destacar, la influencia de un gran número de lugares de ocio, locales comerciales... como ya se ha explicado en el "Anejo nº5, Estudio de la demanda".

Se puede comentar, que en la zona de influencia existe un total de 963 viviendas y si se considera una media de 2,5 habitantes por vivienda, se obtendrá una población total en el área de influencia de 2408 personas. Hay que comentar que estos habitantes no son los generadores principales de la demanda, sino los equipamientos que utilizan como pueden ser los vehículos.

El principal condicionante son los grandes números de locales comerciales, centros educativos, bancos, restaurantes y cafeterías, centro sanitario... que existen en el área de estudio y tienen una mayor necesidad de obtener una plaza de garaje, ya que sus usuarios en el horario laboral serán los que lo usen realmente.

En este momento, el aparcamiento en superficie se encuentra mal distribuido existiendo plazas en batería o en línea cortando zonas de paso de otros vehículos y a la hora de realizar los giros con dichos automóviles, se obstaculizan con los que están estacionados dificultando así las maniobras.

Aun así, debido a la mala distribución de las plazas de estacionamiento y la elevada demanda generada por lo comentado anteriormente, el aparcamiento público de Indigo ubicado en San Roque no cubre toda la demanda generada y está situado más alejado de la zona de influencia, y por tanto habrá que añadir otro estacionamiento subterráneo en esta zona para satisfacer dicha demanda.

A la hora de los condicionantes físicos destacables dentro del área de estudio, se puede encontrar la plaza de Darío Regoyos con la que se unirá la superficie del futuro aparcamiento. Esto, será uno de los

principales condicionantes que se reflejará en la elección de la alternativa más favorable para elegir la posición más adecuada de la planta del parking que sirva de unión entre dicha plaza y la superficie del aparcamiento.

Por otro lado, hay que tener en cuenta la salida de los vehículos del futuro aparcamiento a las calles colindantes, ya que si se opta por colocar la rampa de salida en la calle Ramón y Cajal provocará retenciones y perturbará el tráfico de dicha vía. Para ello, se decidirá colocar dicha rampa en la calle Francisco Berriozabal, aprovechando así que esta vía es de un único sentido de circulación y no contiene tanta intensidad de tráfico como puede tener la calle Ramón y Cajal.

4. DATOS DE PARTIDA

Una vez que se haya escogido la ubicación del futuro aparcamiento y del número de plazas que este va a contener para satisfacer la demanda exigida, habrá que determinar la distribución interior del parking, es decir, la colocación de las rampas de acceso, los pasillos interiores para peatones, el acceso a los usuarios, localización de los aseos, circulación interior de los vehículos, señalización, tamaño de las plazas de garaje, escaleras, ascensores y otros datos de diseño que se comentaran más adelante.

Para realizar el diseño interior, se ha seguido la normativa del Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete (2017), en el artículo 7. Propuesta de ordenación más concretamente en el 7.7. Red viaria.

Previamente, se definirán unas pautas básicas de diseño y se fijarán los criterios de diseño interior que servirán de guía para establecer las alternativas del futuro aparcamiento.

Las pautas básicas de diseño son las siguientes:

- Se aprovechará al máximo el espacio disponible y será lo más cómodo posible para el usuario.
- Las plazas de personas de movilidad reducida estarán ubicadas lo más próximas posible a la zona donde se sitúe el ascensor, para que estos tengan una mayor comodidad.
- Se inclinará hacia la opción más económica de todas las posibles.

Los criterios de diseño interior se comentan a continuación:

- Las obras de ejecución se realizarán lo más rápido posible, con el fin de que no afecte a los residentes de la zona.
- Se realizarán estructuras sencillas para reducir los plazos de ejecución y minorizar el gasto de estas.
- Los recorridos en el interior del aparcamiento serán simples y lo más sencillos posibles.

5. NORMATIVA APLICABLE

El objetivo de este anejo consiste en definir las alternativas que se expondrán posteriormente, donde estas deberán de cumplir una serie de características básicas para que garanticen el cumplimiento de la normativa específica, como son las ordenanzas municipales y las normas básicas de edificación. (aparece más detallado en el "Anejo nº1: Objeto del Proyecto y Marco Legal").

Por tanto, para la ejecución de un aparcamiento en el municipio de Portugalete, será necesario tener en cuenta la siguiente normativa:

- Plan General de Ordenación Urbana de Portugalete (2017)
- El Código Técnico de la Edificación (CTE)
- REAL DECRETO. 556/89 de 19 Mayo. "Medidas Mínimas sobre Accesibilidad en los Edificios."

- Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero de 2010 por el que se modifica el Código Técnico de Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad.
- Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio
- DECRETO 68/2000, de 11 de abril por el que se aprueban las “Normas técnicas sobre condiciones de accesibilidad de los entornos urbanos, espacios públicos, edificaciones y sistemas de información y comunicación”.
- Guía de la aplicación de la normativa técnica vigente en materia de accesibilidad en la comunidad autónoma del País Vasco (Julio 2012)

6. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO INTERIOR

A la hora del diseño interior del futuro aparcamiento, en función del tipo de vehículo que se va a estacionar, se dimensionaran unas plazas de aparcamiento u otras, es decir, plazas normales y plazas para personas de movilidad reducida, el número de estas, ancho de pasillos, radios de giro mínimos y rampas de acceso a dicho garaje.

Por otro lado, el diseño interior del parking también estará condicionado por el uso que se le vaya a dar, es decir, si tiene un uso público o privado. En este caso, el uso del futuro aparcamiento es público, por lo que los usuarios cuando entren al garaje desde la calle, tendrán una luz inferior, por lo que el recorrido hacia sus vehículos deberá de ser los más sencillo posible, evitando maniobras complicadas tanto para aparcar como para llegar hacia sus automóviles.

Para seguir los pasos en el criterio de diseño, se seguirá el libro “La geometría en el proyecto de aparcamiento” redactado por Manuel Sobrevuela.

6.1. DIMENSIONES DE LAS PLAZAS DE APARCAMIENTO

Según la ordenanza municipal de Portugalete, las dimensiones mínimas para las plazas de aparcamiento son las siguientes:

- Los vehículos de dos ruedas, tendrán unas dimensiones mínimas de 1,50 x 2,50 metros.
- Aquellos vehículos de cuatro ruedas de tamaño estándar (automóviles), tendrán unas dimensiones mínimas de 2,20 x 4,50 metros.
- Los vehículos de cuatro ruedas que se consideran de tamaño grande (furgonetas), tendrán unas dimensiones mínimas de 2,70 x 6,00 metros. Hay que añadir que, no se admitirán en el interior del aparcamiento furgonetas con un peso superior de 3.500 kg

En el futuro aparcamiento se dispondrán plazas con las mismas dimensiones, exceptuando aquellas que son para vehículos de dos ruedas, para así evitar las complicaciones que se pueden producir. Para ello, se realizarán plazas de 2,50 x 5,00 metros con un ángulo de 90º respecto al pasillo, ya que esta posición es la que menos espacio ocupa y permite realizar las maniobras de entrada y salida de la plaza con más facilidad. Asimismo, se incorporarán plazas para vehículos de dos ruedas con las dimensiones expuestas anteriormente.

Hay que añadir, que se situaran plazas para personas de movilidad reducida según indica la “Normativa Técnica Vigente en Materia de Accesibilidad en la Comunidad Autónoma del País Vasco” que se añade a continuación.

NUMERO Y TAMAÑO DE PLAZAS PARA PERSONAS DE MOVILIDAD REDUCIDA

Tal y como se expone en la “Ordenanza Municipal de Portugalete” indica que “En todos los aparcamientos, independientemente de su titularidad y uso público o privado, el número mínimo de plazas reservadas para vehículos que transporten pasajeros minusválidos, así como su emplazamiento y dimensiones, se ajustará a lo dispuesto en el Decreto Autonómico 68/2000, de 11 Abril, que desarrolla la Ley Autonómica 20/1997, de 4 de diciembre, por la que se aprueban las Normas Técnicas sobre Condiciones de Accesibilidad de los Entornos Urbanos, Espacios Públicos, Edificaciones y Sistemas de Información y Comunicación, o normativa que lo sustituya”. En todo caso como mínimo se cumplirán las siguientes condiciones:

- El número mínimo de plazas reservadas para personas de movilidad reducida no podrá ser menor de una por cada 40 o fracción.
- Las plazas se reservarán preferentemente en las plantas situadas a nivel de calle, para facilitar la evacuación en caso de emergencia, y en todo caso, junto a las zonas de acceso peatonal.
- Las dimensiones mínimas de las plazas reservadas para personas de movilidad reducida serán 3,60 x 5,00 metros en el caso de aparcamientos en batería.

6.2. NUMERO DE PLAZAS

Como ya se ha comentado en el “Anejo nº5: Estudio de Demanda”, todas las alternativas que se realicen en este documento estarán basadas en la más próxima a la demanda del proyecto, es decir, 229 plazas de aparcamiento. Si el número es inferior a este, sería insuficiente para satisfacer la demanda que se prevé, y un número mayor al comentado haría que el proyecto no fuese rentable, ya que los usuarios que vayan a utilizar el garaje no lo ocuparían entero.

6.3. ANCHURA DE LOS PASILLOS

Para el estudio de la dimensión del estacionamiento, se debe tener en cuenta el “barrido” que debe efectuar el vehículo cuando vaya aparcar.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la disposición elegida para el estacionamiento de los vehículos es de 90º, ya que esta posición es la que menos espacio ocupa y permite realizar las maniobras de entrada y salida de la plaza con más facilidad.

Para determinar el ancho del pasillo, se harán todos los análisis correspondientes considerando las dimensiones de un coche grande, de modo que así los más pequeños podrán realizar las maniobras con mayor comodidad y facilidad. En la siguiente gráfica, obtenida del libro “La geometría en el proyecto de aparcamiento” redactado por Manuel Sobrevuela, se puede observar que para un vehículo grande de 2,50 metros de ancho y un estacionamiento de 90º grados, se obtendría un ancho de pasillo de 5 metros, lo cual cumplen con la normativa municipal de Portugalete que establece un mínimo de 5,00 metros para carriles de doble circulación y de 3,00 metros para unidireccional.

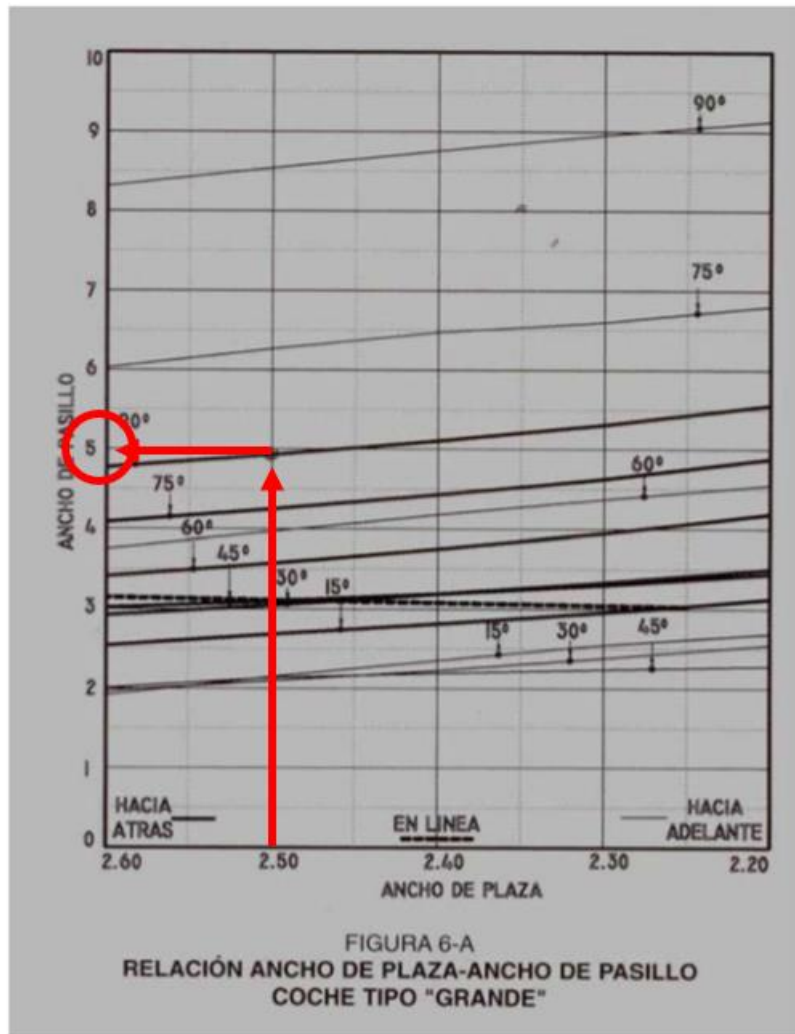


IMAGEN 1. "RELACIÓN ANCHO PLAZA- ANCHO PASILLO COCHE TIPO GRANDE, OBTENIDA DEL LIBRO "LA GEOMETRÍA EN EL PROYECTO DE APARCAMIENTO" REDACTADO POR MANUEL SOBREVUELA"

En el futuro aparcamiento se diseñan pasillos de un único carril, unidireccionales, de 5,00 metros de ancho con un sobre ancho de 0,80 metros a cada lado para el tránsito de peatones. Se puede excluir el pasillo donde se conecta con la rampa de salida y entrada que cuyo ancho medio de 6,87 metros.

6.4. GIROS

A la hora de analizar los movimientos que realiza un vehículo, hay que estudiar en detalle el radio de giro de estos, puesto que con una trayectoria rectilínea ninguno de estos tendría problema. Se puede decir, que a mayor radio de giro se podría obtener una mayor comodidad y rapidez de circulación.

Para la hora de realizar los cálculos y así obtener el radio de giro mínimo que tienen que realizar los automóviles, se utilizara las dimensiones de un coche tipo grande, ya que los vehículos mas pequeños a este tendrán mayor facilidad y comodidad para realizar dichas maniobras.

Los parámetros de un coche tipo grande son los siguientes, siguiendo en todo caso, la bibliografía comentada:

- Longitud: 4,90 metros
- Ancho: 1,85 metros

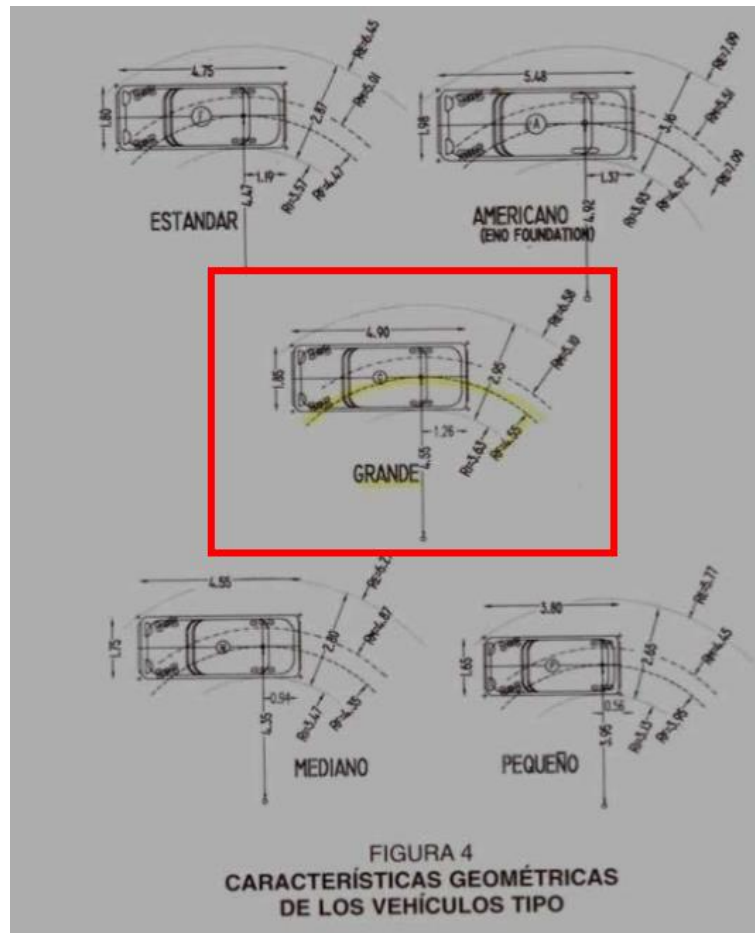


IMAGEN 2. "CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS VEHÍCULOS TIPO, SEGÚN LA BIBLIOGRAFÍA DE MANUEL SOBREVUELA"

Los giros más frecuentes son aquellos de 90° y 180°, que normalmente se realizan en sentido contrario a las agujas del reloj, pero en este caso, se considerarán giros en ambos sentidos.

Cuando se habla de giros se supone que el vehículo está parado a la hora de realizar el movimiento. Se utilizará una clotoide como curva para definir estos giros, ya que si el volante gira a una velocidad constante, el culo del coche definirá una curva como la mencionada. Por lo que para realizar un giro de 90°, se compara una curva circular con un radio de giro mínimo de 4,55 metros y una clotoide con un parámetro $A = 5,70$ metros (este dato está sacado de la bibliografía mencionada). Se puede observar que la diferencia entre ambas es muy pequeña por lo que se opta realizar las curvas circulares con un radio de 4,55 metros.

Por tanto, se dimensionan los giros para una trayectoria de 90° con radios de circunferencia de 6 metros con lo que se respetará la normativa vigente del "Plan de Ordenanza de Portugalete".

6.5. ALTURA LIBRE

La altura libre mínima que se comenta en el "Plan de Ordenanza Municipal de Portugalete" es de 2,20 metros en todos los puntos y será posible reducirla en las zonas de circulación con canalizaciones y otros elementos constructivos a 2,00 metros, pudiendo reducirse en el fondo de parcela hasta un mínimo de 1,80 metros. En este proyecto se tendrá una altura libre de 2,70 metros entre la cota superior de la losa hasta la cota inferior del forjado de la planta de la urbanización que se sitúa arriba, dándole así una anchura de 0,30 metros de forjado.

6.6. RAMPAS

Como se indica en el “Plan de Ordenanza Municipal de Portugalete”, las rampas rectas no sobrepasarán la pendiente del 16% y en tramos curvos no sobrepasarán la pendiente del 12%. La anchura media de dichas rampas será de 3 metros.

En este proyecto las rampas serán rectas ya que se permite una mayor pendiente, en este caso de 16%, y tendrán una ocupación en planta de 19 metros.

Se colocarán unas mesetas de espera en las rampas tanto de entrada como de salida, para no obstaculizar el tráfico de las vías a las que dan dichas salidas. Estas mesetas tendrán un ancho mínimo de 3 metros, tal y como marca la normativa vigente del “Plan de ordenación de Portugalete”.

6.7. DISTANCIA A ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Como se puede observar, se colocarán los pilares con una disposición geométrica lo más ajustada posible a la geometría de la plaza, para que no interrumpan la circulación de los vehículos. Entre pilares se tomará una luz media de 7,5 metros, quitando en una zona del parking donde dicha luz tendrá una distancia de 13,43 metros. En esta zona, se realizará una viga reforzada para que los esfuerzos se trasmitan a los pilares correspondientes y así, estos aguanten la sobrecarga que habrá encima.

Los pilares tendrán unas dimensiones de 60 x 40 cm y estarán centrados sobre las zapatas aisladas.

6.8. ACCESOS PEATONALES

El CTE-DB-SI marca una serie de criterios que hay que tener en cuenta a la hora de realizar cualquier proyecto.

Para el uso de un aparcamiento, el CTE obliga a colocar un vestíbulo de independencia antes de cada escalera de evacuación, donde estas tienen que estar protegidas. Cualquier punto del aparcamiento tiene que estar ubicado como máximo a una distancia de 50 metros de los accesos, siendo esta distancia el recorrido de evacuación. Para ello se procede a realizar círculos de radio de 50 metros en cada acceso y se observa que no hay ningún punto del aparcamiento que este fuera de estos límites. Con esto y según la normativa del “Plan de Ordenación” de Portugalete, se obtiene el número de accesos peatonales que debe disponer el aparcamiento.

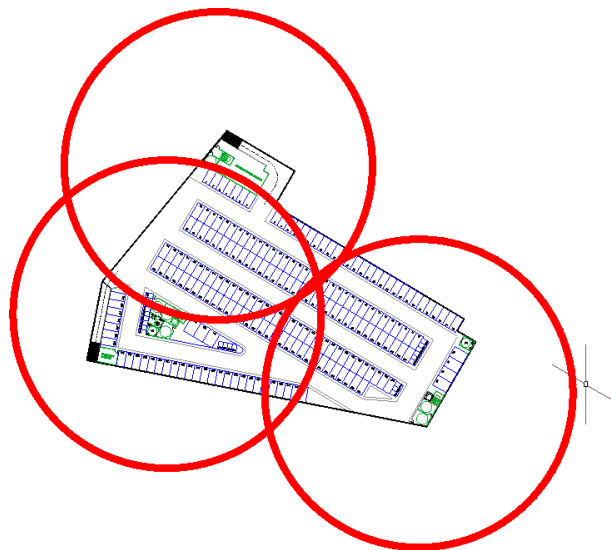


IMAGEN 3. “LÍMITE DE 50 METROS ENTRE ACCESOS PEATONALES SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL CTE-DB-SI”

Las escaleras tendrán una dimensión de 1,25 metros, que cumplirá pautas del CTE-DB-SU. Los vestíbulos tendrán que tener un espacio útil donde una persona con silla de ruedas pueda realizar cualquier

movimiento sin que se vea obstaculizado por algún objeto. Este radio será de 1,80 metros en todos los casos. Como ya se ha comentado, hay que dejar un espacio para el vestíbulo de independencia y otro para el ascensor y escaleras de evacuación.

6.9. ZONA DE INSTALACIONES

Se han destinado zonas en el aparcamiento para ubicar los cuartos de control, baños, zona de instalaciones...

Las zonas de control y los cuartos de instalaciones, se colocarán lo más próximos a las salidas y entradas del dicho aparcamiento para que así, obstaculicen lo menos posible a la geometría del parking.

6.10. LAS RAMPAS DE ENTRADA Y SALIDA

Como ya se ha comentado en el apartado 6.6. de este capítulo, las rampas de entrada y salida tienen que situarse en zonas donde comuniquen con el exterior de la mejor manera posible y no interrumpan el tráfico de las vías donde van a conectarse. Para que esto no ocurra, se opta por que la entrada del parking se efectúe por la calle Ramon y Cajal y esta, contenga una meseta cuya anchura mínima sea de 3 metros. La salida del aparcamiento se realizará por la calle Francisco de Berriozabal y la meseta tendrá las mismas dimensiones que la meseta de entrada.

7. ESTUDIO DE LAS ALTERNATIVAS

En el estudio de alternativas, se escogerá la más óptima para la realización del aparcamiento basándose tanto en la distribución exterior de la parcela del parking como en la ordenación interior de las parcelas para que dicho aparcamiento cubra la demanda generada estudiada en el "Anejo nº5: Estudio de la Demanda". Aparte de lo anterior, también habrá que tener en cuenta factores como el coste económico y funcionalidad a la hora de escoger la alternativa más adecuada.

En referente a la colocación del espacio interior del aparcamiento, se realizarán dos alternativas que ocuparán la mayor superficie de la parcela, mientras que una alternativa ocupará una superficie menor, ya que se intenta realizar que todas sus paredes sean lo más perpendiculares entre sí posibles. También habrá variaciones respecto a los accesos, dos alternativas tendrán 3 accesos para peatones, mientras que otra, tendrá únicamente uno, por lo que esto hará que se escoja una alternativa u otra.

También se puede comentar, que se ha descartado ejecutar un aparcamiento en superficie ya que encima de dicho parking, se realizará un parque para aquellas personas que quieran disfrutar de él y se cree un entorno más agradable para estos usuarios. En días ocasionales, se ubicará un mercadillo como se está haciendo hasta ahora, sin que los vehículos queden estacionados dentro de la vía Ramon y Cajal e influyan en el tráfico.

Hay que añadir, que solo se realiza un sótano en las 3 opciones, ya que se ha comprobado que es suficiente para cubrir la demanda prevista y se ahorra en costes de materiales y estructura.

Las alternativas que se describen a continuación, se pueden observar en los planos del "Apéndice" al final de este anejo.

7.1 ALTERNATIVA 1

En la primera alternativa, se intenta aprovechar todo el área de la parcela que tiene una extensión de 6.552,88 m². Dicha superficie tiene una configuración en planta parecida a la parcela donde se ubica, con el fin de aprovechar todo el espacio posible para realizar el aparcamiento.

En cuanto a las rampas de entrada y salida, se propone una disposición en la cual, la entrada se efectuará por la calle Ramon y Cajal, con una meseta de un ancho de 3 metros, para que los vehículos no obstaculicen ni colapsen la vía mencionada. La rampa de salida, en cambio, se conecta con la calle

Francisco de Berriozabal, que es una vía con menos tráfico que la anterior por lo que los vehículos podrán salir del aparcamiento sin tener que esperar a que tengan un hueco en la corriente del tráfico y así, no interrumpir dicha circulación tanto de la calle como de la salida del parking.

La rampa de entrada tiene una longitud de 19 metros y 3 metros de ancho, y la de salida tiene una longitud de 11 metros y 3 metros de ancho. Ambas rampas tienen una pendiente del 16%.

Se ha proyectado un solo sótano, ya que con la gran superficie de la parcela se cubriría la demanda estudiada con una sola planta.

En cuanto a la distribución interior, se han diseñado pasillos de un único sentido de circulación con un ancho de 5 metros, salvo en las entradas y salidas del parking donde ahí su anchura se incrementa en 6,5 metros para facilitar las maniobras de los vehículos. El espacio por donde van a ir los usuarios a los accesos o a sus plazas de garaje tienen un ancho de 0,80 metros.

Se colocan 3 accesos peatonales que cumplen las pautas del CTE comentadas en el apartado “6.8 Accesos peatonales”.

Se han seleccionado los radios de giro más cómodos y suaves posibles para no realizar cambios bruscos de dirección, la mayoría de los giros son a izquierdas lo que permitirá recorrer todo el aparcamiento hasta el punto de inicio.

El aparcamiento cuenta con dos servicios para gente con una movilidad reducida y un aseo para señoras y caballeros. Éstos, están situados lo más cerca posible de los accesos peatones y los servicios de personas de movilidad reducida están más próximos a las parcelas de estos usuarios para mayor comodidad.

La zona de control está ubicada cerca de la rampa de entrada, para mayor comodidad de vigilancia a la hora de entrada de los vehículos y en prevención de si éstos puedan tener algún problema. Cerca de la rampa de salida se sitúa el cuarto de instalaciones, donde se albergan todos los equipos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones del aparcamiento.

En referencia a las plazas de aparcamiento, esta alternativa propone un total de 231 plazas, que están divididas en 7 plazas para personas de movilidad reducida, 22 plazas para vehículos de dos ruedas y 202 plazas para turismos. Las plazas de los turismos tienen unas dimensiones de 2,5 x 5 metros, la de vehículos a dos ruedas 1,5 x 2,5 metros y para las personas con movilidad reducida sus dimensiones serán 3,6 x 5 metros. Debido a que las dimensiones de las plazas son distintas tanto como para turismos, vehículos de dos ruedas y vehículos para personas con movilidad reducida, se calcula un número de plazas equivalentes, esto quiere decir que a las plazas de turismos (con un ancho de 2,5 metros) habría que sumarle la equivalencia a una plaza de 2,5 metros tanto de vehículos de dos ruedas como la de los vehículos para personas de movilidad reducida.

En la siguiente tabla se explica el proceso para obtener las plazas equivalentes que se ha explicado en el apartado de arriba:

Turismos	202
Vehículos de dos ruedas	22 plazas / 2,5 metros = 8,8 plazas ≈ 9 plazas
Vehículos para personas con movilidad reducida	7 plazas / 2,5 metros ancho = 2,8 plazas ≈ 3 plazas
TOTAL	202 + 9 + 3 = 214 plazas

Por tanto, la superficie destinada a cada plaza sería $6552,88 \text{ m}^2 / 214 \text{ plazas} = 30,62 \text{ m}^2$.

7.2 ALTERNATIVA 2

La segunda alternativa tiene la misma totalidad de superficie que la primera, comprendiendo un área de 6.552,88 m². La configuración de esta planta, como ya se ha mencionado, es la misma que la alternativa primera para así, aprovechar en su totalidad toda la ocupación de la parcela.

Las rampas de salida y entrada son idénticas a las descritas en la primera alternativa. La rampa de entrada mide 19 metros de longitud y 3 metros de ancho, y la de salida, en cambio, tiene una longitud de 11 metros y 3 metros de ancho. Ambas rampas tienen una pendiente del 16%.

La disposición geométrica de la planta es idéntica que la alternativa 1, como ya se ha comentado, es decir, abarca la misma superficie. Lo que ha cambiado ha sido la distribución interior del aparcamiento. Las plazas se han colocado en sentido perpendicular a las de la alternativa primera, obteniendo así un número total de plazas menor que esta.

Los pasillos de circulación son de un único sentido con un ancho de 5 metros, salvo en las entradas y salidas del parking donde ahí su anchura se incrementa en 6,5 metros para facilitar las maniobras de los vehículos. El espacio por donde van a ir los usuarios a los accesos o a sus plazas de garaje tienen un ancho de 0,80 metros, semejante a la alternativa primera. En este caso, también se han colocado 3 accesos peatones, donde todos ellos tiene que cumplir la normativa del CTE donde se han expuesto en el apartado "6.8. Accesos peatonales".

Los radios escogidos en esta alternativa se realizan todos a izquierdas, lo que permitirá recorrer todo el aparcamiento hasta el punto de inicio con movimientos cómodos y suaves para no realizar cambios bruscos de dirección.

El aparcamiento cuenta con dos servicios para gente con movilidad reducida y un aseo para señoras y caballeros. Éstos, están situados lo más cerca posible de los accesos peatones y los servicios de personas de movilidad reducida están más próximos a las parcelas de estos usuarios para mayor comodidad.

Tal y como se ha explicado en la alternativa primera, la zona de control está ubicada cerca de la rampa de entrada para mayor comodidad de vigilancia a la hora de entrada de los vehículos y cerca de la rampa de salida se sitúa el cuarto de instalaciones, donde se albergan todos los equipos necesarios para el funcionamiento de las instalaciones del aparcamiento.

En referencia a las plazas de aparcamiento, esta alternativa propone un total de 210 plazas, que están divididas en 7 plazas para personas de movilidad reducida, 27 plazas para vehículos de dos ruedas y 176 plazas para turismos. Las plazas de los turismos tienen unas dimensiones de 2,5 x 5 metros, la de vehículos a dos ruedas 1,5 x 2,5 metros y para las personas con movilidad reducida sus dimensiones serán 3,6 x 5 metros. Debido a que las dimensiones de las plazas son distintas tanto como para turismos, vehículos de dos ruedas y vehículos para personas con movilidad reducida, se calcula un número de plazas equivalentes, esto quiere decir que a las plazas de turismos (con un ancho de 2,5 metros) habría que sumarle la equivalencia a una plaza de 2,5 metros tanto de vehículos de dos ruedas como la de los vehículos para personas de movilidad reducida.

En la siguiente tabla se explica el desarrollo para obtener las plazas equivalentes que se ha explicado arriba:

Turismos	176
Vehículos de dos ruedas	27 plazas / 2,5 metros = 10,8 plazas ≈ 11 plazas
Vehículos para personas con movilidad reducida	7 plazas / 2,5 metros ancho = 2,8 plazas ≈ 3 plazas
TOTAL	176 + 11 + 3 = 190 plazas

Por lo que, la superficie destinada a cada plaza sería $6552,88 \text{ m}^2 / 190 \text{ plazas} = 34,48 \text{ m}^2$.

7.3 ALTERNATIVA 3

La tercera alternativa ocupa una superficie de $6068,18 \text{ m}^2$. Además, se salvarán de la misma forma las rampas de entrada y salida, ya que en la disposición que se han colocado se ha decidido que es la mejor forma de que no influya en el tráfico de la vía de Ramon y Cajal. La configuración de dicha planta es menor que las alternativas anteriores, ya que se ha intentado conseguir que las paredes del mencionado aparcamiento sean lo más perpendiculares entre sí y que tengan los mínimos cambios de dirección posibles, por lo que para obtener esto, la superficie de la parcela se tendrá que reducir.

Las rampas son idénticas a las descritas en las otras dos alternativas. La de entrada tiene una longitud de 19 metros y un ancho de 3 metros, y la de salida, 11 metros de longitud y 3 metros de ancho, y ambas con una pendiente del 16%.

Como ya se ha comentado, la disposición geométrica de la planta varía con las otras dos alternativas, por lo que la configuración interior del aparcamiento ha variado. Se ha optado por realizar el sentido de aparcamiento como la alternativa uno, ya que así abarca mayor superficie para abarcar y se obtienen más número de plazas.

Los pasillos de circulación son de sentido único, salvo un pasillo que se ha realizado con doble sentido de circulación para así colocar más plazas y se aproveche mejor la superficie. Dichos pasillos tienen un ancho de 5 metros, salvo en las entradas y salidas que se incrementa en 6,5 metros para facilitar los giros y las maniobras de los vehículos. El espacio de peatones para que estos puedan acceder a sus plazas tiene un ancho de 0,80 metros, como en las otras alternativas. En este caso se han realizado únicamente dos accesos de peatones, donde ambos cumplen la normativa del CTE expuesto en el apartado "6.8. Accesos peatonales".

Como en las otras alternativas, los radios de giro se realizan todos a izquierdas, lo que permitirá recorrer todo el aparcamiento hasta el punto de inicio con movimientos cómodos y suaves para no realizar cambios bruscos de dirección.

En este caso, el aparcamiento cuenta con un servicio para personas con movilidad reducida que está ubicado más próxima a la salida que cuenta ascensor para estos tengan mayor comodidad. Los servicios de caballeros y señoras están separados, es decir, hay un aseo para caballeros que consta de 3 baños independientes, y el de señoras tiene 4 baños independientes.

La zona de control en este caso, se ha ubicado cerca del acceso peatonal, para así obtener un mayor número de plazas y no estorbe a la hora de aprovechar el espacio. El cuarto de instalaciones se sitúa cerca de la rampa de salida como en las anteriores alternativas.

En referencia a las plazas de aparcamiento, esta alternativa propone un total de 210 plazas, que están divididas en 7 plazas para personas de movilidad reducida, 27 plazas para vehículos de dos ruedas y 176 plazas para turismos. Las plazas de los turismos tienen unas dimensiones de $2,5 \times 5$ metros, la de vehículos a dos ruedas $1,5 \times 2,5$ metros y para las personas con movilidad reducida sus dimensiones serán $3,6 \times 5$ metros. Debido a que las dimensiones de las plazas son distintas tanto como para turismos, vehículos de dos ruedas y vehículos para personas con movilidad reducida, se calcula un número de plazas equivalentes, esto quiere decir que a las plazas de turismos (con un ancho de 2,5 metros) habría que sumarle la equivalencia a una plaza de 2,5 metros tanto de vehículos de dos ruedas como la de los vehículos para personas de movilidad reducida.

En la siguiente tabla se explica el desarrollo para obtener las plazas equivalentes que se ha explicado arriba:

Turismos	194
Vehículos de dos ruedas	14 plazas / 2,5 metros = 5,6 plazas ≈ 6 plazas
Vehículos para personas con movilidad reducida	6 plazas / 2,5 metros ancho = 2,4 plazas ≈ 3 plazas
TOTAL	194 + 6 + 3 = 203 plazas

Por tanto, la superficie destinada a cada plaza sería $6068,88 \text{ m}^2 / 203 \text{ plazas} = 29,89 \text{ m}^2$.

7.4 CUADRO RESUMEN

En la siguiente tabla se muestra las principales características de cada alternativa, para así realizar la comparación entre ellas y escoger la mas favorable de as tres propuestas.

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Numero de sótanos	1	1	1
Plazas de turismos	202	176	194
Plazas personas con movilidad reducida	7	7	6
Plazas de vehículos de dos ruedas	22	27	14
Capacidad total	231	210	214
Plazas equivalentes	214	190	203
Accesos peatonales	3	3	2
Superficie construida (m ²)	6552,88	6552,88	6068,18
Superficie por plaza (m ²)	30,62	34,48	29,89

8. ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Tal y como se comenta en el “Estudio Geotécnico”, el sostenimiento de tierras se podrá realizar mediante muros por bataches o micropilotes, ya que al tener un único sótano y existen edificaciones muy cercanas a la parcela, no es recomendable utilizar los muros de sótano a dos caras.

Los micropilotes son adecuados ya que, al tener dos carreteras en dos de los lados de la parcela, servirían para sostenerla, lo que ocurre es que este método es más costoso que realizarlo por bataches.

Al tener un terreno de no tan mala calidad, se optará por realizar muros por bataches con anclajes o bulones en todo el perímetro de la parcela, siguiendo las recomendaciones que se marcan. Se realizarán bataches alternos cuya longitud abierta no supere el ancho de las pantallas. Estos bataches tendrán una altura máxima de 2 metros, y seguidamente se podrán realizar los muros en la misma vertical de dichas pantallas, teniendo la armadura conectada entre sí para que actúen como un único elemento estructural.

9. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Como se ha comentado anteriormente, el estudio de las alternativas se basará siguiendo los criterios económicos y funcionales del aparcamiento y la aproximación de cada una de las alternativas a la demanda calculada en el “Anejo nº5: Estudio de la Demanda”. Con los valores obtenidos, se evaluarán las alternativas con unas puntuaciones y así, se escogerá la más optima de entre todas ellas.

9.1 ASPECTO ECONÓMICO

En este apartado, se intentará evaluar el coste de construcción de cada una de las tres alternativas explicadas anteriormente. Para ello se realizarán precios y mediciones (volumen, área y longitud) estándares de cada unidad de obra y a partir de estos, se obtendrá una aproximación de los precios de ejecución de cada alternativa.

Se evaluará especialmente el coste de construcción ya que los costes de conservación y mantenimiento van a ser iguales en todas las alternativas descritas.

Como una gran parte del presupuesto se lo lleva la construcción de la estructura, se realizará una valoración del volumen de excavación, superficie de muros y superficie de forjados de dicho aparcamiento.

Los precios unitarios se obtendrán del "Generador de precios. España" para hacer una aproximación de los costes que se van a suponer.

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO (€)
Excavación y transporte	m ³	Excavación = 9,33 m ³ Transporte = 4,35 m ³ TOTAL =13,68 €/ m ³
Muros por bataches	m ²	153,24
Forjado	m ²	68,68

Las dimensiones de las alternativas son las siguientes:

ALTERNATIVAS	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	VOUMEN DE EXCAVACION (*) (m ³)	PERIMETRO (m)	NUMERO DE PLAZAS	NUMERO DE PLAZAS EQUIVALENTES	SUPERFICIE POR PLAZA (m ²)
1	6.552,88	6.552,88	26.211,52	356,48	231	214	30,62
2	6.552,88	6.552,88	26.211,52	356,48	210	190	34,48
3	6.068,18	6.068,18	24.272,72	351,37	214	203	29,89

(*) Para el volumen de excavación se supondrá una profundidad de 4 metros, ya que es la altura con la que se va a realizar la excavación de una planta de sótano.

Una vez que se tengan las mediciones de cada alternativa y sus respectivos precios unitarios de cada partida, se obtiene el P.E.M. (Presupuesto de Ejecución Material). El precio por plaza se logra teniendo en cuenta el número de plazas equivalentes en cada opción.

Para obtener las cantidades, lo que corresponde a la excavación y transporte será el volumen de excavación que se ha supuesto, a los muros por bataches le corresponderá la multiplicación del perímetro del muro por la altura de metros que será la de un sótano y los metros cuadrados del forjado será la superficie construida de la parcela. Para sacar el resultado aproximado habrá que multiplicar las cantidades por los precios unitarios correspondientes de cada partida.

Para obtener el precio por plaza, se sumará todas las cantidades del resultado aproximado y a este valor se dividirá entre el número de plazas equivalentes.

A continuación, se analizará el aspecto económico de cada alternativa, basándose en lo explicado anteriormente:

ALTERNATIVA 1

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	RESULTADO APROXIMADO (€)	PRECIO POR PLAZA (€)
Excavación y transporte	m ³	13,68	26.211,52	358.573,59	
Muros por bataches	m ²	153,24	1.425,92	218.507,98	
Forjado	m ²	68,68	6.552,88	450.051,79	
TOTAL P.E.M				1.027.133,368	4.799,688 €

ALTERNATIVA 2

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	RESULTADO APROXIMADO (€)	PRECIO POR PLAZA (€)
Excavación y transporte	m ³	13,68	26.211,52	358.573,59	
Muros por bataches	m ²	153,24	1.425,92	218.507,98	
Forjado	m ²	68,68	6.552,88	450.051,79	
TOTAL P.E.M				1.027.133,368	5.405,965 €

ALTERNATIVA 3

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	CANTIDAD	RESULTADO APROXIMADO (€)	PRECIO POR PLAZA (€)
Excavación y transporte	m ³	13,68	24.272,72	332.050,80	
Muros por bataches	m ²	153,24	1.405,48	215.375,75	
Forjado	m ²	68,68	6.068,18	416.762,60	
TOTAL P.E.M				964.189,152	4.749,700 €

Por tanto, la valoración final sería la siguiente:

CUADRO RESUMEN	
ALTERNATIVAS	VALORACION ECONOMICA
1	9.5
2	8
3	10

Observando estos resultados, las alternativas uno y tres estaría muy bien valoradas comparando con la opción segunda. Se escogería la primera ya que tiene mayor superficie que la tercera alternativa y de precio saldrían casi parecido.

9.2 ASPECTO FUNCIONAL

Con lo que respecta al aspecto funcional, es muy difícil cuantificarlo, ya que el aparcamiento está en la fase de proyecto y sería difícil evaluar esta opción. Para ello, se hacen encuestas a los vecinos de la zona para saber su opinión y cuál de las tres opciones les resultaría más fácil y más cómoda a la hora de realizar la distribución interior.

Para ello, se medirá la funcionalidad teniendo en cuenta los siguientes criterios que se preguntaran a los usuarios de la zona:

- Rapidez de estacionamiento: estará medido a partir del recorrido máximo que tiene que realizar el usuario para llegar a la plaza más lejana.
- Accesibilidad de peatones: se medirá la proximidad de las salidas peatonales desde cualquier punto del aparcamiento.
- Facilidad de maniobra: estará medido mediante los el número de giros en sentido horarios que se realizan en el aparcamiento, que son negativos según el autor que se ha consultado en dicha bibliografía.

No se ha tenido en cuenta la relación con el tráfico exterior, ya que todas las entradas y salidas están ubicadas en la misma posición y se ha intentado que la rampa de salida de a una calle que tenga menor tráfico para no alterar la circulación de la vía importante.

A continuación, se valoran las alternativas según lo explicado en los párrafos anteriores:

ALTERNATIVAS	RAPIDEZ DE ESTACIONAMIENTO	ACCESIBILIDAD DE PEATONES	FACILIDAD DE MANIOBRA	MEDIA
1	10	9	8	9
2	7	9	8,5	8,17
3	10	5	6	7

9.3 APROXIMACIÓN A LA DEMANDA

En este apartado, se evaluará la aproximación a la demanda obtenido en el "Anejo nº5: Estudio de Demanda" para cada alternativa.

El número total para cubrir la capacidad del mencionado aparcamiento son 229 plazas y habrá que estudiar cuál de las tres alternativas se acerca más a dicha demanda. Un valor excesivo que sobrepase la demanda, no será adecuado, ya que muchas plazas quedarían vacías y se malgastaría en costes. Un valor menor a la demanda, no cubrirá toda la necesidad de dicho aparcamiento, pero se abarcarían todos los costes.

ALTERNATIVAS	PLAZAS	DIFERENCIA CON LA DEMANDA	VALORACION
1	231	2	9
2	210	19	6
3	214	15	7

Por tanto, la primera alternativa es la que más se acerca a la demanda. Aunque se sobrepase solo son dos plazas más que las calculadas en la demanda, por lo que esto no se ve afectado a la hora de los costes.

10. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Seguidamente, se muestra la tabla que recoge todas las valoraciones obtenidas tanto de aspecto económico, funcional y lo más próximo a la demanda.

Para seleccionar la alternativa más óptima, se realiza una valoración ponderada, es decir, se dará el mayor peso al aspecto económico con un porcentaje del 45%. Después, se otorgará una mayor importancia a la funcionalidad del aparcamiento con un porcentaje del 35% y, por último, se valorará la aproximación a la demanda con un porcentaje del 20%, ya que se ha intentado ajustar la capacidad a la demanda de diseño.

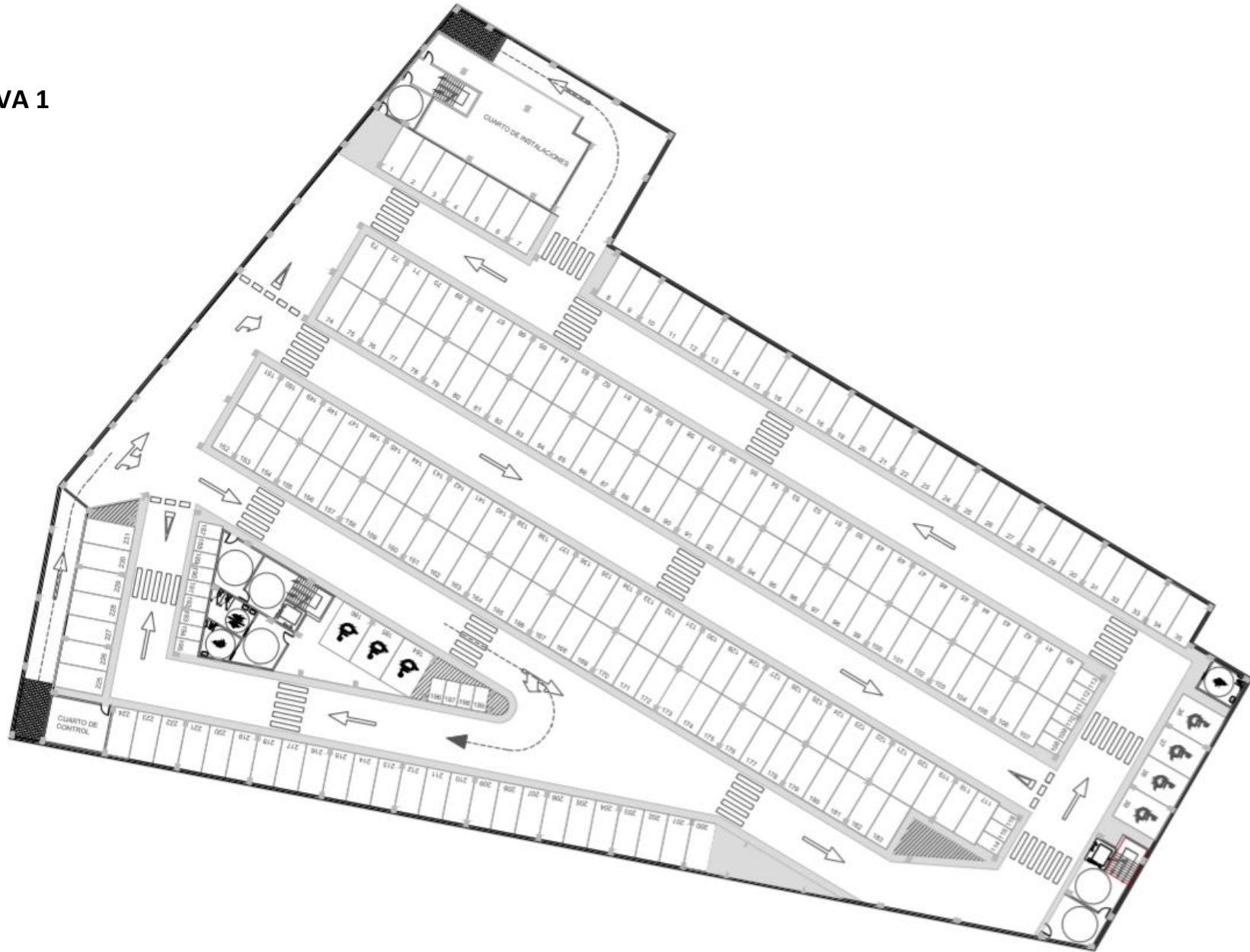
ALTERNATIVA	ASPECTO ECONOMICO	ASPECTO FUNCIONAL	APROXIMACION A LA DEMANDA	MEDIA PONDERADA
1	9,5	9	9	9,225
2	8	8,17	6	7,659
3	10	7	7	8,35

Analizando todos los resultados, se puede observar que la alternativa más óptima sería la “Alternativa 1” con un valor de 9,225, por lo que se desarrollará de forma más detallada a partir de este momento.

APÉNDICE:

PLANO DE ALTERNATIVAS

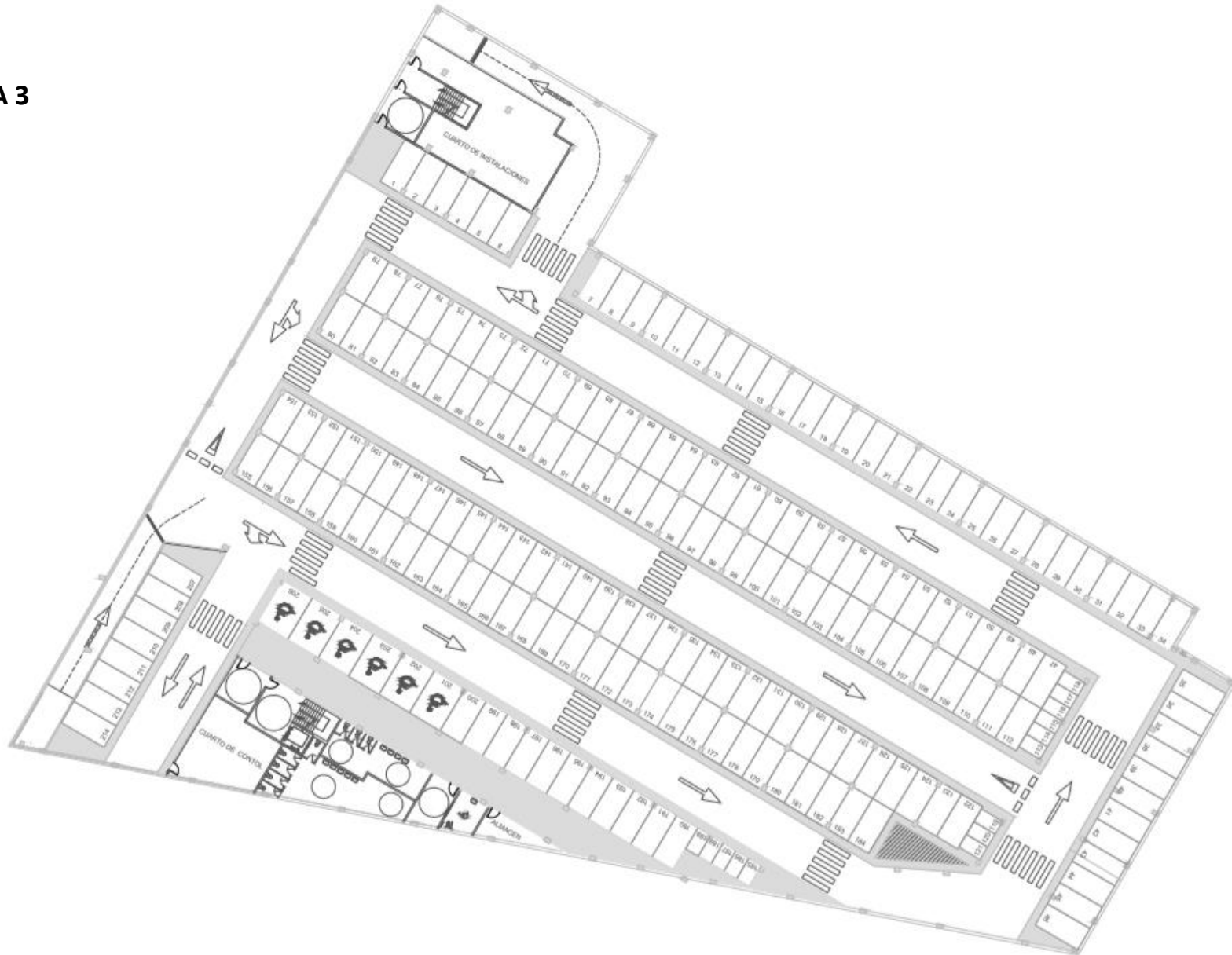
ALTERNATIVA 1



ALTERNATIVA 2



ALTERNATIVA 3



GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 7- SISMOLOGIA

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. OBJETO DEL ANEJO	2
2. AMBITO DE APLICACIÓN	2
3. CLASIFICACION DE LAS CONSTRUCCIONES	2
4. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA SISMORRESISTENTE	2
5. ACELERACION SISMICA BASICA.....	3

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1. “MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NCSE-02”	3
---	---

1. OBJETO DEL ANEJO

La finalidad de este anejo consiste obtener los parámetros necesarios para introducir el criterio sísmico que van a tener que resistir las estructuras del mencionado aparcamiento a la hora de ejecutar la obra, todo ello basándose en la normativa vigente “NCSE-02”.

2. AMBITO DE APLICACIÓN

Como se menciona en la “Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02”, proporciona los criterios que hay que seguir dentro del territorio español para la consideración sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable dicha norma.

Además de los criterios citados, también podrá ser de aplicación supletoria a otros tipos de construcciones, siempre y cuando no existan otras normas o consideraciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente que les afecten.

Como se comenta en la norma “El proyectista o director de obra podrá adoptar, bajo su responsabilidad, criterios distintos a los que se establece en esta Norma, siempre que el nivel de seguridad y de servicio de la construcción no sea inferior al fijado por la Norma, debiéndolo reflejar en el proyecto.

3. CLASIFICACION DE LAS CONSTRUCCIONES

A efectos de esta Norma, las construcciones se clasifican de la siguiente manera:

- De importancia moderada: aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario o producir daños económicos significativos a terceros.
- De importancia normal: aquellas cuya destrucción por un terremoto pueda causar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
- De importancia especial: aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

En este caso, la clasificación que se le va a dar al aparcamiento subterráneo es de importancia normal.

4. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA SISMORRESISTENTE

Tal y como se explica en el artículo “1.2.1 Ámbito de Aplicación, en la norma NCSE-02”, es obligatoria en las siguientes construcciones:

- En las construcciones de importancia moderada
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04g$, donde g es el valor de la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración básica sea inferior a $0,08g$. no obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas (>7 plantas) si la aceleración de cálculo a_c , es igual o mayor a $0,08g$.

La Norma también dice que si la aceleración básica es igual o mayor a $0,04g$, habrá que tener en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos que son inestables. En edificaciones de fábrica de ladrillo, bloques de mortero o similares, si la aceleración básica es igual o mayor de $0,08g$, tendrán un máximo de cuatro alturas y si esta aceleración sísmica es superior a $0,12g$, la altura máxima será de dos plantas.

5. ACELERACION SISMICA BASICA

La peligrosidad sísmica del territorio nacional viene definida por el mapa de peligrosidad sísmica que aparece en la “Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02” como se muestra a continuación. Dicho mapa, expresa la relación del valor de la gravedad (g), la aceleración sísmica básica (a_b), un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un periodo de retorno de 15 años, y un valor de contribución o coeficiente de la Falla de las Azores (K).

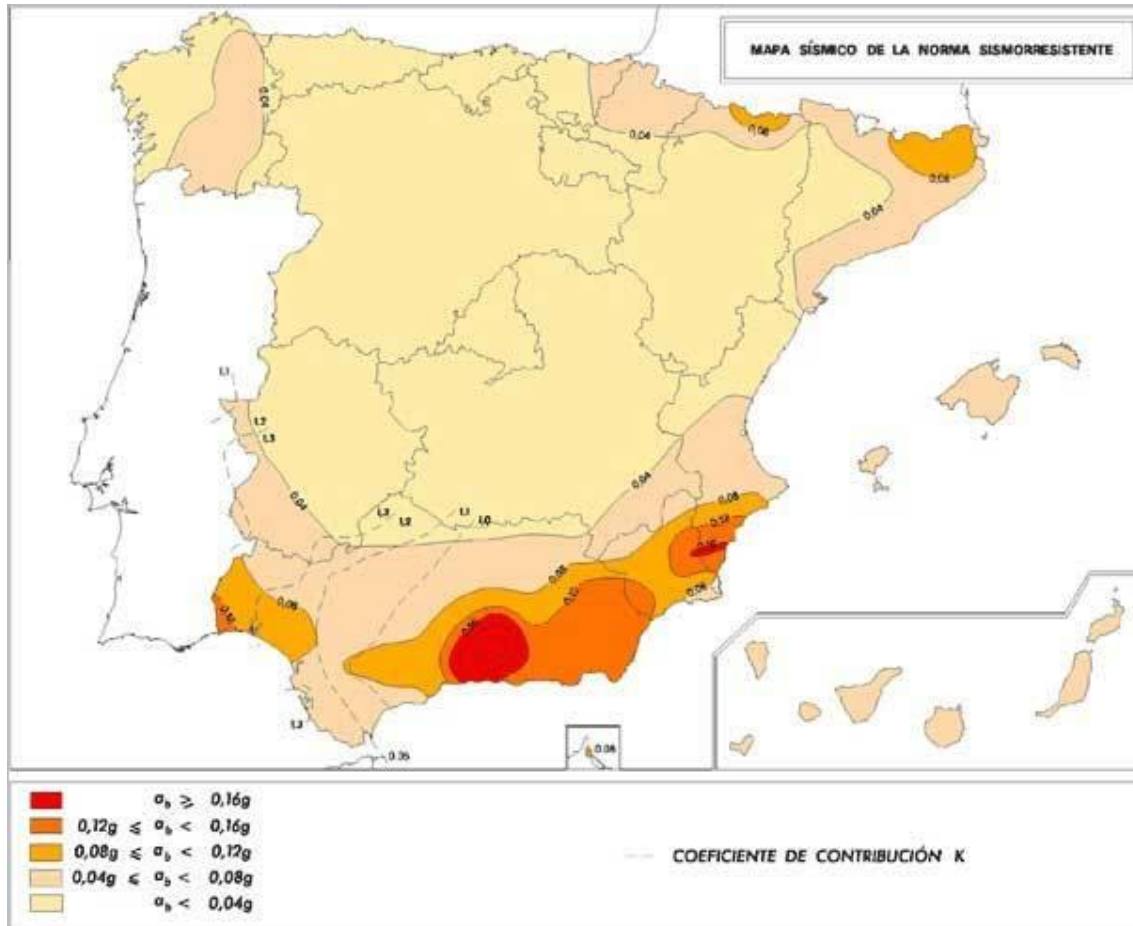


IMAGEN 1. “MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA DE LA NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE NCSE-02”

En este caso, estamos en el País Vasco, por lo que mirando en el “Anejo 1 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02”, corresponden los siguientes valores:

- $a_b = 0,04g$
- $K = 1$

De acuerdo con el apartado “1.2.3 de la citada Norma NCSE-02”, no es necesaria su aplicación en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b), sea inferior a $0,04g$.

Según el Mapa de Peligrosidad Sísmica que se ha añadido, la zona de estudio se encuentra en el área cuyo valor de la aceleración sísmica básica es menor de $0,04g$, por lo que en este caso no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre la estructura proyectadas.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 8- CALCULO DE ESTRUCTURAS

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	<i>OBJETO DEL ANEJO</i>	4
2.	<i>NORMATIVA APLICABLE</i>	4
3.	<i>ASPECTOS PREVIOS DE DISEÑO</i>	4
4.	<i>METODO DE CALCULO</i>	5
5.	<i>ACCIONES CONSIDERADAS</i>	6
5.1	GRAVITATORIAS.....	6
9.2	VIENTO	7
9.3	SISMO.....	7
9.4	HIPOTESIS DE CARGA	7
6.	<i>SITUACIONES DE PROYECTO</i>	7
10.1.	Coefficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)	8
10.2.	Combinaciones.....	11
10.3.	Listado de paños	23
7.	<i>ELECCION DEL TIPO DE CONTENCION DE TIERRAS</i>	24
7.1.	Muros pantalla	24
7.2.	Geometría del muro pantalla.....	30
7.2.1.-	NORMA Y MATERIALES.....	30
7.2.2.-	ACCIONES	30
7.2.3.-	DATOS GENERALES	30
7.2.4.-	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	30
7.2.5.-	SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	31
7.2.6.-	GEOMETRÍA	31
7.2.7.-	ESQUEMA DE LAS FASES.....	31
7.2.8.-	CARGAS	35
7.2.9.-	ELEMENTOS DE APOYO	35
7.2.10.-	RESULTADOS DE LAS FASES	35
7.2.11.-	RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO.....	38
7.2.12.-	DESCRIPCIÓN DEL ARMADO	39
7.2.13.-	COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA	39
7.2.14.-	COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	41
7.2.15.-	COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO).....	42
7.2.16.-	MEDICIÓN.....	42
8.	<i>ELECCION DEL TIPO DE CIMENTACIÓN</i>	43
8.1.	Descripción de los elementos de cimentación	43
8.2.	Medición de las zapatas.....	44
8.3.	Comprobaciones	46
8.4.	Cálculos de la viga de atado	53
8.4.1.	Mediciones de la viga de atado	54
8.4.2.	Comprobaciones de la viga de atado.....	55
9.	<i>ELECCION DEL TIPO DE FORJADO</i>	61
9.1.	Comprobación del forjado reticular	62
10.	<i>ESTRUCTURA</i>	75
10.1.	Pilares tipo 1 y tipo 4.....	75
10.2.	Pilares tipo 2 y tipo 3.....	120
10.3.	Predimensionamiento Manual pilares	166
10.4.	Predimensionamiento Manual de zapatas.....	173
10.5.	Calculo manual de la viga tipo	176

10.6. Estado límite de agotamiento frente a punzonamiento	181
11. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA.....	204
11.1 MUROS PERIMETRALES	205
11.2 CIMENTACION	205
11.3 FORJADO.....	205
11.4 PILARES Y VIGAS.....	205
11.5 RAMPAS	205
11.6 ESCALERAS	205
12. COMPROBACIONES E.L.U.....	205
12.1. NOTACIONES.....	206
12.2. PILARES	206
12.3.- VIGAS	207

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1. "DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS PILARES."	5
IMAGEN 2. "TRAMO SELECCIONADO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA.....	5
IMAGEN 3. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."	25
IMAGEN 4. "PÓRTICO DE ESTUDIO."	26
IMAGEN 5. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "	28
IMAGEN 6. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."	28
IMAGEN 7. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."	28
IMAGEN 8. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	29
IMAGEN 9. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4. "	44
IMAGEN 10. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4. "	45
IMAGEN 11. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR"	63
IMAGEN 12. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR"	63
IMAGEN 13. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."	166
IMAGEN 14. "PÓRTICO DE ESTUDIO."	167
IMAGEN 15. "BARRAS II DEL PÓRTICO DE ESTUDIO."	167
IMAGEN 16. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN DE LA VIGA CONJUGADA."	168
IMAGEN 17. "MÉTODO DE CORTE EN EL ESTADO 1."	168
IMAGEN 18. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES EN ESTADO 1 Y ESTADO 2"	168
IMAGEN 19. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA"	169
IMAGEN 20. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "	169
IMAGEN 21. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."	169
IMAGEN 22. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."	170
IMAGEN 23. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	170
IMAGEN 24. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"	171
IMAGEN 25. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"	173
TABLA 1. "CARGAS GRAVITATORIAS. FUENTE CYPECAD"	6
TABLA 2 "SOBRECARGAS DE USO SEGÚN EL CTE (CTE-DB-SE-AE)."	6
TABLA 3. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."	44
TABLA 4. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 1 Y TIPO 4. FUENTE CYPECAD"	45

TABLA 5. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 2 Y TIPO 3. FUENTE CYPECAD"	46
TABLA 6. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 1"	48
TABLA 7. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 2"	50
TABLA 8. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 3"	51
TABLA 9. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 4"	53
TABLA 10. "DESCRIPCIÓN DE LA VIGA DE ATADO DE LA ESTRUCTURA"	54
TABLA 11. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P2"	54
TABLA 12. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P4"	54
TABLA 13. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P2 Y P3".....	55
TABLA 14. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P3 Y P4"	55

1. OBJETO DEL ANEJO

La finalidad de este anejo consiste en el cálculo de la estructura del mencionado aparcamiento. Para ello, se comprobará que la estructura es capaz de resistir las cargas que se establecen en el CTE.

Con este anejo, también se da el cumplimiento del apartado “4.2.2 de la EHE-08” que establece redactar un anejo específico para el cálculo estructural en todos los proyectos.

2. NORMATIVA APLICABLE

Se ha seguido la siguiente normativa para redactar el presente proyecto:

- “Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08”, para el diseño y el cálculo de todos los elementos formados de hormigón armado en la estructura.
- “Código técnico de la Edificación, CTE-SE-AE”, sobre las acciones que van actuar en la edificación para tener en cuenta en el cálculo de la estructura.
- “Código técnico de la Edificación, CTE-SE-C”, sobre el diseño, dimensionamiento y cálculo de los elementos que formaran la cimentación.
- “Código técnico de la Edificación, CTE-SE-SI”, sobre la resistencia al fuego que tiene que tener el aparcamiento en caso de incendio.
- “Código técnico de la Edificación, CTE-SE-A”, que trata sobre el acero formado en el parking.
- “Norma de Construcción Sismo resistente NCSE-02”, para determinar las acciones de origen sísmico que pueden solicitar la estructura.

3. ASPECTOS PREVIOS DE DISEÑO

La estructura que se proyecta tiene unos criterios que hay que tener en cuenta a la hora del diseño de los espacios y el predimensionamiento de los elementos estructurales como son los pilares, forjados... etc.

Los principales criterios a tener en cuenta serán los siguientes:

- Crear un espacio subterráneo ordenado donde puedan entrar todos los vehículos que generan la demanda prevista. Para ello, habrá que maximizar el número de plazas del parking, por lo que la ubicación de los pilares tiene que respetar la distribución del espacio.
- Las rampas de entrada y salida del aparcamiento, tendrán que estar situadas de la mejor manera posible para no entorpecer el entorno urbano de la superficie, es decir, se ubicarán en zonas que no entorpezcan la circulación del tráfico de las vías donde se van a conectar.
- Dentro del aparcamiento hay que prever la ocupación en superficie que tendrán las instalaciones tanto de electricidad, fontanería, saneamiento, ventilación, y seguridad y control.
- Como ya se ha comentado anteriormente, en la superficie del parking se hará una reurbanización, donde se colocará un parque y una zona para el mercadillo en días concretos. Para ello, el forjado superior estará sometido a unas cargas extras, exceptuando las de sobrecarga de uso y el peso propio de la estructura.

Para el cálculo de la estructura de hormigón armado se ha empleado el programa de cálculo de estructuras por ordenador de la empresa CYPE INGENIEROS (CYPECAD).

4. METODO DE CALCULO

Atendiendo la geometría del edificio, todo el peso del forjado de la cubierta estará soportado por los pilares, que a su vez estos transmitirán las cargas a las zapatas o muro y estos al terreno.

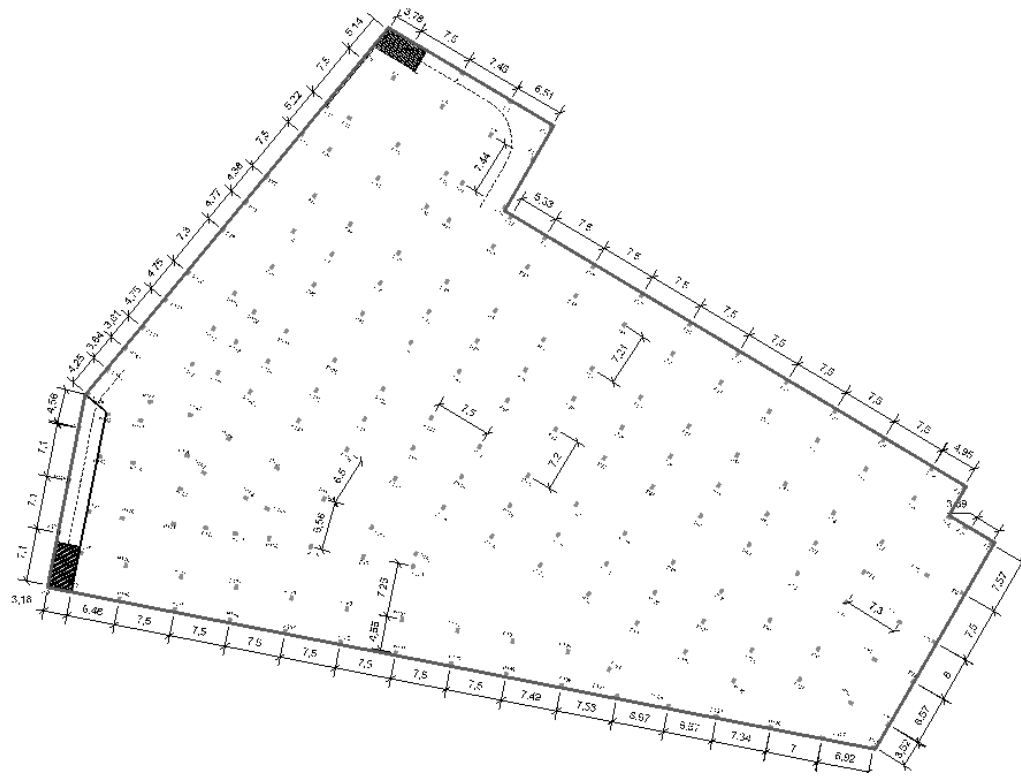


IMAGEN 1. "DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE LOS PILARES."

Para simplificar el cálculo, se cogerá un tramo de cuatro pilares, dejando un vuelo con la misma distancia entre pórticos que hay entre dos pilares contiguos. Esto es debido a, que si solo se deja la mitad de la distancia, el programa CypeCad, supondría que la flecha sería cero en sus extremos, induciendo a un error, porque en ese punto tendríamos la flecha máxima del pórtico a estudiar.

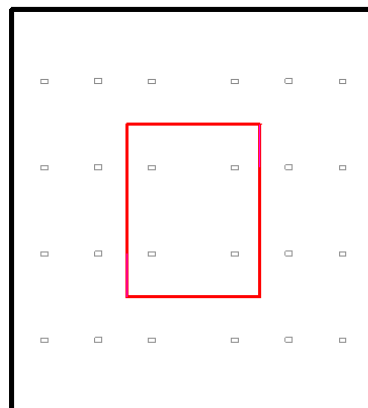


IMAGEN 2. "TRAMO SELECCIONADO PARA EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA"

En base a las características de la tipología de estructura elegida, el cálculo se hará de los pilares y zapatas que soportan toda la carga del forjado reticular, así como la sobrecarga de uso estipulada por el CTE. El muro perimetral que observamos, recibirá las presiones existentes del terreno y una pequeña parte de la carga del forjado.

5. ACCIONES CONSIDERADAS

5.1 GRAVITATORIAS

Planta	Sobrecarga de uso		Cargas muertas (t/m ²)
	Categoría	Valor (t/m ²)	
Forjado Cubierta	C	0.51	0.31
Cimentación	E	0.20	0.00

TABLA 1. "CARGAS GRAVITATORIAS. FUENTE CYPECAD"

Para conocer el valor de la sobrecarga de uso, se considerará que tenemos "Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente", por tanto, para realizar el cálculo nos pondremos en la situación más desfavorable que será una "Zona de acceso al público".

Los valores de sobrecarga de uso están recogidos en el CTE DB-SE-AE, y se recogen en la siguiente tabla:

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾ ⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

TABLA 2 "SOBRECARGAS DE USO SEGÚN EL CTE (CTE-DB-SE-AE)."

En el caso de este edificio, el uso que caracteriza la estructura es la de categoría C, "Zonas de acceso al público y la planta que está en contacto con el terreno su sobrecarga será de categoría E, "Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN). Por tanto, se tomará como sobrecarga superficial el valor de 5 kN/m² que sufrirá la cubierta. Y de 2 kN/m² para el esfuerzo que

soportará la placa existente en la zona de rodaduras de coches y que absorberán las zapatas respectivamente. Como carga concentrada, en vez de aplicar la de 20kN, ésta se sustituirá por una sobrecarga superficial de 1kN/m² para el cálculo de vigas, ábacos de soportes, soporte o zapatas, y una sobrecarga de 2kN/m² para el cálculo de losas, forjados reticulados o nervios de forjado continuos.

9.2 VIENTO

No existe ya que es una zona subterránea.

9.3 SISMO

Esta explicado en el “Anejo 7: Sismología” por qué en esta situación, no se considera.

9.4 HIPOTESIS DE CARGA

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga (Uso A) Sobrecarga (Uso B) Sobrecarga (Uso C) Sobrecarga (Uso D) Sobrecarga (Uso E) Sobrecarga (Uso G1) Sobrecarga (Uso G2)
--------------------	--

6. 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**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k	Acción permanente
P_k	Acción de pretensado
Q_k	Acción variable
γ_G	Coficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ_P	Coficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
γ_{Q,1}	Coficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
γ_{Q,i}	Coficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
ψ_{p,1}	Coficiente de combinación de la acción variable principal
ψ_{a,i}	Coficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

10.1. 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 - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	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 - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	0.000	0.000

- E.L.S. Fisuración. Hormigón: EHE-08**

Cuasipermanente				
	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 - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000

Cuasipermanente				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000

• **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 - Uso A)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	1.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	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 - Uso A)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.600	0.000	0.000

• **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 - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000

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 - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000

• **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 - Uso A)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	1.000	1.000

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 - Uso A)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000

10.2. COMBINACIONES

■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa (A)	Sobrecarga (Uso A. Zonas residenciales)
Qa (B)	Sobrecarga (Uso B. Zonas administrativas)
Qa (C)	Sobrecarga (Uso C. Zonas de acceso al público)
Qa (D)	Sobrecarga (Uso D. Zonas comerciales)
Qa (E)	Sobrecarga (Uso E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros)
Qa (G1)	Sobrecarga (Uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables)
Qa (G2)	Sobrecarga (Uso G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento)

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
1	1.000	1.000							
2	1.350	1.350							
3	1.000	1.000	1.500						
4	1.350	1.350	1.500						
5	1.000	1.000		1.500					
6	1.350	1.350		1.500					
7	1.000	1.000	1.050	1.500					
8	1.350	1.350	1.050	1.500					
9	1.000	1.000	1.500	1.050					
10	1.350	1.350	1.500	1.050					
11	1.000	1.000			1.500				
12	1.350	1.350			1.500				
13	1.000	1.000	1.050		1.500				
14	1.350	1.350	1.050		1.500				
15	1.000	1.000		1.050	1.500				
16	1.350	1.350		1.050	1.500				
17	1.000	1.000	1.050	1.050	1.500				
18	1.350	1.350	1.050	1.050	1.500				
19	1.000	1.000	1.500		1.050				
20	1.350	1.350	1.500		1.050				
21	1.000	1.000		1.500	1.050				
22	1.350	1.350		1.500	1.050				
23	1.000	1.000	1.050	1.500	1.050				
24	1.350	1.350	1.050	1.500	1.050				
25	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050				
26	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050				
27	1.000	1.000				1.500			

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
28	1.350	1.350				1.500			
29	1.000	1.000	1.050			1.500			
30	1.350	1.350	1.050			1.500			
31	1.000	1.000		1.050		1.500			
32	1.350	1.350		1.050		1.500			
33	1.000	1.000	1.050	1.050		1.500			
34	1.350	1.350	1.050	1.050		1.500			
35	1.000	1.000			1.050	1.500			
36	1.350	1.350			1.050	1.500			
37	1.000	1.000	1.050		1.050	1.500			
38	1.350	1.350	1.050		1.050	1.500			
39	1.000	1.000		1.050	1.050	1.500			
40	1.350	1.350		1.050	1.050	1.500			
41	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050	1.500			
42	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050	1.500			
43	1.000	1.000	1.500			1.050			
44	1.350	1.350	1.500			1.050			
45	1.000	1.000		1.500		1.050			
46	1.350	1.350		1.500		1.050			
47	1.000	1.000	1.050	1.500		1.050			
48	1.350	1.350	1.050	1.500		1.050			
49	1.000	1.000	1.500	1.050		1.050			
50	1.350	1.350	1.500	1.050		1.050			
51	1.000	1.000			1.500	1.050			
52	1.350	1.350			1.500	1.050			
53	1.000	1.000	1.050		1.500	1.050			
54	1.350	1.350	1.050		1.500	1.050			
55	1.000	1.000		1.050	1.500	1.050			
56	1.350	1.350		1.050	1.500	1.050			
57	1.000	1.000	1.050	1.050	1.500	1.050			
58	1.350	1.350	1.050	1.050	1.500	1.050			
59	1.000	1.000	1.500		1.050	1.050			
60	1.350	1.350	1.500		1.050	1.050			
61	1.000	1.000		1.500	1.050	1.050			
62	1.350	1.350		1.500	1.050	1.050			
63	1.000	1.000	1.050	1.500	1.050	1.050			
64	1.350	1.350	1.050	1.500	1.050	1.050			
65	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050	1.050			
66	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050	1.050			
67	1.000	1.000					1.500		
68	1.350	1.350					1.500		
69	1.000	1.000	1.050				1.500		
70	1.350	1.350	1.050				1.500		
71	1.000	1.000		1.050			1.500		
72	1.350	1.350		1.050			1.500		
73	1.000	1.000	1.050	1.050			1.500		
74	1.350	1.350	1.050	1.050			1.500		
75	1.000	1.000			1.050		1.500		

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
76	1.350	1.350			1.050		1.500		
77	1.000	1.000	1.050		1.050		1.500		
78	1.350	1.350	1.050		1.050		1.500		
79	1.000	1.000		1.050	1.050		1.500		
80	1.350	1.350		1.050	1.050		1.500		
81	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050		1.500		
82	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050		1.500		
83	1.000	1.000				1.050	1.500		
84	1.350	1.350				1.050	1.500		
85	1.000	1.000	1.050			1.050	1.500		
86	1.350	1.350	1.050			1.050	1.500		
87	1.000	1.000		1.050		1.050	1.500		
88	1.350	1.350		1.050		1.050	1.500		
89	1.000	1.000	1.050	1.050		1.050	1.500		
90	1.350	1.350	1.050	1.050		1.050	1.500		
91	1.000	1.000			1.050	1.050	1.500		
92	1.350	1.350			1.050	1.050	1.500		
93	1.000	1.000	1.050		1.050	1.050	1.500		
94	1.350	1.350	1.050		1.050	1.050	1.500		
95	1.000	1.000		1.050	1.050	1.050	1.500		
96	1.350	1.350		1.050	1.050	1.050	1.500		
97	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050	1.050	1.500		
98	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050	1.050	1.500		
99	1.000	1.000	1.500				1.050		
100	1.350	1.350	1.500				1.050		
101	1.000	1.000		1.500			1.050		
102	1.350	1.350		1.500			1.050		
103	1.000	1.000	1.050	1.500			1.050		
104	1.350	1.350	1.050	1.500			1.050		
105	1.000	1.000	1.500	1.050			1.050		
106	1.350	1.350	1.500	1.050			1.050		
107	1.000	1.000			1.500		1.050		
108	1.350	1.350			1.500		1.050		
109	1.000	1.000	1.050		1.500		1.050		
110	1.350	1.350	1.050		1.500		1.050		
111	1.000	1.000		1.050	1.500		1.050		
112	1.350	1.350		1.050	1.500		1.050		
113	1.000	1.000	1.050	1.050	1.500		1.050		
114	1.350	1.350	1.050	1.050	1.500		1.050		
115	1.000	1.000	1.500		1.050		1.050		
116	1.350	1.350	1.500		1.050		1.050		
117	1.000	1.000		1.500	1.050		1.050		
118	1.350	1.350		1.500	1.050		1.050		
119	1.000	1.000	1.050	1.500	1.050		1.050		
120	1.350	1.350	1.050	1.500	1.050		1.050		
121	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050		1.050		
122	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050		1.050		
123	1.000	1.000				1.500	1.050		

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
124	1.350	1.350				1.500	1.050		
125	1.000	1.000	1.050			1.500	1.050		
126	1.350	1.350	1.050			1.500	1.050		
127	1.000	1.000		1.050		1.500	1.050		
128	1.350	1.350		1.050		1.500	1.050		
129	1.000	1.000	1.050	1.050		1.500	1.050		
130	1.350	1.350	1.050	1.050		1.500	1.050		
131	1.000	1.000			1.050	1.500	1.050		
132	1.350	1.350			1.050	1.500	1.050		
133	1.000	1.000	1.050		1.050	1.500	1.050		
134	1.350	1.350	1.050		1.050	1.500	1.050		
135	1.000	1.000		1.050	1.050	1.500	1.050		
136	1.350	1.350		1.050	1.050	1.500	1.050		
137	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050	1.500	1.050		
138	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050	1.500	1.050		
139	1.000	1.000	1.500			1.050	1.050		
140	1.350	1.350	1.500			1.050	1.050		
141	1.000	1.000		1.500		1.050	1.050		
142	1.350	1.350		1.500		1.050	1.050		
143	1.000	1.000	1.050	1.500		1.050	1.050		
144	1.350	1.350	1.050	1.500		1.050	1.050		
145	1.000	1.000	1.500	1.050		1.050	1.050		
146	1.350	1.350	1.500	1.050		1.050	1.050		
147	1.000	1.000			1.500	1.050	1.050		
148	1.350	1.350			1.500	1.050	1.050		
149	1.000	1.000	1.050		1.500	1.050	1.050		
150	1.350	1.350	1.050		1.500	1.050	1.050		
151	1.000	1.000		1.050	1.500	1.050	1.050		
152	1.350	1.350		1.050	1.500	1.050	1.050		
153	1.000	1.000	1.050	1.050	1.500	1.050	1.050		
154	1.350	1.350	1.050	1.050	1.500	1.050	1.050		
155	1.000	1.000	1.500		1.050	1.050	1.050		
156	1.350	1.350	1.500		1.050	1.050	1.050		
157	1.000	1.000		1.500	1.050	1.050	1.050		
158	1.350	1.350		1.500	1.050	1.050	1.050		
159	1.000	1.000	1.050	1.500	1.050	1.050	1.050		
160	1.350	1.350	1.050	1.500	1.050	1.050	1.050		
161	1.000	1.000	1.500	1.050	1.050	1.050	1.050		
162	1.350	1.350	1.500	1.050	1.050	1.050	1.050		
163	1.000	1.000							1.500
164	1.350	1.350							1.500
165	1.000	1.000	1.050						1.500
166	1.350	1.350	1.050						1.500
167	1.000	1.000		1.050					1.500
168	1.350	1.350		1.050					1.500
169	1.000	1.000	1.050	1.050					1.500
170	1.350	1.350	1.050	1.050					1.500
171	1.000	1.000			1.050				1.500

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
172	1.350	1.350			1.050				1.500
173	1.000	1.000	1.050		1.050				1.500
174	1.350	1.350	1.050		1.050				1.500
175	1.000	1.000		1.050	1.050				1.500
176	1.350	1.350		1.050	1.050				1.500
177	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050				1.500
178	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050				1.500
179	1.000	1.000				1.050			1.500
180	1.350	1.350				1.050			1.500
181	1.000	1.000	1.050			1.050			1.500
182	1.350	1.350	1.050			1.050			1.500
183	1.000	1.000		1.050		1.050			1.500
184	1.350	1.350		1.050		1.050			1.500
185	1.000	1.000	1.050	1.050		1.050			1.500
186	1.350	1.350	1.050	1.050		1.050			1.500
187	1.000	1.000			1.050	1.050			1.500
188	1.350	1.350			1.050	1.050			1.500
189	1.000	1.000	1.050		1.050	1.050			1.500
190	1.350	1.350	1.050		1.050	1.050			1.500
191	1.000	1.000		1.050	1.050	1.050			1.500
192	1.350	1.350		1.050	1.050	1.050			1.500
193	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050	1.050			1.500
194	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050	1.050			1.500
195	1.000	1.000					1.050		1.500
196	1.350	1.350					1.050		1.500
197	1.000	1.000	1.050				1.050		1.500
198	1.350	1.350	1.050				1.050		1.500
199	1.000	1.000		1.050			1.050		1.500
200	1.350	1.350		1.050			1.050		1.500
201	1.000	1.000	1.050	1.050			1.050		1.500
202	1.350	1.350	1.050	1.050			1.050		1.500
203	1.000	1.000			1.050		1.050		1.500
204	1.350	1.350			1.050		1.050		1.500
205	1.000	1.000	1.050		1.050		1.050		1.500
206	1.350	1.350	1.050		1.050		1.050		1.500
207	1.000	1.000		1.050	1.050		1.050		1.500
208	1.350	1.350		1.050	1.050		1.050		1.500
209	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050		1.050		1.500
210	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050		1.050		1.500
211	1.000	1.000				1.050	1.050		1.500
212	1.350	1.350				1.050	1.050		1.500
213	1.000	1.000	1.050			1.050	1.050		1.500
214	1.350	1.350	1.050			1.050	1.050		1.500
215	1.000	1.000		1.050		1.050	1.050		1.500
216	1.350	1.350		1.050		1.050	1.050		1.500
217	1.000	1.000	1.050	1.050		1.050	1.050		1.500
218	1.350	1.350	1.050	1.050		1.050	1.050		1.500
219	1.000	1.000			1.050	1.050	1.050		1.500

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
220	1.350	1.350			1.050	1.050	1.050		1.500
221	1.000	1.000	1.050		1.050	1.050	1.050		1.500
222	1.350	1.350	1.050		1.050	1.050	1.050		1.500
223	1.000	1.000		1.050	1.050	1.050	1.050		1.500
224	1.350	1.350		1.050	1.050	1.050	1.050		1.500
225	1.000	1.000	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050		1.500
226	1.350	1.350	1.050	1.050	1.050	1.050	1.050		1.500
227	1.000	1.000						1.500	
228	1.350	1.350						1.500	

■ E.L.S. Fisuración. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
1	1.000	1.000							
2	1.000	1.000	0.300						
3	1.000	1.000		0.300					
4	1.000	1.000	0.300	0.300					
5	1.000	1.000			0.600				
6	1.000	1.000	0.300		0.600				
7	1.000	1.000		0.300	0.600				
8	1.000	1.000	0.300	0.300	0.600				
9	1.000	1.000				0.600			
10	1.000	1.000	0.300			0.600			
11	1.000	1.000		0.300		0.600			
12	1.000	1.000	0.300	0.300		0.600			
13	1.000	1.000			0.600	0.600			
14	1.000	1.000	0.300		0.600	0.600			
15	1.000	1.000		0.300	0.600	0.600			
16	1.000	1.000	0.300	0.300	0.600	0.600			
17	1.000	1.000					0.600		
18	1.000	1.000	0.300				0.600		
19	1.000	1.000		0.300			0.600		
20	1.000	1.000	0.300	0.300			0.600		
21	1.000	1.000			0.600		0.600		
22	1.000	1.000	0.300		0.600		0.600		
23	1.000	1.000		0.300	0.600		0.600		
24	1.000	1.000	0.300	0.300	0.600		0.600		
25	1.000	1.000				0.600	0.600		
26	1.000	1.000	0.300			0.600	0.600		
27	1.000	1.000		0.300		0.600	0.600		
28	1.000	1.000	0.300	0.300		0.600	0.600		
29	1.000	1.000			0.600	0.600	0.600		
30	1.000	1.000	0.300		0.600	0.600	0.600		
31	1.000	1.000		0.300	0.600	0.600	0.600		
32	1.000	1.000	0.300	0.300	0.600	0.600	0.600		

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
1	1.000	1.000							
2	1.600	1.600							
3	1.000	1.000	1.600						
4	1.600	1.600	1.600						
5	1.000	1.000		1.600					
6	1.600	1.600		1.600					
7	1.000	1.000	1.120	1.600					
8	1.600	1.600	1.120	1.600					
9	1.000	1.000	1.600	1.120					
10	1.600	1.600	1.600	1.120					
11	1.000	1.000			1.600				
12	1.600	1.600			1.600				
13	1.000	1.000	1.120		1.600				
14	1.600	1.600	1.120		1.600				
15	1.000	1.000		1.120	1.600				
16	1.600	1.600		1.120	1.600				
17	1.000	1.000	1.120	1.120	1.600				
18	1.600	1.600	1.120	1.120	1.600				
19	1.000	1.000	1.600		1.120				
20	1.600	1.600	1.600		1.120				
21	1.000	1.000		1.600	1.120				
22	1.600	1.600		1.600	1.120				
23	1.000	1.000	1.120	1.600	1.120				
24	1.600	1.600	1.120	1.600	1.120				
25	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120				
26	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120				
27	1.000	1.000				1.600			
28	1.600	1.600				1.600			
29	1.000	1.000	1.120			1.600			
30	1.600	1.600	1.120			1.600			
31	1.000	1.000		1.120		1.600			
32	1.600	1.600		1.120		1.600			
33	1.000	1.000	1.120	1.120		1.600			
34	1.600	1.600	1.120	1.120		1.600			
35	1.000	1.000			1.120	1.600			
36	1.600	1.600			1.120	1.600			
37	1.000	1.000	1.120		1.120	1.600			
38	1.600	1.600	1.120		1.120	1.600			
39	1.000	1.000		1.120	1.120	1.600			
40	1.600	1.600		1.120	1.120	1.600			
41	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120	1.600			
42	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.600			
43	1.000	1.000	1.600			1.120			
44	1.600	1.600	1.600			1.120			
45	1.000	1.000		1.600		1.120			

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
46	1.600	1.600		1.600		1.120			
47	1.000	1.000	1.120	1.600		1.120			
48	1.600	1.600	1.120	1.600		1.120			
49	1.000	1.000	1.600	1.120		1.120			
50	1.600	1.600	1.600	1.120		1.120			
51	1.000	1.000			1.600	1.120			
52	1.600	1.600			1.600	1.120			
53	1.000	1.000	1.120		1.600	1.120			
54	1.600	1.600	1.120		1.600	1.120			
55	1.000	1.000		1.120	1.600	1.120			
56	1.600	1.600		1.120	1.600	1.120			
57	1.000	1.000	1.120	1.120	1.600	1.120			
58	1.600	1.600	1.120	1.120	1.600	1.120			
59	1.000	1.000	1.600		1.120	1.120			
60	1.600	1.600	1.600		1.120	1.120			
61	1.000	1.000		1.600	1.120	1.120			
62	1.600	1.600		1.600	1.120	1.120			
63	1.000	1.000	1.120	1.600	1.120	1.120			
64	1.600	1.600	1.120	1.600	1.120	1.120			
65	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120	1.120			
66	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120			
67	1.000	1.000					1.600		
68	1.600	1.600					1.600		
69	1.000	1.000	1.120				1.600		
70	1.600	1.600	1.120				1.600		
71	1.000	1.000		1.120			1.600		
72	1.600	1.600		1.120			1.600		
73	1.000	1.000	1.120	1.120			1.600		
74	1.600	1.600	1.120	1.120			1.600		
75	1.000	1.000			1.120		1.600		
76	1.600	1.600			1.120		1.600		
77	1.000	1.000	1.120		1.120		1.600		
78	1.600	1.600	1.120		1.120		1.600		
79	1.000	1.000		1.120	1.120		1.600		
80	1.600	1.600		1.120	1.120		1.600		
81	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120		1.600		
82	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120		1.600		
83	1.000	1.000				1.120	1.600		
84	1.600	1.600				1.120	1.600		
85	1.000	1.000	1.120			1.120	1.600		
86	1.600	1.600	1.120			1.120	1.600		
87	1.000	1.000		1.120		1.120	1.600		
88	1.600	1.600		1.120		1.120	1.600		
89	1.000	1.000	1.120	1.120		1.120	1.600		
90	1.600	1.600	1.120	1.120		1.120	1.600		
91	1.000	1.000			1.120	1.120	1.600		
92	1.600	1.600			1.120	1.120	1.600		
93	1.000	1.000	1.120		1.120	1.120	1.600		

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
94	1.600	1.600	1.120		1.120	1.120	1.600		
95	1.000	1.000		1.120	1.120	1.120	1.600		
96	1.600	1.600		1.120	1.120	1.120	1.600		
97	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120	1.120	1.600		
98	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.120	1.600		
99	1.000	1.000	1.600				1.120		
100	1.600	1.600	1.600				1.120		
101	1.000	1.000		1.600			1.120		
102	1.600	1.600		1.600			1.120		
103	1.000	1.000	1.120	1.600			1.120		
104	1.600	1.600	1.120	1.600			1.120		
105	1.000	1.000	1.600	1.120			1.120		
106	1.600	1.600	1.600	1.120			1.120		
107	1.000	1.000			1.600		1.120		
108	1.600	1.600			1.600		1.120		
109	1.000	1.000	1.120		1.600		1.120		
110	1.600	1.600	1.120		1.600		1.120		
111	1.000	1.000		1.120	1.600		1.120		
112	1.600	1.600		1.120	1.600		1.120		
113	1.000	1.000	1.120	1.120	1.600		1.120		
114	1.600	1.600	1.120	1.120	1.600		1.120		
115	1.000	1.000	1.600		1.120		1.120		
116	1.600	1.600	1.600		1.120		1.120		
117	1.000	1.000		1.600	1.120		1.120		
118	1.600	1.600		1.600	1.120		1.120		
119	1.000	1.000	1.120	1.600	1.120		1.120		
120	1.600	1.600	1.120	1.600	1.120		1.120		
121	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120		1.120		
122	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120		1.120		
123	1.000	1.000				1.600	1.120		
124	1.600	1.600				1.600	1.120		
125	1.000	1.000	1.120			1.600	1.120		
126	1.600	1.600	1.120			1.600	1.120		
127	1.000	1.000		1.120		1.600	1.120		
128	1.600	1.600		1.120		1.600	1.120		
129	1.000	1.000	1.120	1.120		1.600	1.120		
130	1.600	1.600	1.120	1.120		1.600	1.120		
131	1.000	1.000			1.120	1.600	1.120		
132	1.600	1.600			1.120	1.600	1.120		
133	1.000	1.000	1.120		1.120	1.600	1.120		
134	1.600	1.600	1.120		1.120	1.600	1.120		
135	1.000	1.000		1.120	1.120	1.600	1.120		
136	1.600	1.600		1.120	1.120	1.600	1.120		
137	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120	1.600	1.120		
138	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.600	1.120		
139	1.000	1.000	1.600			1.120	1.120		
140	1.600	1.600	1.600			1.120	1.120		
141	1.000	1.000		1.600		1.120	1.120		

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
142	1.600	1.600		1.600		1.120	1.120		
143	1.000	1.000	1.120	1.600		1.120	1.120		
144	1.600	1.600	1.120	1.600		1.120	1.120		
145	1.000	1.000	1.600	1.120		1.120	1.120		
146	1.600	1.600	1.600	1.120		1.120	1.120		
147	1.000	1.000			1.600	1.120	1.120		
148	1.600	1.600			1.600	1.120	1.120		
149	1.000	1.000	1.120		1.600	1.120	1.120		
150	1.600	1.600	1.120		1.600	1.120	1.120		
151	1.000	1.000		1.120	1.600	1.120	1.120		
152	1.600	1.600		1.120	1.600	1.120	1.120		
153	1.000	1.000	1.120	1.120	1.600	1.120	1.120		
154	1.600	1.600	1.120	1.120	1.600	1.120	1.120		
155	1.000	1.000	1.600		1.120	1.120	1.120		
156	1.600	1.600	1.600		1.120	1.120	1.120		
157	1.000	1.000		1.600	1.120	1.120	1.120		
158	1.600	1.600		1.600	1.120	1.120	1.120		
159	1.000	1.000	1.120	1.600	1.120	1.120	1.120		
160	1.600	1.600	1.120	1.600	1.120	1.120	1.120		
161	1.000	1.000	1.600	1.120	1.120	1.120	1.120		
162	1.600	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.120		
163	1.000	1.000							1.600
164	1.600	1.600							1.600
165	1.000	1.000	1.120						1.600
166	1.600	1.600	1.120						1.600
167	1.000	1.000		1.120					1.600
168	1.600	1.600		1.120					1.600
169	1.000	1.000	1.120	1.120					1.600
170	1.600	1.600	1.120	1.120					1.600
171	1.000	1.000			1.120				1.600
172	1.600	1.600			1.120				1.600
173	1.000	1.000	1.120		1.120				1.600
174	1.600	1.600	1.120		1.120				1.600
175	1.000	1.000		1.120	1.120				1.600
176	1.600	1.600		1.120	1.120				1.600
177	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120				1.600
178	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120				1.600
179	1.000	1.000				1.120			1.600
180	1.600	1.600				1.120			1.600
181	1.000	1.000	1.120			1.120			1.600
182	1.600	1.600	1.120			1.120			1.600
183	1.000	1.000		1.120		1.120			1.600
184	1.600	1.600		1.120		1.120			1.600
185	1.000	1.000	1.120	1.120		1.120			1.600
186	1.600	1.600	1.120	1.120		1.120			1.600
187	1.000	1.000			1.120	1.120			1.600
188	1.600	1.600			1.120	1.120			1.600
189	1.000	1.000	1.120		1.120	1.120			1.600

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
190	1.600	1.600	1.120		1.120	1.120			1.600
191	1.000	1.000		1.120	1.120	1.120			1.600
192	1.600	1.600		1.120	1.120	1.120			1.600
193	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120	1.120			1.600
194	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.120			1.600
195	1.000	1.000					1.120		1.600
196	1.600	1.600					1.120		1.600
197	1.000	1.000	1.120				1.120		1.600
198	1.600	1.600	1.120				1.120		1.600
199	1.000	1.000		1.120			1.120		1.600
200	1.600	1.600		1.120			1.120		1.600
201	1.000	1.000	1.120	1.120			1.120		1.600
202	1.600	1.600	1.120	1.120			1.120		1.600
203	1.000	1.000			1.120		1.120		1.600
204	1.600	1.600			1.120		1.120		1.600
205	1.000	1.000	1.120		1.120		1.120		1.600
206	1.600	1.600	1.120		1.120		1.120		1.600
207	1.000	1.000		1.120	1.120		1.120		1.600
208	1.600	1.600		1.120	1.120		1.120		1.600
209	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120		1.120		1.600
210	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120		1.120		1.600
211	1.000	1.000				1.120	1.120		1.600
212	1.600	1.600				1.120	1.120		1.600
213	1.000	1.000	1.120			1.120	1.120		1.600
214	1.600	1.600	1.120			1.120	1.120		1.600
215	1.000	1.000		1.120		1.120	1.120		1.600
216	1.600	1.600		1.120		1.120	1.120		1.600
217	1.000	1.000	1.120	1.120		1.120	1.120		1.600
218	1.600	1.600	1.120	1.120		1.120	1.120		1.600
219	1.000	1.000			1.120	1.120	1.120		1.600
220	1.600	1.600			1.120	1.120	1.120		1.600
221	1.000	1.000	1.120		1.120	1.120	1.120		1.600
222	1.600	1.600	1.120		1.120	1.120	1.120		1.600
223	1.000	1.000		1.120	1.120	1.120	1.120		1.600
224	1.600	1.600		1.120	1.120	1.120	1.120		1.600
225	1.000	1.000	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120		1.600
226	1.600	1.600	1.120	1.120	1.120	1.120	1.120		1.600
227	1.000	1.000						1.600	
228	1.600	1.600						1.600	

■ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
1	1.000	1.000							
2	1.000	1.000	1.000						
3	1.000	1.000		1.000					
4	1.000	1.000	1.000	1.000					

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
5	1.000	1.000			1.000				
6	1.000	1.000	1.000		1.000				
7	1.000	1.000		1.000	1.000				
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
9	1.000	1.000				1.000			
10	1.000	1.000	1.000			1.000			
11	1.000	1.000		1.000		1.000			
12	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			
13	1.000	1.000			1.000	1.000			
14	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000			
15	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000			
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
17	1.000	1.000					1.000		
18	1.000	1.000	1.000				1.000		
19	1.000	1.000		1.000			1.000		
20	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		
21	1.000	1.000			1.000		1.000		
22	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000		
23	1.000	1.000		1.000	1.000		1.000		
24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		
25	1.000	1.000				1.000	1.000		
26	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000		
27	1.000	1.000		1.000		1.000	1.000		
28	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		
29	1.000	1.000			1.000	1.000	1.000		
30	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000		
31	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000		
32	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
33	1.000	1.000							1.000
34	1.000	1.000	1.000						1.000
35	1.000	1.000		1.000					1.000
36	1.000	1.000	1.000	1.000					1.000
37	1.000	1.000			1.000				1.000
38	1.000	1.000	1.000		1.000				1.000
39	1.000	1.000		1.000	1.000				1.000
40	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				1.000
41	1.000	1.000				1.000			1.000
42	1.000	1.000	1.000			1.000			1.000
43	1.000	1.000		1.000		1.000			1.000
44	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000			1.000
45	1.000	1.000			1.000	1.000			1.000
46	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000			1.000
47	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000			1.000
48	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000
49	1.000	1.000					1.000		1.000
50	1.000	1.000	1.000				1.000		1.000
51	1.000	1.000		1.000			1.000		1.000
52	1.000	1.000	1.000	1.000			1.000		1.000

Comb.	PP	CM	Qa (A)	Qa (B)	Qa (C)	Qa (D)	Qa (E)	Qa (G1)	Qa (G2)
53	1.000	1.000			1.000		1.000		1.000
54	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000		1.000
55	1.000	1.000		1.000	1.000		1.000		1.000
56	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000		1.000
57	1.000	1.000				1.000	1.000		1.000
58	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000		1.000
59	1.000	1.000		1.000		1.000	1.000		1.000
60	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000		1.000
61	1.000	1.000			1.000	1.000	1.000		1.000
62	1.000	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000		1.000
63	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
64	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000
65	1.000	1.000						1.000	

10.3. LISTADO DE PAÑOS

- Reticulares considerados

Nombre	Descripción
80201012	ALSINA 20+10 NERVIO 12 SEP-NER 80 Casetón recuperable Peso propio: 0.43 t/m ² Canto: 30 cm Capa de compresión: 10 cm Intereje: 80 cm Anchura del nervio: 12 cm

- Losas y elementos de cimentación

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

Materiales utilizados

- **Hormigones**

Elemento	Hormigón	f _{ck} (kp/cm ²)	γ _c	Naturaleza	Árido Tamaño máximo (mm)	E _c (kp/cm ²)
Todos	HA-25	255	1.50	Cuarcita	15	277920

- **Aceros en barras**

Elemento	Acero	f _{yk} (kp/cm ²)	γ _s
Todos	B 500 S	5097	1.15

- **Aceros en perfiles**

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

7. ELECCION DEL TIPO DE CONTENCIÓN DE TIERRAS

Existen dos posibilidades para la realización de la contención de tierras de dicho aparcamiento:

- **Muros por bataches:** estos muros se realizan en casos cuando hay edificios colindantes cerca de la parcela donde se va a realizar la obra o pasa un vial y habría que sujetarlo, ya que este puede ser afectado a la hora de realizar la excavación en la parcela seleccionada. También se puede decir, que este método de excavación se utiliza cuando no hay suficiente espacio para ejecutar el muro encofrado a dos caras. Para evitar que el terreno se derrumbe al excavar el terreno y dejar el borde vertical sobre el que se realizará el muro, primero se deja el terreno con un talud natural en los bordes y posteriormente se excava el talud por tramos ejecutando el muro en cada uno de esos tramos, buscando así el efecto arco en el terreno para evitar el desprendimiento de este.
- **Micropilotes:** Este procedimiento se aplica cuando las capas o estratos superficiales de terreno no poseen la capacidad portante suficiente para absorber las cargas transmitidas por la estructura del edificio. El proceso constructivo es el siguiente: primero se hace el replanteo de los micropilotes y se realiza la perforación con una barrena de acuerdo con el diámetro especificado en el proyecto. Seguidamente, se hace un vaciado y una limpieza con agua y aire a presión y se introduce la armadura tubular. A continuación, se les inyecta una lechada de cemento antes de que transcurran 24h de la colocación de la armadura. Después, a la armadura que sobresale del terreno, se descabezan los micropilotes ya que el cemento en esa zona es de mala calidad y se realiza una viga de atado (soldadura) para unir todas las cabezas de los micropilotes y así, queden sujetos.
- **Muros pantalla:** Los Muros Pantalla constituyen un tipo de profunda muy usada en edificios de altura, que actúa como un muro de contención y brinda muchas ventajas por ahorro de costes y mayor desarrollo en superficies. Es la tipología de Cimentaciones más difundida en áreas urbanas para edificios con sótano en un predio entre medianeras, en parkings y a modo de barreras de contención de agua subterránea en túneles y carreteras. El muro pantalla es un muro de contención que se construye antes de efectuar el vaciado de tierras, y transmite los esfuerzos al terreno.

Se opta por realizar la contención de tierras por medio de muros pantalla ya que es más económico y a la hora de ejecución, el proceso de realizar micropilotes y bataches es más lento que de la otra forma.

7.1. MUROS PANTALLA

Se consideran tres cargas distribuidas características:

$$\text{Cargas muertas (C.M)} = 3,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Peso propio del forjado (P.P)} = 0,35 \times 24,5 = 8,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sobre carga de uso (S.U)} = 5 \text{ kN/m}^2.$$

Por tanto, el problema a estudiar es el siguiente:

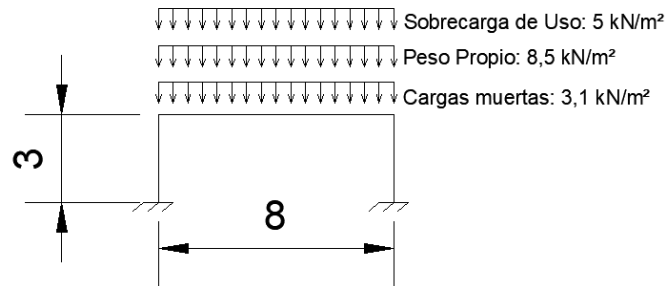


IMAGEN 3. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."

Se aplicarán los coeficientes de ponderación, obtenemos las cargas de cálculo. Para ellos aplicamos varias hipótesis:

$$\text{Peso Propio (PP): } 8,5 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 68 \text{ kN/m}$$

$$\text{Cargas Muertas (CM): } 3,1 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 24,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobre carga de Uso (SU): } 5 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 40 \text{ kN/m}$$

Ahora calculamos las hipótesis:

Hipótesis 1 (variable fundamental, sobrecarga de uso: 40 kN/m)

$$q_d = 1,35 \times (68+24) + 1,5 \times 40 = 184,02 \text{ kN/m}$$

Esta sería la carga de cálculo que habrá que tener en cuenta en el estudio.

Existen diferentes métodos para resolver el pórtico descrito, en este caso, se realizará mediante el método de la viga conjugada.

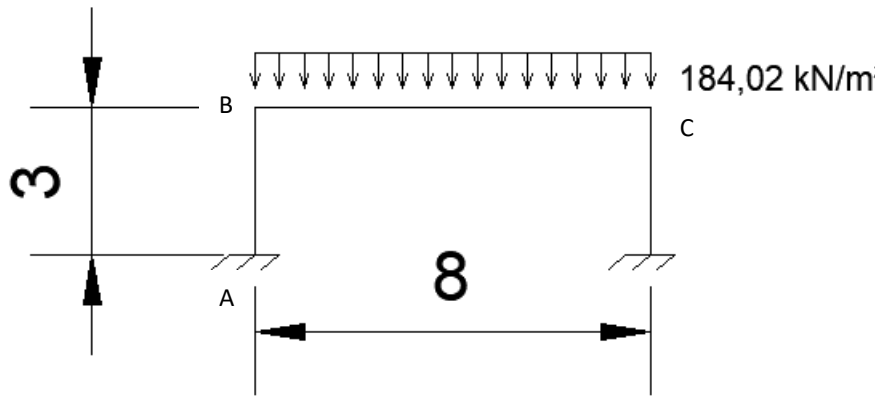


IMAGEN 4. "PÓRTICO DE ESTUDIO."

Al ser empotrado los extremos faltarán dos ecuaciones de compatibilidad, para ello:

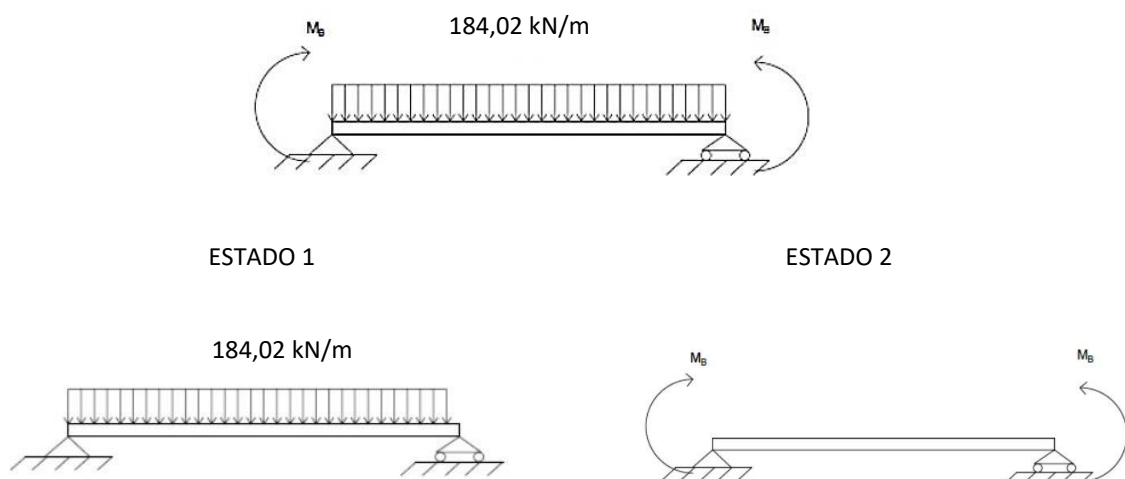
$$\Theta_{BII} = \Theta_{BI}$$

$$\Theta_A = 0$$

Se descompone el pórtico en barras, llamando Barra I al tramo AB y Barra II al tramo CD:

- BARRA II

Se aplica el método de superposición que se representa con la siguiente figura:

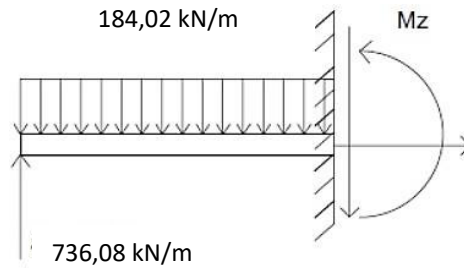


Sabiendo que $q = 184,02 \text{ kN/m}$ y la distancia entre los apoyos del portico son 8m , se calculan los esfuerzos en esos apoyos. Por lo que quedaría:

$$q \cdot 8 = 184,02 \text{ kN/m} \cdot 8\text{m} = 1472,16 \text{ kN}$$

por lo que en cada lado $\rightarrow 1472,16 / 2 = \mathbf{736,08 \text{ kN}}$

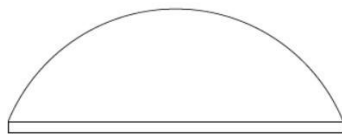
Una vez calculados las reacciones en los apoyos, se procede a realizar los diagramas de momentos de los dos estados. En el estado 1, se aplica el método de cortes para hallar el momento (M_z) que se genera en el extremo:



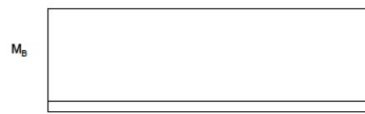
$$M_z = 736,08 x - 92,01 x^2 \text{ (mkN)}$$

Por tanto, el diagrama de momento flectores será el siguiente:

ESTADO 1

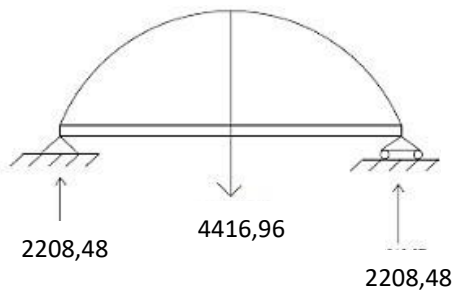


ESTADO 2

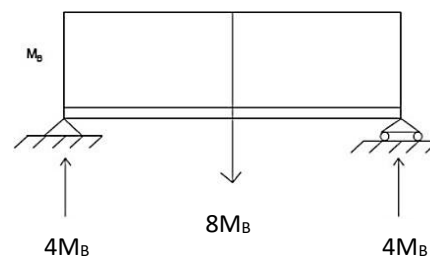


Con los diagramas obtenidos, se aplica el método de la viga conjugada, colocando apoyos en los diagramas y hallando el giro que se realiza. Para calcular las reacciones en los apoyos, se aplica el método de las áreas.

ESTADO 1



ESTADO 2



Para hallar los esfuerzos, se aplica el método de áreas, hallando el área del rectángulo en el estado 2 y la de la parábola en el estado 1(integrando). Seguidamente, se halla el giro en el punto B:

$$\theta_{BII} = \frac{1}{EI} (4 M_B + 2208,48)$$

- **Barra I**



IMAGEN 5. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "

Aplicamos la superposición de los dos estados:

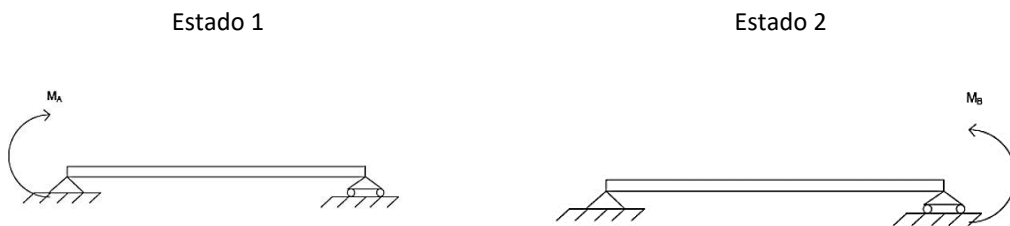


IMAGEN 6. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."

Se calculan las reacciones y el diagrama de momento en cada estado:

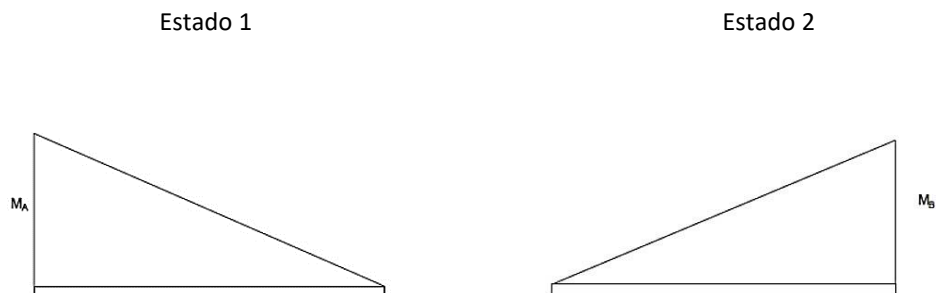


IMAGEN 7. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."

Se aplica el método de la viga conjugada:

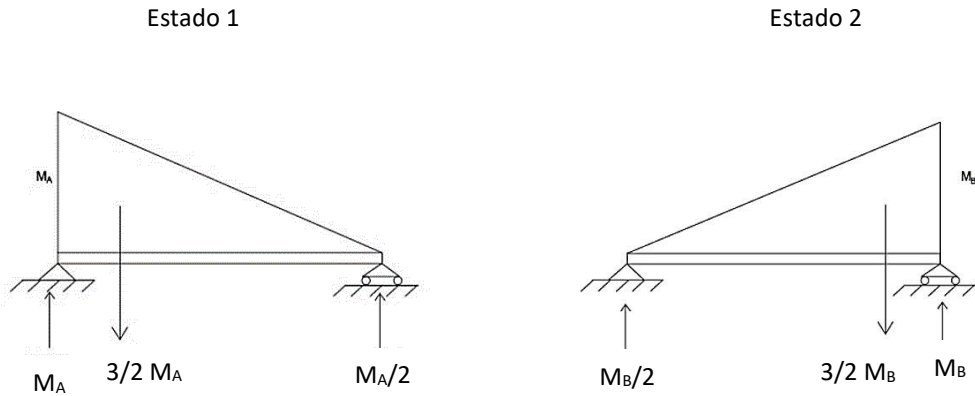


IMAGEN 8. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."

Para hallar los esfuerzos, se aplica el método de áreas, hallando el área del rectángulo en el estado 2-3 y la de la parábola en el estado 1 (integrando) más el triángulo.

Por consiguiente, se halla el giro en el punto A y B:

$$\Theta_A = \frac{1}{EI} (M_A + M_B/2)$$

$$\Theta_{BI} = \frac{1}{EI} (-M_A/2 - M_B)$$

Teniendo en cuenta la condición que se ha expuesto antes ($\Theta_{BII} = \Theta_{BI}$; $\Theta_A = 0$):

$$\Theta_{BII} = \frac{1}{EI} (4M_B + 2208,48)$$

$$\Theta_A = \frac{1}{EI} (M_A + M_B/2)$$

$$\Theta_{BI} = \frac{1}{EI} (-M_A/2 - M_B)$$

Se obtendrán los siguientes valores:

$$M_A = 276,06 \text{ mkN}$$

$$M_B = -552,12 \text{ mkN}$$

El negativo, significa que hemos supuesto en sentido contrario el giro. La M_B obtenida ($M_B = -552,12 \text{ mkN}$), será el momento que recibe el muro debido a la carga repartida existente en el forjado reticular.

7.2. GEOMETRÍA DEL MURO PANTALLA

7.2.1.- NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: Clase IIa

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

7.2.2.- ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.60

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

7.2.3.- DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

7.2.4.- DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -6.00 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

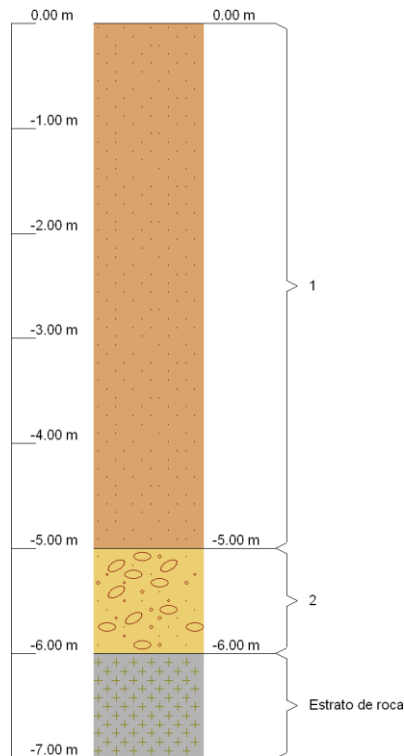
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1	0.00 m	Densidad aparente: 2.0 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 30 grados Cohesión: 0.00 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 30000.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 30000.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.33 Reposo trasdós: 0.50 Pasivo trasdós: 3.00 Activo intradós: 0.33 Reposo intradós: 0.50 Pasivo intradós: 3.00

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
2	-5.00 m	Densidad aparente: 2.6 kg/dm ³ Densidad sumergida: 1.0 kg/dm ³ Ángulo rozamiento interno: 17 grados Cohesión: 1.50 t/m ² Módulo de balasto empuje activo: 1734.0 t/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 1734.0 t/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 t/m ⁴	Activo trasdós: 0.55 Reposo trasdós: 0.71 Pasivo trasdós: 1.83 Activo intradós: 0.55 Reposo intradós: 0.71 Pasivo intradós: 1.83

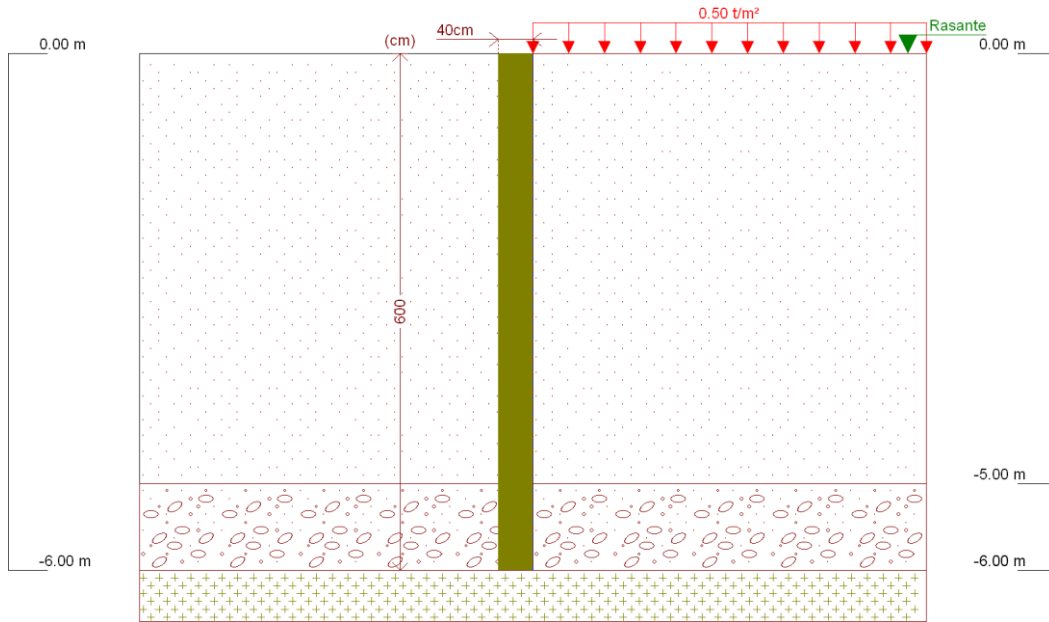
7.2.5.- SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



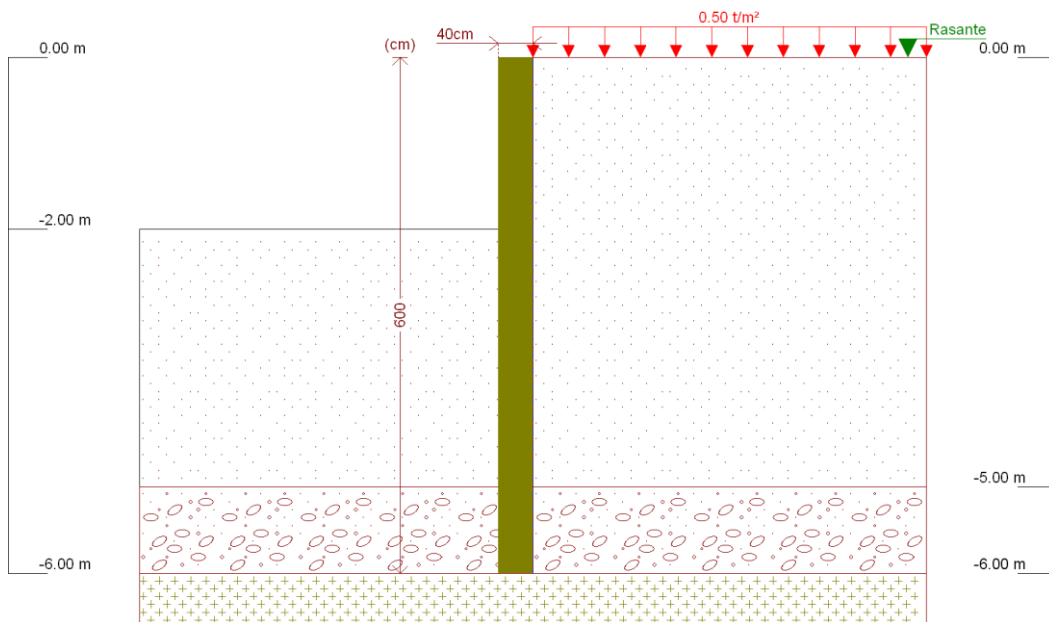
7.2.6.- GEOMETRÍA

Altura total: 6.00 m Espesor: 40 cm Longitud tramo: 2.50 m
--

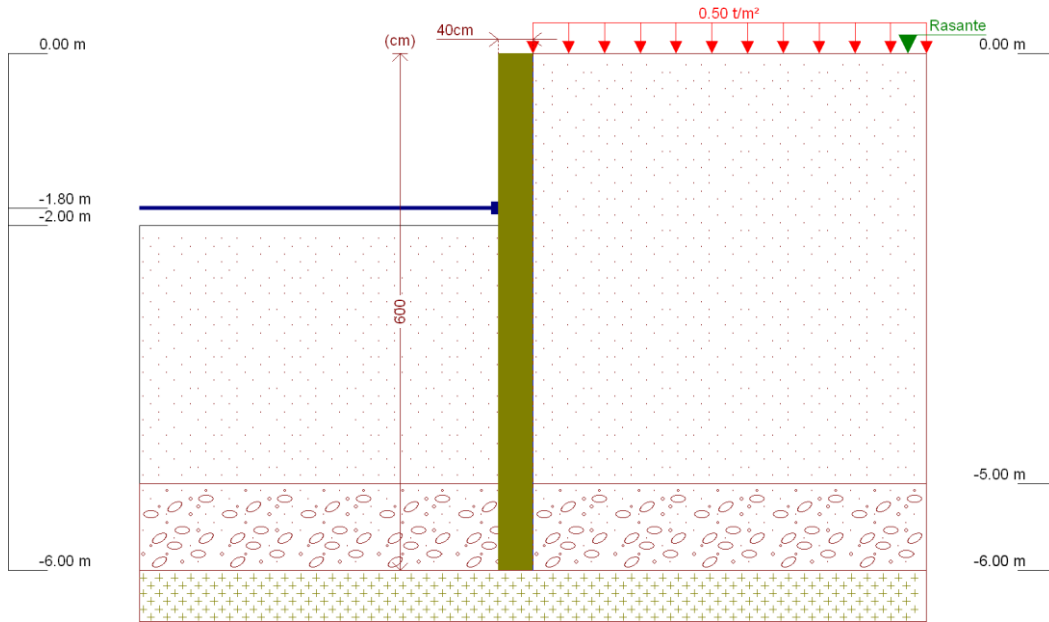
7.2.7.- ESQUEMA DE LAS FASES



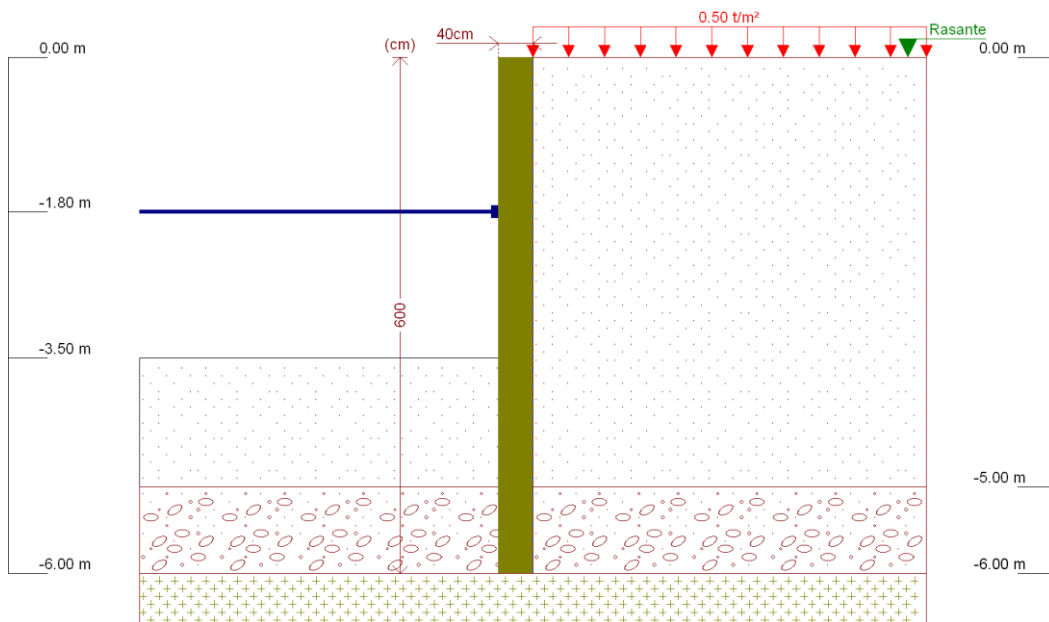
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Fase	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m



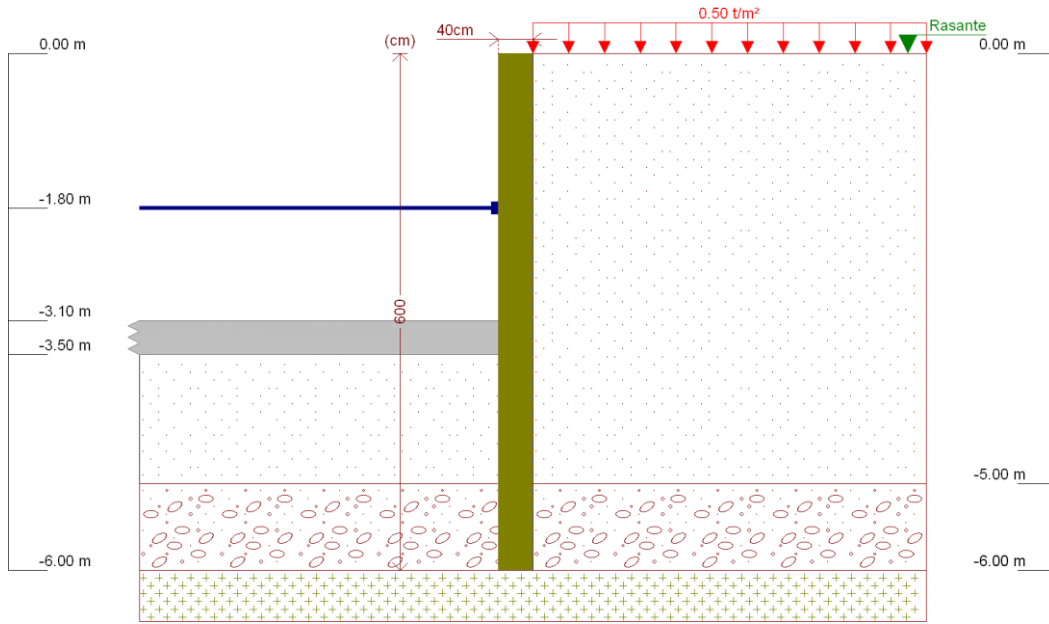
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Fase 1 excavar 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.00 m



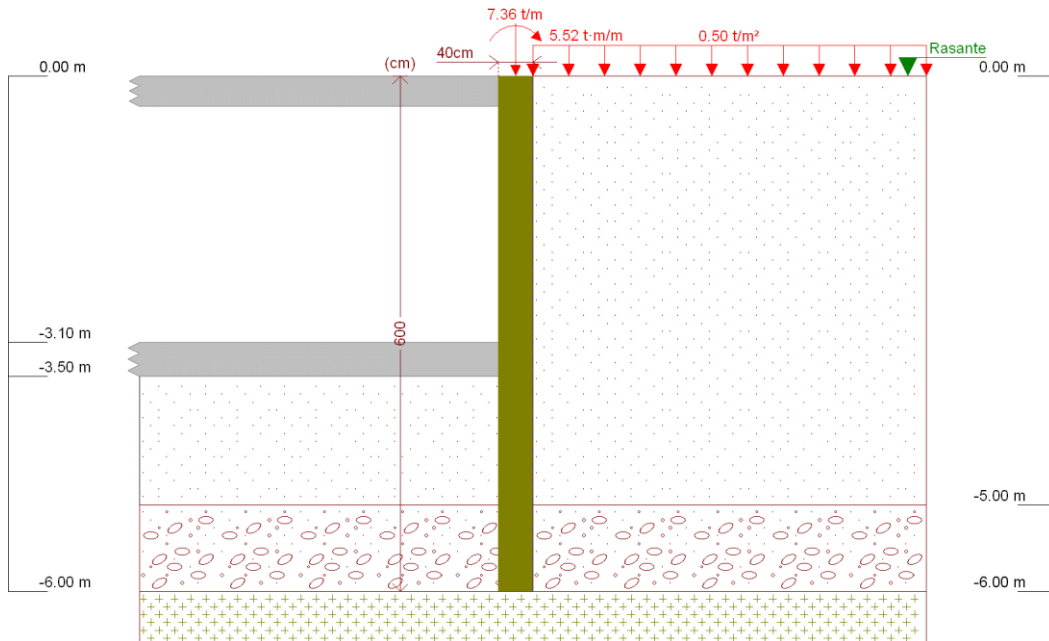
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Fase 2 punta	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Fase 1 excavar 1,5	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Fase 2 losa	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.50 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Fase forjado	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -3.50 m

7.2.8.- CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 0.5 t/m ²	Fase	Fase forjado

7.2.9.- ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -1.80 m Rigidez axil: 1000000 t/m Separación: 2.5 m	Fase 2 puntal	Fase 2 losa

FORJADOS

Descripción	Fase de construcción	Fase de servicio
Cota: -3.10 m Canto: 40 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Fase 2 losa	Fase forjado
Cota: 0.00 m Canto: 35 cm Cortante fase constructiva: 0 t/m Cortante fase de servicio: 0 t/m Rigidez axil: 1000000 t/m ²	Fase forjado	Fase forjado

7.2.10.- RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.01	0.00	0.02	-0.00	0.17	0.00
-0.50	-0.00	0.50	0.01	0.01	-0.04	0.00
-1.00	-0.00	1.00	-0.01	0.00	-0.00	0.00
-1.50	-0.00	1.50	-0.01	0.00	0.03	0.00
-2.00	-0.00	2.00	0.01	0.00	0.05	0.00
-2.50	-0.00	2.50	0.04	0.02	0.08	0.00
-3.00	-0.00	3.00	0.08	0.06	0.09	0.00
-3.50	-0.00	3.50	0.12	0.11	0.04	0.00
-4.00	-0.01	4.00	0.12	0.18	-0.13	0.00
-4.50	-0.01	4.50	0.02	0.21	-0.47	0.00
-5.00	-0.02	5.00	-0.28	0.11	0.28	0.00

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
-5.50	-0.03	5.50	-0.14	0.03	0.24	0.00
-6.00	-0.04	6.00	-0.03	0.00	0.20	0.00
Máximos	-0.00 Cota: -2.75 m	6.00 Cota: -6.00 m	0.13 Cota: -3.75 m	0.21 Cota: -4.50 m	0.28 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.04 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-0.28 Cota: -5.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.73 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: FASE 1 EXCAVAR 2

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.04	0.00	0.02	-0.00	0.17	0.00
-0.50	-0.87	0.50	0.10	0.03	0.50	0.00
-1.00	-0.70	1.00	0.40	0.19	0.83	0.00
-1.50	-0.53	1.50	0.85	0.55	1.17	0.00
-2.00	-0.37	2.00	1.48	1.21	1.50	0.00
-2.50	-0.23	2.50	1.90	2.15	-1.17	0.00
-3.00	-0.12	3.00	0.98	2.79	-2.56	0.00
-3.50	-0.07	3.50	-0.07	2.86	-1.05	0.00
-4.00	-0.06	4.00	-0.54	2.64	-1.00	0.00
-4.50	-0.10	4.50	-1.17	2.15	-2.29	0.00
-5.00	-0.17	5.00	-2.58	1.07	2.58	0.00
-5.50	-0.27	5.50	-1.33	0.25	2.26	0.00
-6.00	-0.36	6.00	-0.24	0.00	1.93	0.00
Máximos	-0.06 Cota: -3.75 m	6.00 Cota: -6.00 m	1.90 Cota: -2.50 m	2.88 Cota: -3.25 m	2.58 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.04 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-2.58 Cota: -5.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-3.38 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: FASE 2 PUNTAL

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-1.04	0.00	0.02	-0.00	0.17	0.00
-0.50	-0.87	0.50	0.10	0.03	0.50	0.00
-1.00	-0.70	1.00	0.40	0.19	0.83	0.00
-1.50	-0.53	1.50	0.85	0.55	1.17	0.00
-1.80	-0.43	1.80	1.48	0.91	1.39	0.00
-2.25	-0.29	2.25	1.85	1.67	0.17	0.00
-2.75	-0.17	2.75	1.60	2.55	-2.50	0.00
-3.25	-0.09	3.25	0.34	2.88	-1.62	0.00
-3.75	-0.06	3.75	-0.33	2.78	-0.85	0.00
-4.25	-0.07	4.25	-0.79	2.44	-1.49	0.00
-4.75	-0.13	4.75	-1.74	1.72	-3.38	0.00

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
-5.25	-0.22	5.25	-1.94	0.58	2.43	0.00
-5.75	-0.31	5.75	-0.77	0.06	2.10	0.00
Máximos	-0.06 Cota: -3.75 m	6.00 Cota: -6.00 m	1.90 Cota: -2.50 m	2.88 Cota: -3.25 m	2.58 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.04 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-2.58 Cota: -5.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-3.38 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: FASE 1 EXCAVAR 1,5

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.92	0.00	0.19	-0.00	1.50	0.00
-0.50	-0.77	0.50	0.94	0.28	3.56	0.00
-1.00	-0.62	1.00	2.67	1.40	3.08	0.00
-1.50	-0.50	1.50	4.10	3.29	1.99	0.00
-1.80	-0.45	1.80	4.93	4.68	1.37	0.00
-2.25	-0.43	2.25	-3.07	3.23	1.67	0.00
-2.75	-0.47	2.75	-2.19	2.02	2.00	0.00
-3.25	-0.53	3.25	-1.15	1.31	2.33	0.00
-3.75	-0.62	3.75	0.06	1.18	1.17	0.00
-4.25	-0.73	4.25	0.31	1.34	-1.50	0.00
-4.75	-0.86	4.75	-0.78	1.13	-4.17	0.00
-5.25	-1.00	5.25	-1.30	0.35	1.82	0.00
-5.75	-1.16	5.75	-0.45	0.03	1.29	0.00
Máximos	-0.43 Cota: -2.25 m	6.00 Cota: -6.00 m	4.93 Cota: -1.80 m	4.68 Cota: -1.80 m	3.56 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.24 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-3.44 Cota: -2.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-4.17 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: FASE 2 LOSA

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.92	0.00	0.19	0.00	1.50	0.00
-0.50	-0.77	0.50	0.94	0.28	3.56	0.00
-1.00	-0.62	1.00	2.67	1.40	3.08	0.00
-1.50	-0.50	1.50	4.10	3.29	1.99	0.00
-1.80	-0.45	1.80	4.93	4.68	1.37	0.00
-2.25	-0.43	2.25	-3.07	3.23	1.67	0.00
-2.75	-0.47	2.75	-2.19	2.02	2.00	0.00
-3.25	-0.53	3.25	-1.15	1.31	2.33	0.00
-3.50	-0.57	3.50	-0.57	1.16	2.50	0.00
-4.00	-0.67	4.00	0.35	1.27	-0.17	0.00
-4.50	-0.79	4.50	-0.07	1.33	-2.83	0.00

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
-5.00	-0.93	5.00	-1.82	0.68	2.09	0.00
-5.50	-1.08	5.50	-0.84	0.14	1.56	0.00
-6.00	-1.24	6.00	0.00	0.00	1.02	0.00
Máximos	-0.43 Cota: -2.25 m	6.00 Cota: -6.00 m	4.93 Cota: -1.80 m	4.68 Cota: -1.80 m	3.56 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.24 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-3.44 Cota: -2.00 m	0.00 Cota: -6.00 m	-4.17 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: FASE FORJADO

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (t/m)	Ley de cortantes (t/m)	Ley de momento flector (t·m/m)	Ley de empujes (t/m ²)	Presión hidrostática (t/m ²)
0.00	-0.58	7.36	0.19	-5.52	1.50	0.00
-0.25	-0.67	7.61	0.19	-5.47	3.00	0.00
-0.75	-0.77	8.11	2.06	-4.72	1.08	0.00
-1.25	-0.79	8.61	2.54	-3.50	1.00	0.00
-1.75	-0.75	9.11	3.08	-2.04	1.33	0.00
-2.25	-0.68	9.61	3.79	-0.23	1.67	0.00
-2.75	-0.60	10.11	4.67	1.98	2.00	0.00
-3.25	-0.55	10.61	5.71	4.70	2.33	0.00
-3.50	-0.56	10.86	-4.18	4.18	2.90	0.00
-4.00	-0.63	11.36	-2.67	2.65	2.39	0.00
-4.50	-0.74	11.86	-1.74	1.70	0.11	0.00
-5.00	-0.88	12.36	-2.01	0.76	2.26	0.00
-5.50	-1.03	12.86	-0.95	0.17	1.73	0.00
-6.00	-1.19	13.36	0.00	0.00	1.19	0.00
Máximos	-0.55 Cota: -3.30 m	13.36 Cota: -6.00 m	6.29 Cota: -3.30 m	5.02 Cota: -3.30 m	4.50 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.19 Cota: -6.00 m	7.36 Cota: 0.00 m	-4.18 Cota: -3.50 m	-5.52 Cota: 0.00 m	-1.19 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

7.2.11.- RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.

Puntales

Cota: -1.80 m	
Fase	Resultado
Fase 2 puntal	Carga puntual: -0.33 t Carga lineal: -0.13 t/m
Fase 1 excavar 1,5	Carga puntual: 20.92 t Carga lineal: 8.37 t/m
Fase 2 losa	Carga puntual: 20.92 t Carga lineal: 8.37 t/m

Forjados

Cota: -3.10 m	
Fase	Resultado
Fase 2 losa	Carga lineal: -0.42 t/m
Fase forjado	Carga lineal: 10.47 t/m

Cota: 0.00 m	
Fase	Resultado
Fase forjado	SE PRODUCE DESPEGUE: 0.22 mm

7.2.12.- DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal	Rigidizador vertical	Rigidizador horizontal
Ø16c/30	Ø12c/15	Ø12c/15	2Ø16	3Ø16

7.2.13.- COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: MURO TIPO 1 (1)		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio J.Calavera. "Muros de contención y muros de sótano". (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i>	Mínimo: 0.00037 Calculado: 0.00188	Cumple
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00188	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Trasdós:	Calculado: 0.00167	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00188	Cumple

Referencia: MURO TIPO 1 (1)		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 0.00149 Calculado: 0.00167 Mínimo: 0.00153 Calculado: 0.00188	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i> - Trasdós: - Intradós:	Mínimo: 4e-005 Calculado: 0.00167 Mínimo: 6e-005 Calculado: 0.00188	Cumple Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i> - Trasdós, vertical: - Intradós, vertical:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 28.4 cm Calculado: 13.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i> - Armadura vertical Trasdós, vertical: - Armadura vertical Intradós, vertical:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 45.12 t Calculado: 22.83 t	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE Ingenieros. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 2.5 m Calculado: 2 m	Cumple Cumple
Rigidizadores verticales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE Ingenieros. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i> - Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Mínimo: 16 mm Calculado: 16 mm Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: -22.08 t·m, Nd: 0.00 t, Vd: 0.75 t, Tensión máxima del acero: 4.194 t/cm ²		

Referencia: MURO TIPO 1 (1)		
Comprobación	Valores	Estado
- Sección crítica a cortante: Cota: -3.25 m - Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

7.2.14.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): MURO TIPO 1 (1)		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: - Hipótesis básica: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Fase: - Fase 1 excavar 2: - Fase 2 puntal: - Fase 1 excavar 1,5: - Fase 2 losa ⁽¹⁾ - Fase forjado ⁽¹⁾ ⁽¹⁾ Existe más de un apoyo.	Mínimo: 1.67 Calculado: 7.769 Calculado: 2.28 Calculado: 4.214 Calculado: 2.155	Cumple Cumple Cumple Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: <i>Valor introducido por el usuario.</i> Hipótesis básica: - Fase: - Fase 1 excavar 2: - Fase 2 puntal: - Fase 1 excavar 1,5: - Fase 2 losa: - Fase forjado:	Mínimo: 1.67 Calculado: 4.579 Calculado: 2.513 Calculado: 2.513 Calculado: 1.7 Calculado: 1.7 Calculado: 2.023	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

7.2.15.- COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (CÍRCULO DE DESLIZAMIENTO PÉSIMO)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Círculo de deslizamiento pésimo): MURO TIPO 1 (1)		
Comprobación	Valores	Estado
Círculo de deslizamiento pésimo: - Combinaciones sin sismo: <i>Valor introducido por el usuario.</i> - Fase 1 excavar 2: Coordenadas del centro del círculo (-0.29 m ; 5.32 m) - Radio: 11.22 m: - Fase 2 puntal: Coordenadas del centro del círculo (-0.29 m ; 5.32 m) - Radio: 11.22 m: - Fase 1 excavar 1,5: Coordenadas del centro del círculo (-0.31 m ; 9.16 m) - Radio: 15.06 m: - Fase 2 losa ⁽¹⁾ - Fase forjado ⁽¹⁾ <i>(1) No es necesario comprobar la estabilidad global (círculo de deslizamiento pésimo) cuando en la fase se ha definido algún forjado.</i>	Mínimo: 1.8 Calculado: 27.837 Calculado: 27.837 Calculado: 17.762	 Cumple Cumple Cumple
Información adicional:		
- Fase 1 excavar 2: Combinaciones sin sismo - Debido a que el círculo de deslizamiento pésimo pasa por el elemento de contención, éste deberá resistir un cortante de, al menos, 407.759 t/m en la intersección con dicho círculo. Esto es necesario para garantizar la validez del coeficiente de seguridad calculado. - Fase 2 puntal: Combinaciones sin sismo - Debido a que el círculo de deslizamiento pésimo pasa por el elemento de contención, éste deberá resistir un cortante de, al menos, 407.759 t/m en la intersección con dicho círculo. Esto es necesario para garantizar la validez del coeficiente de seguridad calculado. - Fase 1 excavar 1,5: Combinaciones sin sismo - Debido a que el círculo de deslizamiento pésimo pasa por el elemento de contención, éste deberá resistir un cortante de, al menos, 407.759 t/m en la intersección con dicho círculo. Esto es necesario para garantizar la validez del coeficiente de seguridad calculado.		

7.2.16.- MEDICIÓN

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Y _s =1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Armado vertical trasdós	Longitud (m)		9x6.05	54.45
	Peso (kg)		9x9.55	85.94
Armado vertical intradós	Longitud (m)	16x6.05		96.80
	Peso (kg)	16x5.37		85.94
Junta lateral positiva	Longitud (m)	2x6.04		12.08
	Peso (kg)	2x5.36		10.73
Junta lateral negativa	Longitud (m)	1x6.04		6.04
	Peso (kg)	1x5.36		5.36
Armado horizontal	Longitud (m)	40x5.26		210.40
	Peso (kg)	40x4.67		186.80

Referencia: Muro pantalla de hormigón armado		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x6.13	12.26
	Peso (kg)		2x9.68	19.35
Armado rigidizadores verticales	Longitud (m)		2x6.13	12.26
	Peso (kg)		2x9.68	19.35
Armado rigidizadores horizontales	Longitud (m)		6x3.07	18.42
	Peso (kg)		6x4.85	29.07
Totales	Longitud (m)	325.32	97.39	
	Peso (kg)	288.83	153.71	442.54
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	357.85	107.13	
	Peso (kg)	317.71	169.08	486.79

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m ³)
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5
Referencia: Muro pantalla de hormigón armado	317.71	169.08	486.79	6.00
Totales	317.71	169.08	486.79	6.00

8. ELECCION DEL TIPO DE CIMENTACIÓN

En este apartado, se pretende estudiar qué sistema de cimentación es el más adecuado para ejecutar el aparcamiento.

Se puede decir, que existen dos tipos de cimentaciones: superficiales y profundas. Se opta por realizar cimentaciones superficiales, ya que las profundas se ejecutan cuando la resistencia del terreno en el nivel de cimentación es nula.

Hay dos tipos de cimentaciones superficiales:

- Zapatas aisladas: son recomendables en terrenos secos y con suficiente capacidad portante, siempre y cuando el nivel freático no esté cercano a la cota de pavimentación, en cuyo caso sería más recomendable realizar una losa. Esta tipología es la más económica y adecuada que una losa, donde esta última tendrá un proceso más costoso, pero ofrece una continuidad sin problemas de filtraciones de agua.
- Losas: este tipo de cimentación, como se ha mencionado anteriormente, es recomendable cuando el nivel freático de la zona está cerca de la cota de cimentación (a una distancia inferior de 2 metros de profundidad).

Analizando las dos opciones, en este proyecto se optará por realizar unas cimentaciones superficiales de zapatas aisladas centradas.

A continuación, se exponen los cálculos de las zapatas aisladas que estarán unidas mediante vigas de atado y un muro sótano que será de contención del terreno perimetralmente. Se emplearán cálculos manuales y por medio del software CypeCad.

8.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Después de realizar los cálculos de las zapatas se ha llegado a la conclusión que habrá dos tipos de zapatas, donde estas cumplen con todos los requisitos del aparcamiento.

Referencias	Material	Geometría	Armado
P1, P4	Tensión admisible en situaciones persistentes: 3.00 kp/cm ² Tensión admisible en situaciones accidentales: 4.50 kp/cm ²	Zapata cuadrada Ancho: 180.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 9Ø16c/20 Y: 9Ø16c/20
P2, P3	Tensión admisible en situaciones persistentes: 3.00 kp/cm ² Tensión admisible en situaciones accidentales: 4.50 kp/cm ²	Zapata cuadrada Ancho: 180.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 16Ø12c/11 Y: 16Ø12c/11

TABLA 3. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."

8.2. MEDICIÓN DE LAS ZAPATAS

- Zapatas tipo 1 y tipo 4:**

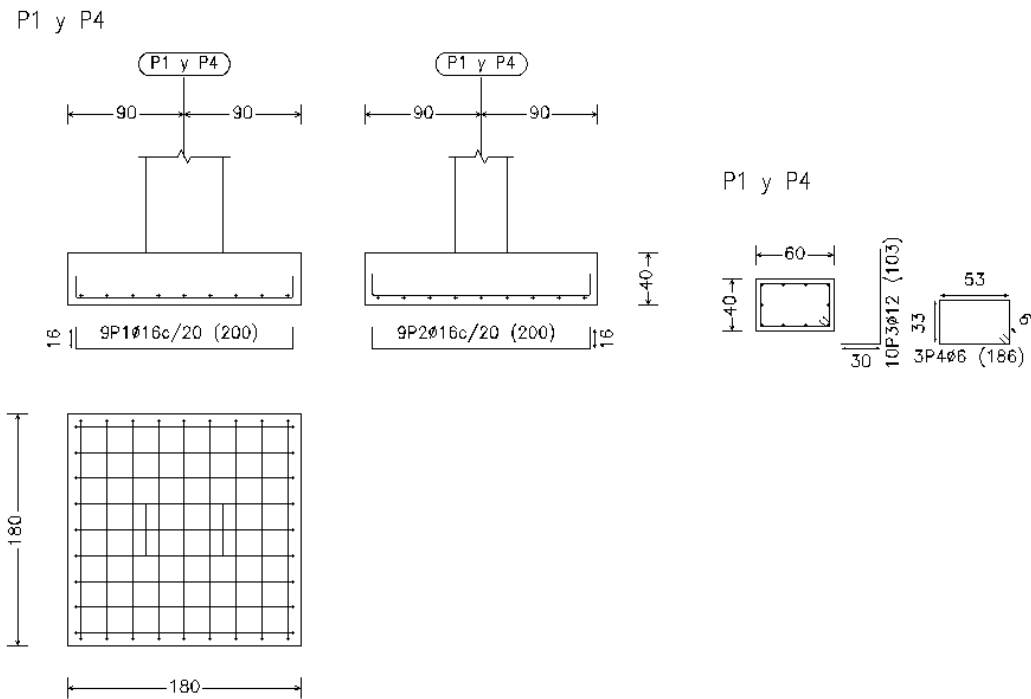


IMAGEN 9. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4. "

Referencias: P1 y P4		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)			9x2.00	18.00
	Peso (kg)			9x3.16	28.41
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)			9x2.00	18.00
	Peso (kg)			9x3.16	28.41
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		10x1.03		10.30
	Peso (kg)		10x0.91		9.14
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.86			5.58
	Peso (kg)	3x0.41			1.24
Totales	Longitud (m)	5.58	10.30	36.00	
	Peso (kg)	1.24	9.14	56.82	67.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	6.14	11.33	39.60	
	Peso (kg)	1.36	10.06	62.50	73.92

TABLA 4. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 1 Y TIPO 4. FUENTE CYPECAD"

• **Zapatas tipo 2 y tipo 3:**

P2 y P3

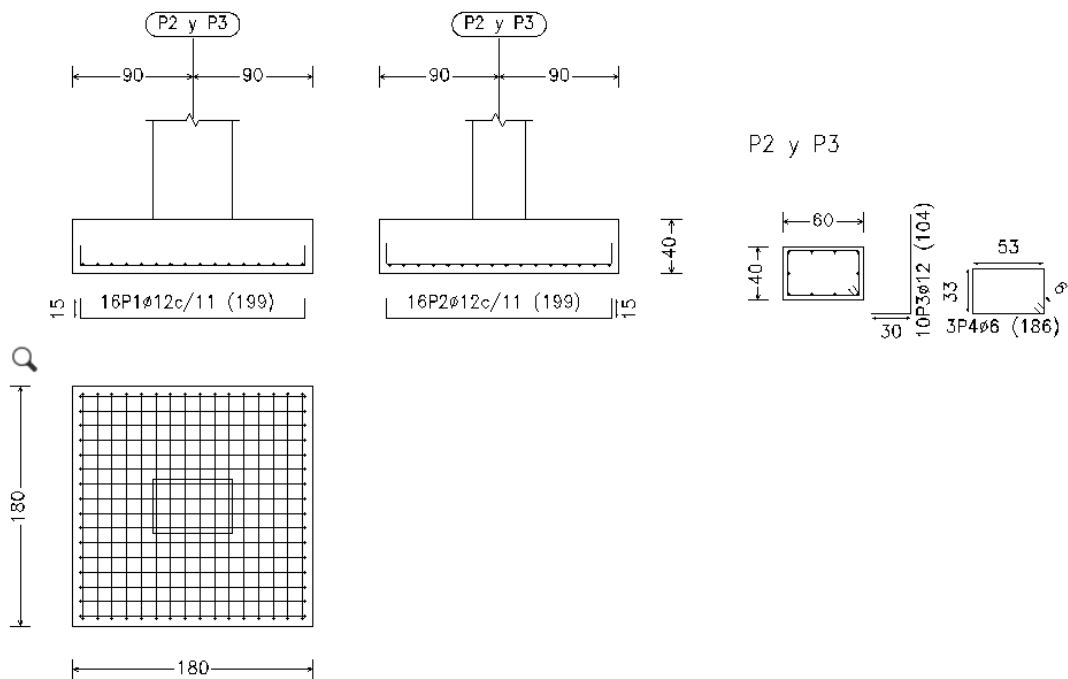


IMAGEN 10. "ZAPATA TIPO 1 Y TIPO 4."

Referencias: P2 y P3		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		16x1.99	31.84
	Peso (kg)		16x1.77	28.27
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		16x1.99	31.84
	Peso (kg)		16x1.77	28.27
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)		10x1.04	10.40
	Peso (kg)		10x0.92	9.23
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x1.86		5.58
	Peso (kg)	3x0.41		1.24
Totales	Longitud (m)	5.58	74.08	
	Peso (kg)	1.24	65.77	67.01
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	6.14	81.49	
	Peso (kg)	1.36	72.35	73.71

TABLA 5. "MEDICIONES DE LAS ZAPATAS TIPO 2 Y TIPO 3. FUENTE CYPECAD"

8.3. COMPROBACIONES

- **Zapata tipo 1:**

Referencia: P1		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm ² Calculado: 2.125 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 3.434 kp/cm ²	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: 1167.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 616.5 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 5.04	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.11 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 21.89 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.27 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.09 t	Cumple

Referencia: P1		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 177.32 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P1:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0025 Calculado: 0.0025	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0026 Calculado: 0.0026	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 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: 20 cm Calculado: 47 cm Mínimo: 28 cm Calculado: 47 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 54 cm Mínimo: 54 cm Calculado: 54 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: P1		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- 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
Se cumplen todas las comprobaciones		

TABLA 6. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 1"

- **Zapata tipo 2:**

Referencia: P2		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm ² Calculado: 2.181 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 3.536 kp/cm ²	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: 1178.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 605.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.93	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 16.57 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 22.59 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.62 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.71 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 180.2 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple

Referencia: P2		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - P2:	Mínimo: 20 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0026 Calculado: 0.0026	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0026 Calculado: 0.0026	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 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 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: 21 cm Calculado: 46 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 46 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 53 cm Mínimo: 29 cm Calculado: 53 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: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

TABLA 7. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 2"

• **Zapata tipo 3:**

Referencia: P3		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm ² Calculado: 2.151 kp/cm ² Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 3.683 kp/cm ²	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: 912.5 % Reserva seguridad: 556.1 %	Cumple Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.83	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 16.97 t·m Momento: 22.59 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 19.17 t Cortante: 28.91 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 177.56 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la 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 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0026 Calculado: 0.0026	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0026 Calculado: 0.0026	Cumple Cumple

Referencia: P3		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø12c/11		
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 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 11 cm Calculado: 11 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: 22 cm Calculado: 46 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 46 cm Mínimo: 29 cm Calculado: 53 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 53 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: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

TABLA 8. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 3"

- **Zapata tipo 4:**

Referencia: P4		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm ² Calculado: 2.124 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes:	Máximo: 3.75 kp/cm ² Calculado: 3.434 kp/cm ²	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: 1291.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 578.0 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: <i>CTE DB-SE C (Cimientos): Tabla 2.1</i>		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 4.9	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 15.86 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 22.08 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 17.94 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 28.53 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 177.27 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- P4:	Mínimo: 20 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0025	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0025	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0016 Calculado: 0.0026	Cumple

Referencia: P4		
Dimensiones: 180 x 180 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0026	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 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: 20 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 54 cm Calculado: 54 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 54 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
Se cumplen todas las comprobaciones		

TABLA 9. "COMPROBACIONES DE LA ZAPATA TIPO 4"

8.4. CÁLCULOS DE LA VIGA DE ATADO

Tras realizar los cálculos de las vigas de atado entre zapatas se ha llegado a determinar una única viga tipo de dimensiones 40cm x 40cm, que cumple con todos los requisitos en todos los casos del aparcamiento. A continuación, se muestra las comprobaciones para la viga de atado en los distintos pilares del modelo de cálculo.

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P1 - P2]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 4Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

Referencias	Tipo	Geometría	Armado
[P4 - P1]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 4Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[P3 - P2]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 4Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[P4 - P3]	CB.2.1	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 4Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

TABLA 10. "DESCRIPCIÓN DE LA VIGA DE ATADO DE LA ESTRUCTURA"

8.4.1. MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO

- Mediciones de la viga de atado entre zapatas de pilares P1 y P2:

Referencia: [P1 - P2]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x7.50	30.00
	Peso (kg)		4x6.66	26.64
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.50	15.00
	Peso (kg)		2x6.66	13.32
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	23x1.41		32.43
	Peso (kg)	23x0.56		12.80
Totales	Longitud (m)	32.43	45.00	
	Peso (kg)	12.80	39.96	52.76
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	35.67	49.50	
	Peso (kg)	14.08	43.96	58.04

TABLA 11. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P2"

- Mediciones de la viga de atado entre zapatas de pilares P1 y P4:

Referencia: [P4 - P1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x7.80	31.20
	Peso (kg)		4x6.93	27.70
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.80	15.60
	Peso (kg)		2x6.93	13.85
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	24x1.41		33.84
	Peso (kg)	24x0.56		13.35
Totales	Longitud (m)	33.84	46.80	
	Peso (kg)	13.35	41.55	54.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	37.22	51.48	
	Peso (kg)	14.69	45.70	60.39

TABLA 12. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P1 Y P4"

- Mediciones de la viga de atado entre zapatas de pilares P2 y P3:

Referencia: [P3 - P2]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x7.80	31.20
	Peso (kg)		4x6.93	27.70

Referencia: [P3 - P2]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.80	15.60
	Peso (kg)		2x6.93	13.85
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	24x1.41		33.84
	Peso (kg)	24x0.56		13.35
Totales	Longitud (m)	33.84	46.80	
	Peso (kg)	13.35	41.55	54.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	37.22	51.48	
	Peso (kg)	14.69	45.70	60.39

TABLA 13. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P2 Y P3"

- Mediciones de la viga de atado entre zapatas de pilares P3 y P4:

Referencia: [P4 - P3]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		4x7.50	30.00
	Peso (kg)		4x6.66	26.64
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.50	15.00
	Peso (kg)		2x6.66	13.32
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	23x1.41		32.43
	Peso (kg)	23x0.56		12.80
Totales	Longitud (m)	32.43	45.00	
	Peso (kg)	12.80	39.96	52.76
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	35.67	49.50	
	Peso (kg)	14.08	43.96	58.04

TABLA 14. "MEDICIONES DE LA VIGA DE ATADO ENTRE ZAPATAS DE PILARES P3 Y P4"

8.4.2. COMPROBACIONES DE LA VIGA DE ATADO

- Viga de atado entre zapatas de pilares P1 y P2:

Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 8.5 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	

Referencia: CB.2.1 [P1 - P2] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 8.5 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos:		
- Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.14 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: 0.81 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
- Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.83 t·m Axil: ± 0.00 t	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: 0.35 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Viga de atado entre zapatas de pilares P1 y P4:

Referencia: CB.2.1 [P4 - P1] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 8.5 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 8.5 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.14 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: 0.87 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.90 t·m Axil: ± 0.00 t	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

Referencia: CB.2.1 [P4 - P1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
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: 0.36 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Viga de atado entre zapatas de pilares P2 y P3:

Referencia: CB.2.1 [P3 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la 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 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la 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: 3.14 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

Referencia: CB.2.1 [P3 - P2] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
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: 0.87 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.90 t·m Axil: ± 0.00 t	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: 0.36 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

- Viga de atado entre zapatas de pilares P3 y P4:

Referencia: CB.2.1 [P4 - P3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 2 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 2 cm Calculado: 28 cm Calculado: 8.5 cm	Cumple Cumple

Referencia: CB.2.1 [P4 - P3] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 25.9 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la 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: 3.14 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: 0.81 cm ² Calculado: 4.52 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.83 t·m Axil: ± 0.00 t	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: 0.35 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

9. ELECCION DEL TIPO DE FORJADO

En esta sección, se quiere estudiar el tipo de forjado que será mas conveniente de realizar como solución estructural para dicho parking. Se van a considerar varias opciones, analizándose ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, para después seleccionar que tipo de forjado será el más favorable de ejecutar. Se han seguido algunos argumentos del libro “El arte del parking” de Jordi Nadal Estrada, para elegir la mejor opción de todas.

A continuación, se argumenta los distintos tipos de forjados que se podrían utilizar, con sus ventajas e inconvenientes:

- Forjado por losas alveolares pretensadas

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Rápida ejecución y montaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Para su colocación, es necesario la construcción de unos pórticos.
<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de mano de obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado canto que deberían tener tanto las losas para soportar las cargas de cubierta como las vigas para resistir el peso de las losas, las sobrecargas de uso y las cargas muertas.
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de plazos de ejecución 	<ul style="list-style-type: none"> • Habría que usar una grúa pesada para su colocación en los pórticos

- Losa maciza:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento multidireccional, es decir, permite una mejor distribución de las cargas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peso propio muy elevado, ya que no tiene ningún aligeramiento.
	<ul style="list-style-type: none"> • Si se ejecuta esta opción, se tendrían que realizar unos pórticos de apoyo para el forjado

- Forjado unidireccional prefabricado:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Es el más rápido de ejecutar de todas las opciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite luces menores que las otras opciones
	<ul style="list-style-type: none"> • Necesita un recubrimiento especial en la superficie, que es muy costoso y requiere mantenimiento.

- Forjado reticular aligerado de casetones recuperables:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> • Introduce poca carga de peso propio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene mayor riesgo de punzonamiento en los pilares, lo cual se dispondrán ábacos en la zona de forjado-pilar.
<ul style="list-style-type: none"> • No necesitan grúas potentes, ya que el forjado se apoya directamente sobre el encofrado y después de hormigona. 	
<ul style="list-style-type: none"> • El acabado del hormigón es bueno, se puede dejar a vista o pintarlo. 	

Tras analizar todos los tipos de forjado, se escoge el forjado reticular aligerado de casetones recuperables, ya que se considera la mejor opción de todas las comentadas y es el sistema más usado en aparcamientos subterráneos en nuestro país.

9.1. COMPROBACIÓN DEL FORJADO RETICULAR

La cubierta del aparcamiento, estará formada por un forjado reticular de hormigón de 30cm con casetones recuperables. En este caso, se dimensionará la armadura para lograr que la flecha no sea excesiva y este dentro de los límites de $L/300$. La flecha de la situación de cálculo podemos observarla en la siguiente imagen:

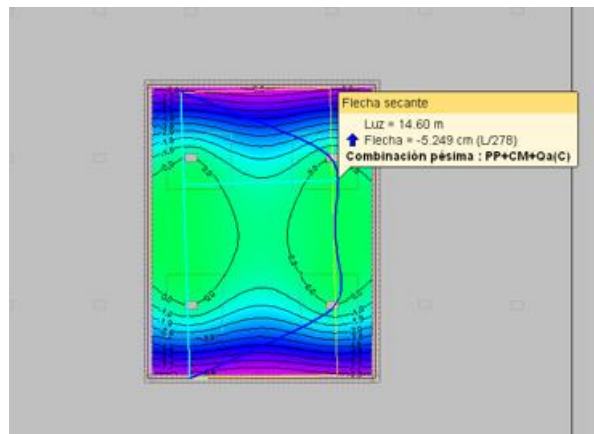
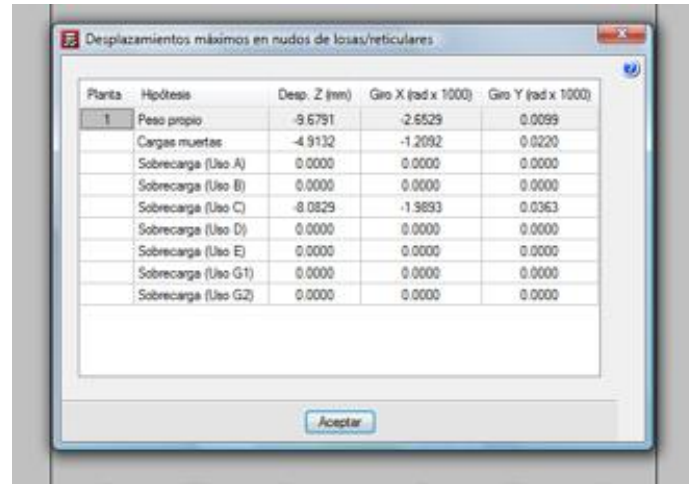


Figura 8.3. "Flecha activa en los pórticos de pilares (P1-P2-P3-P4)".

Aunque visualmente se da por cumplida la condición de $L/300$, seguidamente, se expondrá la comprobación de la flecha activa en el punto más desfavorable, y se seguirán los siguientes pasos.

En primer lugar, recopilamos los datos de los desplazamientos máximos del forjado, que se presentan en la siguiente tabla, obtenida del CypeCad:



Planta	Hipótesis	Despl. Z (mm)	Giro X (rad x 1000)	Giro Y (rad x 1000)
I	Peso propio	-9.6791	-2.6529	0.0099
	Cargas muertas	-4.9132	-1.2092	0.0220
	Sobrecarga (Uso A)	0.0000	0.0000	0.0000
	Sobrecarga (Uso B)	0.0000	0.0000	0.0000
	Sobrecarga (Uso C)	-8.0829	-1.3893	0.0363
	Sobrecarga (Uso D)	0.0000	0.0000	0.0000
	Sobrecarga (Uso E)	0.0000	0.0000	0.0000
	Sobrecarga (Uso G1)	0.0000	0.0000	0.0000
	Sobrecarga (Uso G2)	0.0000	0.0000	0.0000

IMAGEN 11. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR".

Se sumarán los desplazamientos de la columna "Desplazamiento Z", de las hipótesis PP+CM+SU. Dando así, un valor total de:

$$\text{Desplazamiento } Z = (-9,6791) + (-4,9132) + (-8,0829) = -22,675 \text{ mm}$$

El signo negativo indica el desplazamiento en sentido de la gravedad.

A continuación, se verifica los desplazamientos de los pilares más próximos, que en este caso serán los de los pilares P1-P2, como se muestra en la siguiente figura:

Situaciones persistentes o transitorias					
Pilar	Planta	Cota (m)	Despl. X (mm)	Despl. Y (mm)	Despl. Z (mm)
P1	Forjado Cubierta	-0.15	0.03	0.07	0.13
	Cimentación	-3.00	0.00	0.00	0.00
P2	Forjado Cubierta	-0.15	0.03	0.22	0.13
	Cimentación	-3.00	0.00	0.00	0.00

IMAGEN 12. "DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS EN NUDOS DEL FORJADO RETICULAR".

Para terminar el cálculo de la flecha instantánea habrá que tener en consideración el desplazamiento de los pilares más próximos, restándole este desplazamiento al desplazamiento obtenido del forjado reticular. Por lo que la flecha instantánea tiene un valor de:

$$-22,675 \text{ mm} - (0.13 \times 2) = -22,935 \text{ mm}$$

Por último, la luz que cubre este pórtico de los pilares P1 Y P2 es de 8m, por tanto, la flecha activa admisible será $L/300 = 26,67\text{mm}$.

Con esta comprobación vemos que entramos en los márgenes establecido por la norma. Dando por válido en el resto de caso, al ser este cálculo en el punto más desfavorable.

El armado del forjado reticular será el siguiente:

Alineaciones longitudinales

Paños: 1 (nervios reticulares)

Armadura Base Inferior: No se dispone

Armadura Base Superior: No se dispone

Canto: 30

Paños: 2, 3, 4, 5 (ábacos)

Armadura Base Inferior: 2Ø8/cuadrícula

Armadura Base Superior: 2Ø10/cuadrícula

Canto: 30

Alineación 4: (y= 10.46) Inferior (x= 9.85)-(x= 11.69) 1Ø12

(x= 10.00)-(x= 21.60) 1Ø12

(x= 12.40)-(x= 19.21) 1Ø12

(x= 19.92)-(x= 21.75) 1Ø10

(x= 20.52)-(x= 21.75) 1Ø10

Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.61) 1Ø12

24+ (x= 9.82)-(x= 13.65) 1Ø10

(x= 16.99)-(x= 21.78) +24 1Ø12

(x= 17.94)-(x= 21.78) +24 1Ø12

Alineación 7: (y= 11.26) Inferior (x= 9.85)-(x= 11.84) 1Ø10

(x= 9.85)-(x= 11.56) 1Ø8

(x= 10.00)-(x= 21.60) 1Ø16

(x= 12.83)-(x= 19.04) 1Ø12

(x= 20.03)-(x= 21.75) 1Ø10

(x= 20.28)-(x= 21.75) 1Ø10

Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.65) 1Ø16

(x= 10.62)-(x= 13.68) 1Ø10

(x= 16.95)-(x= 21.78) +24 1Ø16

(x= 17.83)-(x= 21.51) 1Ø16

Alineación 10: (y= 12.06) Inferior (x= 9.85)-(x= 12.22) 1Ø10

(x= 9.85)-(x= 11.79) 1Ø8

(x= 11.92)-(x= 19.69) 1Ø16

	(x= 13.00)-(x= 18.61)	1Ø16
	(x= 19.39)-(x= 21.75)	1Ø10
	(x= 19.82)-(x= 21.75)	1Ø10
Superior 24+	(x= 9.82)-(x= 14.69)	1Ø20
	(x= 10.79)-(x= 13.85)	1Ø20
	(x= 16.75)-(x= 21.78) +25	1Ø25
	(x= 17.75)-(x= 20.79)	1Ø20
Alineación 13: (y= 12.86) Inferior	(x= 9.85)-(x= 12.75)	1Ø8
	(x= 9.85)-(x= 12.26)	1Ø8
	(x= 12.45)-(x= 19.69)	1Ø20
	(x= 13.47)-(x= 18.67)	1Ø16
	(x= 19.39)-(x= 21.75)	1Ø10
	(x= 19.82)-(x= 21.75)	1Ø8
Superior 25+	(x= 9.82)-(x= 14.77)	1Ø25
	(x= 10.81)-(x= 13.99)	1Ø16
	(x= 16.75)-(x= 21.78) +25	1Ø25
	(x= 17.75)-(x= 20.79)	1Ø20
Alineación 16: (y= 13.66) Inferior	(x= 9.85)-(x= 12.05)	1Ø10
	(x= 12.35)-(x= 19.69)	1Ø20
	(x= 13.21)-(x= 18.67)	1Ø16
	(x= 19.55)-(x= 21.75)	1Ø8
	(x= 19.83)-(x= 21.75)	1Ø8
Superior 25+	(x= 9.82)-(x= 14.59)	2Ø25
	(x= 10.77)-(x= 13.85)	1Ø16
	(x= 17.49)-(x= 21.78) +25	2Ø25
	(x= 17.75)-(x= 20.92)	1Ø16
Alineación 19: (y= 14.46) Inferior	(x= 9.85)-(x= 12.75)	1Ø8
	(x= 9.85)-(x= 12.26)	1Ø8
	(x= 12.45)-(x= 19.15)	1Ø20

$(x= 13.40)-(x= 18.20) \quad 1\emptyset16$

$(x= 18.85)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset10$

$(x= 19.34)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset8$

Superior 25+ $(x= 9.82)-(x= 14.77) \quad 1\emptyset25$

$(x= 10.81)-(x= 13.88) \quad 1\emptyset16$

$(x= 16.99)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset20$

$(x= 17.72)-(x= 20.82) \quad 1\emptyset20$

Alineación 22: $(y= 15.26)$ Inferior $(x= 9.85)-(x= 12.22) \quad 1\emptyset12$

$(x= 11.92)-(x= 19.42) \quad 1\emptyset16$

$(x= 12.97)-(x= 18.37) \quad 1\emptyset16$

$(x= 19.12)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset10$

$(x= 19.58)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset8$

Superior 24+ $(x= 9.82)-(x= 14.59) \quad 1\emptyset16$

$(x= 10.02)-(x= 13.85) \quad 1\emptyset16$

$(x= 17.00)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset16$

$(x= 17.75)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset16$

Alineación 25: $(y= 16.06)$ Inferior $(x= 9.85)-(x= 11.84) \quad 1\emptyset8$

$(x= 9.85)-(x= 11.56) \quad 1\emptyset8$

$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset16$

$(x= 12.80)-(x= 18.80) \quad 1\emptyset16$

$(x= 19.76)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset12$

Superior 24+ $(x= 9.82)-(x= 14.60) \quad 1\emptyset16$

$(x= 10.27)-(x= 13.65) \quad 1\emptyset10$

$(x= 16.99)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset16$

$(x= 17.95)-(x= 21.40) \quad 1\emptyset12$

Alineación 28: $(y= 16.86)$ Inferior $(x= 9.85)-(x= 11.31) \quad 1\emptyset10$

$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset16$

$(x= 12.40)-(x= 19.21) \quad 1\emptyset10$

$(x= 20.30)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset8$

$$(x= 20.52)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 24+ } (x= 9.82)-(x= 14.38) \quad 1\emptyset 12$$

$$24+ (x= 9.82)-(x= 13.47) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 17.21)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 12$$

$$(x= 18.12)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 12$$

$$\text{Alineación 31: } (y= 17.66) \text{ Inferior } (x= 9.85)-(x= 11.31) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 12.40)-(x= 19.21) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 20.30)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 10$$

$$\text{Superior 24+ } (x= 9.82)-(x= 14.05) \quad 1\emptyset 10$$

$$24+ (x= 9.82)-(x= 13.20) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 17.44)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 18.31)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 10$$

$$\text{Alineación 34: } (y= 18.46) \text{ Inferior } (x= 9.85)-(x= 11.58) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 9.85)-(x= 11.33) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 12.61)-(x= 19.00) \quad 1\emptyset 12$$

$$(x= 20.03)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 12$$

$$\text{Superior 24+ } (x= 9.82)-(x= 14.45) \quad 1\emptyset 12$$

$$24+ (x= 9.82)-(x= 13.66) \quad 1\emptyset 12$$

$$(x= 17.09)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 18.03)-(x= 21.01) \quad 1\emptyset 10$$

$$\text{Alineación 37: } (y= 19.26) \text{ Inferior } (x= 9.85)-(x= 11.84) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 9.85)-(x= 11.56) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 12.80)-(x= 18.80) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 19.76)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 20.04)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 24+ } (x= 9.82)-(x= 14.54) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 10.19)-(x= 13.60) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 17.02)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 17.98)-(x= 21.48) \quad 1\emptyset 12$$

$$\text{Alineación 40: (y= 20.06) Inferior} \quad (x= 9.85)-(x= 12.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 9.85)-(x= 12.26) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 12.45)-(x= 19.15) \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 13.40)-(x= 18.20) \quad 1\emptyset 12$$

$$(x= 18.85)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 19.34)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.56)} \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 10.77)-(x= 14.31) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 17.04)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 17.29)-(x= 20.83) \quad 1\emptyset 16$$

$$\text{Alineación 43: (y= 20.86) Inferior} \quad (x= 9.85)-(x= 12.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 9.85)-(x= 12.26) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 12.45)-(x= 19.15) \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 13.40)-(x= 18.20) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 18.85)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 19.34)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.56)} \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 10.77)-(x= 14.31) \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 17.04)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 17.29)-(x= 20.83) \quad 1\emptyset 20$$

$$\text{Alineación 46: (y= 21.66) Inferior} \quad (x= 9.85)-(x= 12.75) \quad 1\emptyset 10$$

$$(x= 12.45)-(x= 19.15) \quad 1\emptyset 20$$

$$(x= 13.40)-(x= 18.20) \quad 1\emptyset 16$$

$$(x= 18.85)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$(x= 19.34)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 25+ (x= 9.82)-(x= 14.56)} \quad 1\emptyset 25$$

$$(x= 10.77)-(x= 14.31) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 17.04)-(x= 21.78) +25 \quad 1\emptyset25$$

$$(x= 17.29)-(x= 20.83) \quad 1\emptyset16$$

$$\text{Alineación 49: (y= 22.46) Inferior} \quad (x= 9.85)-(x= 12.75) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 12.45)-(x= 19.15) \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 13.40)-(x= 18.20) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 18.85)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset10$$

$$(x= 19.34)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset10$$

$$\text{Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.56)} \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 10.77)-(x= 14.31) \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 17.04)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 17.29)-(x= 20.84) \quad 1\emptyset20$$

$$\text{Alineación 52: (y= 23.26) Inferior} \quad (x= 9.84)-(x= 19.69) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 12.77)-(x= 18.57) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 19.39)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 19.82)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset12$$

$$\text{Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.69)} \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 10.79)-(x= 13.72) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 16.91)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset20$$

$$(x= 17.88)-(x= 20.94) \quad 1\emptyset16$$

$$\text{Alineación 55: (y= 24.06) Inferior} \quad (x= 9.85)-(x= 11.69) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 9.85)-(x= 11.33) \quad 1\emptyset10$$

$$(x= 10.00)-(x= 21.60) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 12.61)-(x= 19.00) \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 19.92)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 20.28)-(x= 21.75) \quad 1\emptyset12$$

$$\text{Superior 24+ (x= 9.82)-(x= 14.63)} \quad 1\emptyset16$$

$$24+ (x= 9.82)-(x= 13.67) \quad 1\emptyset12$$

$$(x= 16.96)-(x= 21.78) +24 \quad 1\emptyset16$$

$$(x= 17.93)-(x= 21.78) +24 \ 1\emptyset16$$

Alineaciones transversales

Paños: 1 (nervios reticular)

Armadura Base Inferior: No se dispone

Armadura Base Superior: No se dispone

Canto: 30

Paños: 2, 3, 4, 5 (ábacos)

Armadura Base Inferior: 2 \emptyset 8/cuadrícula

Armadura Base Superior: 2 \emptyset 10/cuadrícula

Canto: 30

Alineación 7: (x= 11.00) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1 \emptyset 12

(y= 13.51)-(y= 21.55) 1 \emptyset 8

(y= 14.63)-(y= 20.43) 1 \emptyset 8

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1 \emptyset 12

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 16.24) 2 \emptyset 25

(y= 11.10)-(y= 15.37) 1 \emptyset 20

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1 \emptyset 16

(y= 14.92)-(y= 20.21) 1 \emptyset 16

(y= 18.80)-(y= 25.18) +25 2 \emptyset 25

(y= 19.61)-(y= 23.90) 1 \emptyset 25

Alineación 10: (x= 11.80) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1 \emptyset 12

(y= 13.51)-(y= 21.55) 1 \emptyset 8

(y= 14.63)-(y= 20.43) 1 \emptyset 8

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1 \emptyset 12

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.74) 2 \emptyset 25

(y= 11.40)-(y= 16.16) 2 \emptyset 25

(y= 17.29)-(y= 25.18) +25 2 \emptyset 25

(y= 18.87)-(y= 23.60) 2Ø25

Alineación 13: (x= 12.60) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1Ø10

(y= 13.51)-(y= 21.55) 1Ø12

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1Ø10

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.67) 2Ø25

(y= 11.31)-(y= 16.10) 1Ø25

(y= 17.73)-(y= 25.18) +25 2Ø25

(y= 19.22)-(y= 23.69) 1Ø25

Alineación 16: (x= 13.40) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1Ø10

(y= 13.51)-(y= 21.55) 1Ø8

(y= 14.63)-(y= 20.43) 1Ø8

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1Ø8

(y= 21.87)-(y= 25.15) 1Ø8

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.67) 2Ø25

(y= 11.31)-(y= 16.10) 1Ø25

(y= 17.30)-(y= 25.18) +25 2Ø25

(y= 18.87)-(y= 23.60) 1Ø20

Alineación 19: (x= 14.20) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.55) 1Ø10

(y= 13.25)-(y= 21.81) 1Ø10

(y= 21.51)-(y= 25.15) 1Ø8

(y= 22.10)-(y= 25.15) 1Ø8

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 16.53) 1Ø25

(y= 11.16)-(y= 15.19) 1Ø20

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1Ø16

(y= 14.98)-(y= 20.14) 1Ø12

(y= 18.48)-(y= 25.18) +25 1Ø25

(y= 19.61)-(y= 23.84) 1Ø16

Alineación 22: (x= 15.00) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.55) 1Ø10

(y= 13.25)-(y= 21.55) 1Ø10

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1Ø10

Superior 24+ (y= 9.82)-(y= 16.51) 1Ø20

(y= 11.16)-(y= 15.86) 1Ø20

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1Ø16

(y= 14.96)-(y= 20.13) 1Ø10

(y= 18.53)-(y= 25.18) +24 1Ø20

(y= 19.22)-(y= 23.85) 1Ø20

Alineación 25: (x= 15.80) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1Ø10

(y= 13.51)-(y= 25.15) 1Ø10

Superior 24+ (y= 9.82)-(y= 16.49) 1Ø20

(y= 11.15)-(y= 15.71) 1Ø16

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1Ø16

(y= 14.99)-(y= 20.10) 1Ø10

(y= 18.55)-(y= 25.18) +24 1Ø20

(y= 19.32)-(y= 23.85) 1Ø16

Alineación 28: (x= 16.60) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.55) 1Ø10

(y= 13.25)-(y= 21.55) 1Ø10

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1Ø10

Superior 24+ (y= 9.82)-(y= 16.51) 1Ø20

(y= 11.16)-(y= 15.86) 1Ø20

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1Ø16

(y= 14.96)-(y= 20.14) 1Ø10

(y= 18.53)-(y= 25.18) +24 1Ø20

(y= 19.21)-(y= 23.85) 1Ø20

Alineación 31: (x= 17.40) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.55) 1Ø10

(y= 13.25)-(y= 21.28) 1Ø10

(y= 20.98)-(y= 25.15) 1Ø10

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 16.54) 1Ø25

(y= 11.16)-(y= 15.21) 1Ø20

$$(y = 14.52)-(y = 24.35) \quad 1\emptyset 25$$

$$(y = 16.49)-(y = 23.18) \quad 1\emptyset 16$$

$$(y = 21.90)-(y = 25.18) +24 \quad 1\emptyset 20$$

$$(y = 22.38)-(y = 24.52) \quad 1\emptyset 12$$

$$\text{Alineación 34: (x= 18.20) Inferior} \quad (y = 9.85)-(y = 13.81) \quad 1\emptyset 10$$

$$(y = 13.51)-(y = 21.55) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 14.63)-(y = 20.43) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 21.25)-(y = 25.15) \quad 1\emptyset 10$$

$$\text{Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.64)} \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 11.38)-(y = 16.07) \quad 1\emptyset 20$$

$$(y = 17.31)-(y = 25.18) +25 \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 18.89)-(y = 23.61) \quad 1\emptyset 20$$

$$\text{Alineación 37: (x= 19.00) Inferior} \quad (y = 9.85)-(y = 13.81) \quad 1\emptyset 10$$

$$(y = 13.51)-(y = 21.55) \quad 1\emptyset 12$$

$$(y = 21.25)-(y = 25.15) \quad 1\emptyset 10$$

$$\text{Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.49)} \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 11.30)-(y = 15.96) \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 17.57)-(y = 25.18) +25 \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 19.09)-(y = 23.69) \quad 1\emptyset 25$$

$$\text{Alineación 40: (x= 19.80) Inferior} \quad (y = 9.85)-(y = 13.81) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 9.85)-(y = 13.18) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 13.51)-(y = 21.55) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 14.63)-(y = 20.43) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 21.25)-(y = 25.15) \quad 1\emptyset 8$$

$$(y = 21.87)-(y = 25.15) \quad 1\emptyset 8$$

$$\text{Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 17.49)} \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 11.30)-(y = 15.96) \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 17.57)-(y = 25.18) +25 \quad 2\emptyset 25$$

$$(y = 19.09)-(y = 23.69) \quad 1\emptyset 25$$

Alineación 43: (x= 20.60) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.81) 1Ø8

(y= 9.85)-(y= 13.18) 1Ø8

(y= 13.51)-(y= 21.55) 1Ø8

(y= 14.63)-(y= 20.43) 1Ø8

(y= 21.25)-(y= 25.15) 1Ø8

(y= 21.87)-(y= 25.15) 1Ø8

Superior 25+ (y= 9.82)-(y= 16.24) 2Ø25

(y= 11.10)-(y= 15.37) 1Ø20

(y= 14.69)-(y= 20.36) 1Ø16

(y= 15.00)-(y= 20.11) 1Ø10

(y= 18.83)-(y= 25.18) +25 2Ø25

(y= 19.61)-(y= 23.91) 1Ø16

Alineación 46: (x= 21.40) Inferior (y= 9.85)-(y= 13.28) 1Ø8

(y= 9.85)-(y= 12.72) 1Ø8

(y= 12.98)-(y= 22.08) 1Ø10

(y= 21.78)-(y= 25.15) 1Ø8

(y= 22.33)-(y= 25.15) 1Ø8

Superior 24+ (y= 9.82)-(y= 16.35) 1Ø20

(y= 11.13)-(y= 15.77) 1Ø20

(y= 14.43)-(y= 20.64) 1Ø16

(y= 14.69)-(y= 20.39) 1Ø16

(y= 18.69)-(y= 25.18) +24 1Ø20

(y= 19.25)-(y= 23.88) 1Ø20

10. ESTRUCTURA

La estructura del edificio está formada por pilares, vigas y un forjado reticular. Aunque los pilares y vigas serán prefabricados, se han calculado con el módulo de hormigón armado del programa Cype Ingenieros y a manualmente, para poder determinar la cuantía de acero y las armaduras que deberán tener y así poder encargalos a fábrica.

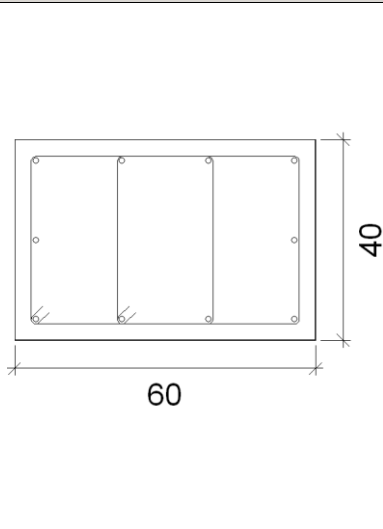
Se ha considerado los pórticos más desfavorables para el cálculo de la estructura, si cumplen en estos casos, cumplirán para el resto. En este caso, en función de las distancias existente entre pórticos y las dimensiones y cuantías de cada pilar del tramo se han ideado cuatro tipos de pilares P1-P2-P3-P4, que se colocarán según lo indicado en los planos, garantizando la seguridad estructural intentado conseguir el mayor aprovechamiento de materiales.

A continuación, se mostrará la metodología de cálculo seguida, para dimensionar y comprobar los pilares en los pilares tipo P1 y el resto de pilares se expondrán de la misma manera las comprobaciones efectuadas.

10.1. PILARES TIPO 1 Y TIPO 4

- **Pilar tipo 1**

1.- FORJADO CUBIERTA (-3 - 0 M)

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 60x40 cm
	Tramo : -3.000/0.000 m
	Altura libre : 2.70 m
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
Materiales	Longitud de pandeo
Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6
Cara X : 4Ø12	Separación : 6 - 15 - 10 cm
Cara Y : 2Ø12	
Cuantía : 0.47 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

$$400.00 \text{ mm} \geq 250.00 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$146 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

S_{min}: Valor máximo de s₁, s₂, s₃.

S_{min} : 20 mm

S₁ : 20 mm

S₂ : 19 mm

S₃ : 12 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido.

d_a : 15 mm

Ø_{max}: Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

Ø_{max} : 12 mm

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

172 mm ≤ 350 mm ✓

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

12 mm ≥ 12 mm ✓

Estribos

La distancia libre d_l, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

54 mm ≥ 20 mm ✓

Donde:

S_{min}: Valor máximo de s₁, s₂, s₃.

S_{min} : 20 mm

S₁ : 20 mm

S₂ : 19 mm

S₃ : 6 mm

Siendo:

d_a: Tamaño máximo del árido.

d_a : 15 mm

Ø_{max}: Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

Ø_{max} : 6 mm

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro Ø_t cumplan (Artículo 42.3.1):

60 mm ≤ 180 mm ✓

60 mm ≤ 400 mm ✓

Donde:

\varnothing_{\min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.
 b_{\min} : Dimensión mínima de la sección.

$$\varnothing_{\min} : \frac{12}{\quad} \text{ mm}$$

$$b_{\min} : \frac{400.00}{\quad} \text{ mm}$$

6 mm ≥ 3 mm ✓

Donde:

\varnothing_{\max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\varnothing_{\max} : \frac{12}{\quad} \text{ mm}$$

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=5096.84 \text{ kp/cm}^2$ debe cumplir:

$$0.0047 \geq 0.0040 \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \geq 9.038 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\quad} \text{ cm}^2$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \frac{90.375}{\quad} \text{ t}$$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \leq 407.747 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\quad} \text{ cm}^2$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{169.89}{\quad} \text{ kp/cm}^2$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \frac{2400.00}{\quad} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.085} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.	V_{rd1,x} : <u>4.319</u> t
	V_{rd1,y} : <u>7.659</u> t
V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.	V_{u1,x} : <u>91.518</u> t
	V_{u1,y} : <u>108.978</u> t

η : 0.428 ✓

Donde:

V_{rd2} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.	V_{rd2,x} : <u>4.319</u> t
	V_{rd2,y} : <u>7.659</u> t
V_{u2} : Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.	V_{u2,x} : <u>18.312</u> t
	V_{u2,y} : <u>21.460</u> t

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

V_{u1} : 91.518 t

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial. **K** : 1.09

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. **f_{cd}** : 169.89 kp/cm²

σ_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. **σ_{cd}** : 15.86 kp/cm²

N_d: Esfuerzo normal de cálculo. **N_d** : 88.188 t

A_c: Área total de la sección de hormigón. **A_c** : 2400.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida. **A'_s** : 11.31 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón **f_{1cd}** : 101.94 kp/cm²

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. **f_{ck}** : 254.84 kp/cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. **f_{cd}** : 169.89 kp/cm²

b₀: Anchura neta mínima del elemento. **b₀** : 400.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{108.978} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.17}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{28.39} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.188} \text{ t}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{16.872} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{18.312} \text{ t}$$

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento. **b_0** : 400.00 mm
 d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. **d** : 410.57 mm
 γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. γ_c : 1.5
 ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'. ξ : 1.70

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm². **f_{cv}** : 254.84 kp/cm²

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. **f_{ck}** : 254.84 kp/cm²

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. **σ'_{cd}** : 36.75 kp/cm²

N_d : Esfuerzo normal de cálculo. **N_d** : 88.188 t

A_c : Área total de la sección de hormigón. **A_c** : 2400.00 cm²

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. **f_{cd}** : 169.89 kp/cm²

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción. **ρ_l** : 0.0048

A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción. **A_s** : 7.92 cm²

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

V_{u2} : 18.612 t

con un valor mínimo de:

$V_{u2,min}$: 21.460 t

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento. **b_0** : 600.00 mm

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. **d** : 305.33 mm

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. γ_c : 1.5

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'. ξ : 1.81

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm². **f_{cv}** : 254.84 kp/cm²

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. **f_{ck}** : 254.84 kp/cm²

σ'_{cd} : Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$\sigma'_{cd} : \underline{36.75} \text{ kp/cm}^2$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_d : \underline{88.188} \text{ t}$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$\rho_l : \underline{0.0037}$

A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

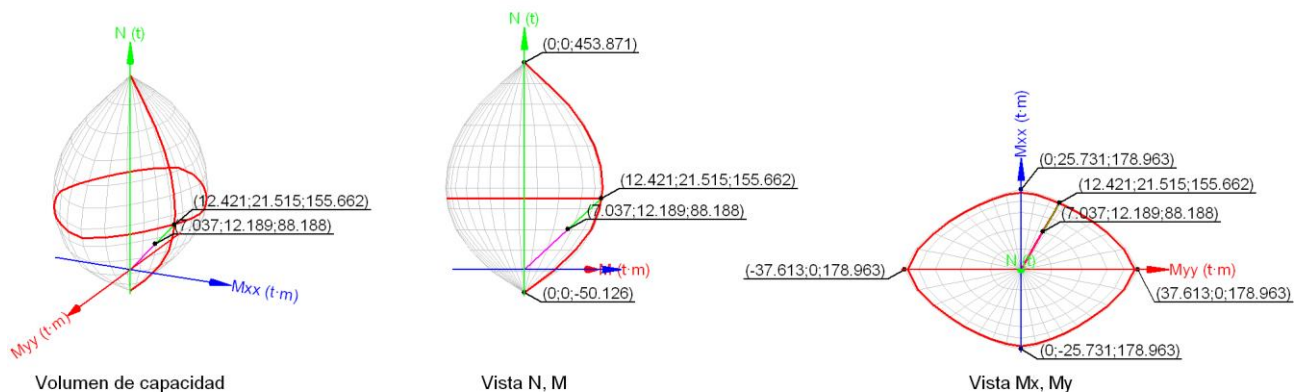
$A_s : \underline{6.79} \text{ cm}^2$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.567} \checkmark$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

$N_{ed} : \underline{88.188} \text{ t}$

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$M_{ed,x} : \underline{12.189} \text{ t}\cdot\text{m}$

$$M_{ed,y} : \underline{7.037} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

$$N_{Rd} : \underline{155.662} \text{ t}$$

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$M_{Rd,x} : \underline{21.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{12.421} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,x} : \underline{79.79} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} : \underline{138.21} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{138.21} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{12.189} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.188} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{79.79} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{7.037} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.188} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{11.55} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{320000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{45.53}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{138.21} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{138.21} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.22}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.188} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{17.32} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{720000.00} \text{ cm}^4$$

λ_{inf} : 55.99

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

e_2 : 79.79 mm

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

e_1 : 79.79 mm

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

h : 600.00 mm

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

C : 0.20

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

v : 0.22

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d : 88.188 t

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd} : 169.89 kp/cm²

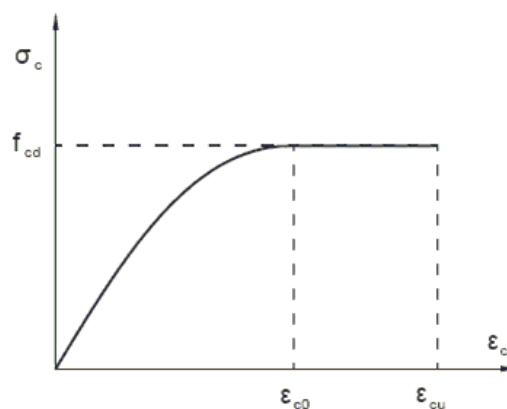
A_c : Área total de la sección de hormigón.

A_c : 2400.00 cm²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd} : 169.89 kp/cm²

ϵ_{c0} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

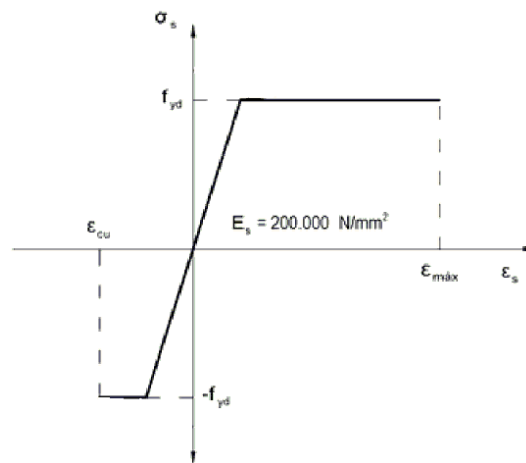
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

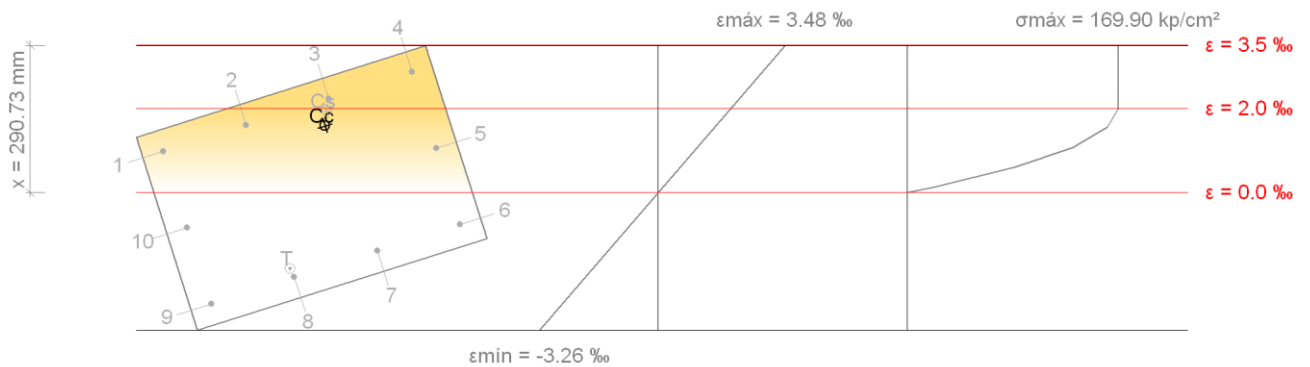
$$f_{yk} : \underline{5096.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$\gamma_s : \underline{1.15}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+1999.14	+0.000981
2	Ø12	-86.00	158.00	+3270.07	+0.001604
3	Ø12	86.00	158.00	+4077.47	+0.002227
4	Ø12	258.00	158.00	+4077.47	+0.002851
5	Ø12	258.00	0.00	+2134.26	+0.001047
6	Ø12	258.00	-158.00	-1543.42	-0.000757
7	Ø12	86.00	-158.00	-2814.35	-0.001380
8	Ø12	-86.00	-158.00	-4085.29	-0.002004
9	Ø12	-258.00	-158.00	-4432.03	-0.002627
10	Ø12	-258.00	0.00	-1678.55	-0.000823

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	154.526	62.49	108.82
Cs	17.597	74.32	136.33
T	16.460	-88.47	-139.78

$N_{Rd} : \underline{155.662} \text{ t}$

$M_{Rd,x} : \underline{21.515} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{Rd,y} : \underline{12.421} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

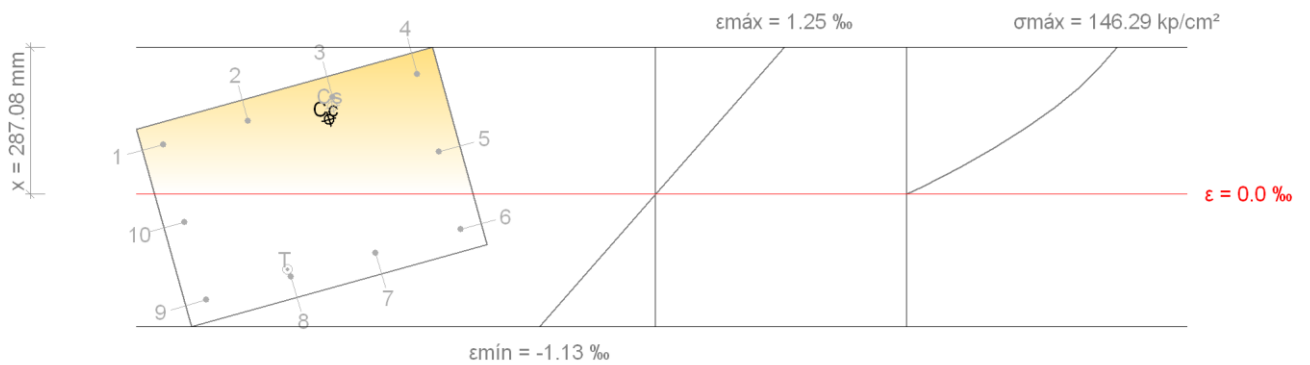
C_c : 154.526 t

C_s : 17.597 t

T : 16.460 t

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$: <u>62.49</u> mm
	$e_{cc,y}$: <u>108.82</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>74.32</u> mm
	$e_{cs,y}$: <u>136.33</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: <u>-88.47</u> mm
	$e_{T,y}$: <u>-139.78</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0035</u>
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0026</u>
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : <u>169.90</u> kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : <u>4432.03</u> kp/cm ²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+868.70	+0.000426
2	Ø12	-86.00	158.00	+1278.12	+0.000627
3	Ø12	86.00	158.00	+1687.54	+0.000828
4	Ø12	258.00	158.00	+2096.96	+0.001029
5	Ø12	258.00	0.00	+740.60	+0.000363
6	Ø12	258.00	-158.00	-615.76	-0.000302
7	Ø12	86.00	-158.00	-1025.18	-0.000503
8	Ø12	-86.00	-158.00	-1434.60	-0.000704
9	Ø12	-258.00	-158.00	-1844.02	-0.000904
10	Ø12	-258.00	0.00	-487.66	-0.000239

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	86.758	67.80	118.14
Cs	7.546	81.41	140.46
T	6.116	-88.38	-143.75

N_{ed} : 88.188 t

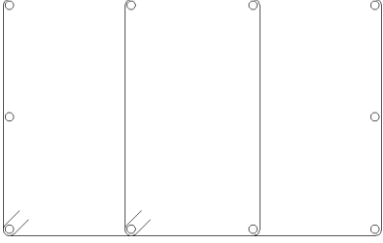
$$M_{ed,x} : \underline{12.189} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{7.037} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : \underline{86.758} \text{ t}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : \underline{7.546} \text{ t}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : \underline{6.116} \text{ t}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : \underline{67.80} \text{ mm}$ $e_{cc,y} : \underline{118.14} \text{ mm}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x} : \underline{81.41} \text{ mm}$ $e_{cs,y} : \underline{140.46} \text{ mm}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : \underline{-88.38} \text{ mm}$ $e_{T,y} : \underline{-143.75} \text{ mm}$
ε_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$\varepsilon_{cmax} : \underline{0.0013}$
ε_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$\varepsilon_{smax} : \underline{0.0009}$
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$\sigma_{cmax} : \underline{146.29} \text{ kp/cm}^2$
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$\sigma_{smax} : \underline{1844.02} \text{ kp/cm}^2$

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 60x40 cm	
	Tramo : -3.318/-3.000 m	
	Altura libre : 0.00 m	
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm	
	Tamaño máximo de árido : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
	Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6	
Cara X : 4Ø12		
Cara Y : 2Ø12		
Cuantía : 0.47 %		

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.084} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \underline{4.319} \text{ t}$$

$$V_{rd1,y} : \underline{7.659} \text{ t}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,x} : \underline{91.967} \text{ t}$$

$$V_{u1,y} : \underline{109.478} \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{91.967} \text{ t}$$

Donde:

K : Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.10}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{16.77} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.375} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{109.478} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : \underline{1.17}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{29.30} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.375} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

b₀ : $\underline{600.00}$ mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

d : $\underline{305.33}$ mm

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

α : $\underline{90.0}$ grados

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

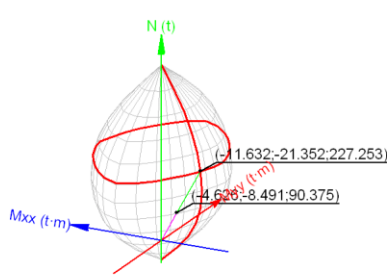
θ : $\underline{45.0}$ grados

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

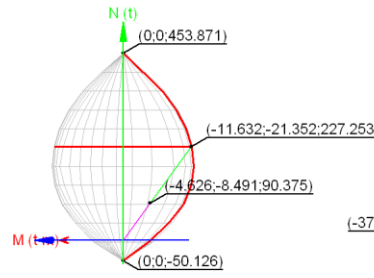
Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C).

Se debe satisfacer:

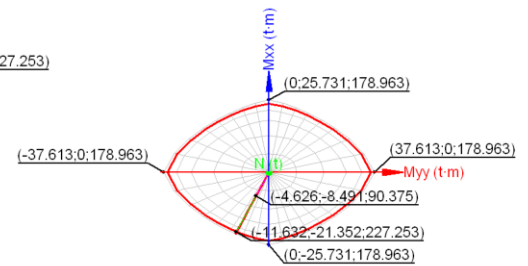
η : $\underline{0.398}$ ✓



Volumen de capacidad



Vista N, M



Vista Mx, My

Comprobación de resistencia de la sección (η₁)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.

N_{ed} : $\underline{90.375}$ t

M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.

M_{ed,x} : $\underline{-8.491}$ t·m

M_{ed,y} : $\underline{-4.626}$ t·m

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.

N_{Rd} : $\underline{227.253}$ t

M_{Rd}: Momentos de agotamiento.

M_{Rd,x} : $\underline{-21.352}$ t·m

M_{Rd,y} : $\underline{-11.632}$ t·m

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

$e_{e,x}$: -51.18 mm

$e_{e,y}$: -93.96 mm

Donde:

En el eje x:

e_{min} : 20.00 mm

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

h : 400.00 mm

e_0 : -93.96 mm

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

M_d : -8.491 t·m

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d : 90.375 t

En el eje y:

e_{min} : 30.00 mm

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

h : 600.00 mm

e_0 : -51.18 mm

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

M_d : -4.626 t·m

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d : 90.375 t

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

λ : 23.38

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

l_0 : 2.700 m

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.
 A_c : Área total de la sección de hormigón.
 I : Inercia.

$$\begin{aligned}
 i_c &: \underline{11.55} \text{ cm} \\
 A_c &: \underline{2400.00} \text{ cm}^2 \\
 I &: \underline{320000.00} \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\lambda_{inf} : \underline{83.21}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{20.00} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.22}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.375} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{17.32} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{720000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{79.53}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.20}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.375} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

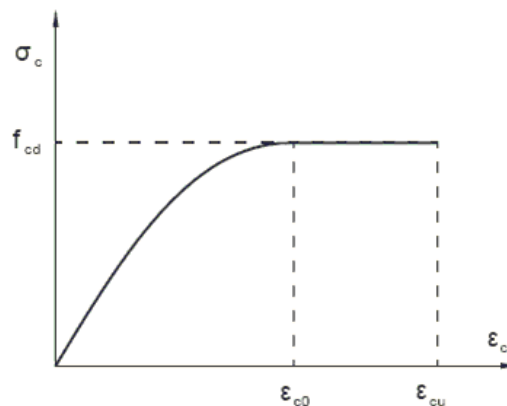
A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ϵ_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{cd} : \underline{0.0020}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

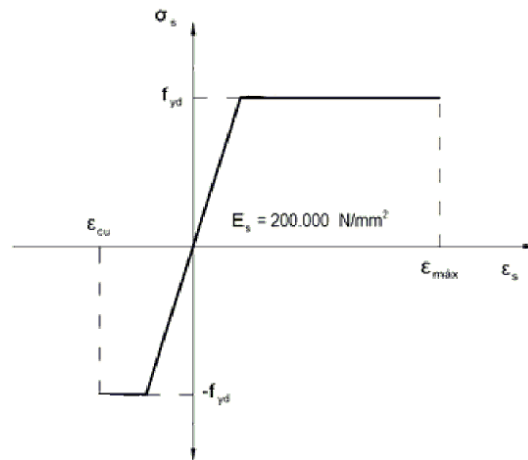
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$\gamma_c : \underline{1.5}$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

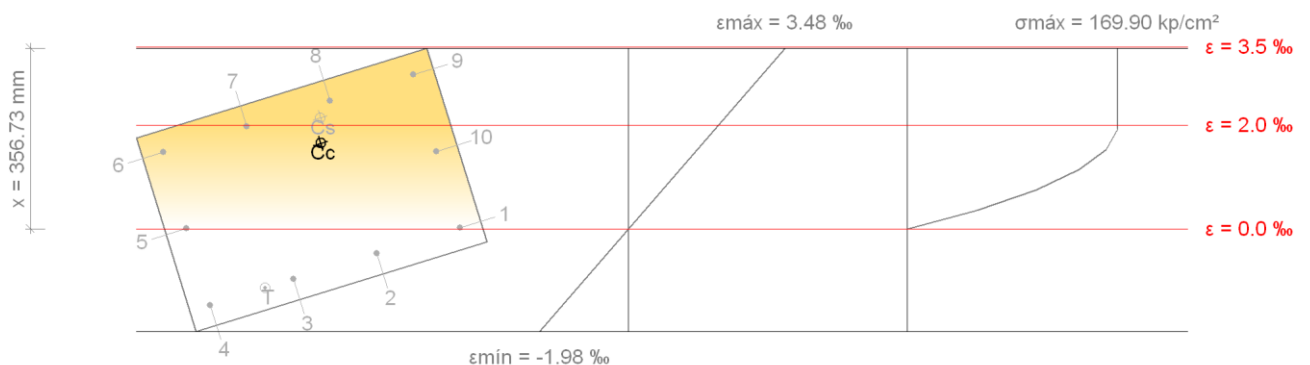
$f_{yk} : \underline{5096.84 \text{ kp/cm}^2}$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$\gamma_s : \underline{1.15}$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+45.68	+0.000022

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
2	Ø12	-86.00	158.00	-965.23	-0.000473
3	Ø12	86.00	158.00	-1976.14	-0.000969
4	Ø12	258.00	158.00	-2987.05	-0.001465
5	Ø12	258.00	0.00	+17.32	+0.000008
6	Ø12	258.00	-158.00	+3021.69	+0.001482
7	Ø12	86.00	-158.00	+4032.60	+0.001978
8	Ø12	-86.00	-158.00	+4077.47	+0.002474
9	Ø12	-258.00	-158.00	+4077.47	+0.002970
10	Ø12	-258.00	0.00	+3050.05	+0.001496

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	213.235	-44.32	-82.46
Cs	20.723	-58.43	-130.76
T	6.705	144.66	158.00

$$N_{Rd} : \underline{227.253 \text{ t}}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{-21.352 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{-11.632 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{213.235 \text{ t}}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{20.723 \text{ t}}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{6.705 \text{ t}}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{-44.32 \text{ mm}}$$

$$e_{cc,y} : \underline{-82.46 \text{ mm}}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{-58.43 \text{ mm}}$$

$$e_{cs,y} : \underline{-130.76 \text{ mm}}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{144.66 \text{ mm}}$$

$$e_{T,y} : \underline{158.00 \text{ mm}}$$

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0035}$$

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0015}$$

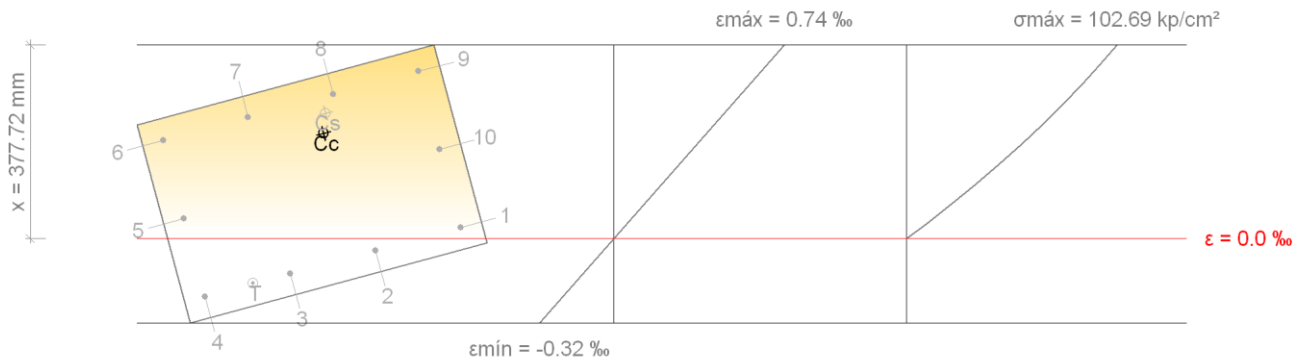
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : \underline{169.90 \text{ kp/cm}^2}$$

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : \underline{2987.05 \text{ kp/cm}^2}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+84.48	+0.000041
2	Ø12	-86.00	158.00	-94.43	-0.000046
3	Ø12	86.00	158.00	-273.34	-0.000134
4	Ø12	258.00	158.00	-452.26	-0.000222
5	Ø12	258.00	0.00	+158.94	+0.000078
6	Ø12	258.00	-158.00	+770.13	+0.000378
7	Ø12	86.00	-158.00	+949.04	+0.000466
8	Ø12	-86.00	-158.00	+1127.96	+0.000553
9	Ø12	-258.00	-158.00	+1306.87	+0.000641
10	Ø12	-258.00	0.00	+695.68	+0.000341

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
C _c	85.542	-48.18	-89.05
C _s	5.760	-61.68	-126.25
T	0.927	161.05	158.00

N_{ed} : 90.375 t

M_{ed,x} : -8.491 t·m

M_{ed,y} : -4.626 t·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

C_c : 85.542 t

C_s : 5.760 t

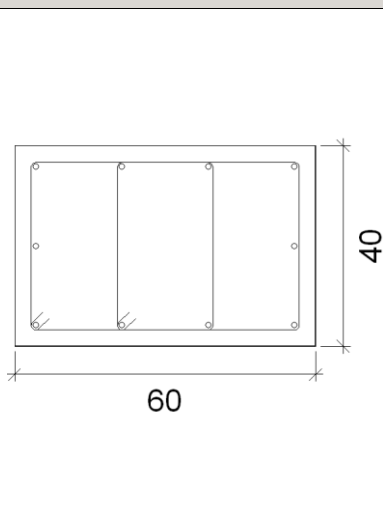
T : 0.927 t

e_{cc,x} : -48.18 mm

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,y}$: <u>-89.05</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>-61.68</u> mm
	$e_{cs,y}$: <u>-126.25</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: <u>161.05</u> mm
	$e_{T,y}$: <u>158.00</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0007</u>
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0002</u>
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : <u>102.69</u> kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : <u>452.26</u> kp/cm ²

• **Pilar tipo 4**

1- FORJADO CUBIERTA (-3 - 0 M)

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 60x40 cm
	Tramo : -3.000/0.000 m
	Altura libre : 2.70 m
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
	Materiales
Hormigón : HA-25, Yc=1.5	Longitud de pandeo
Acero : B 500 S, Ys=1.15	Plano ZX : 2.70 m
	Plano ZY : 2.70 m
	Armadura longitudinal
Esquina : 4Ø12	Armadura transversal
Cara X : 4Ø12	Estribos : 2eØ6
Cara Y : 2Ø12	Separación : 6 - 15 - 10 cm
Cuantía : 0.47 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

400.00 mm \geq 250.00 mm ✓

Armadura longitudinal

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

146 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_{min} : 20 mm

s_1 : 20 mm

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{12} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\emptyset_{max} : \underline{12} \text{ mm}$$

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$$172 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm} \quad \checkmark$$

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$$12 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Estribos

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{6} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

$$\emptyset_{max} : \underline{6} \text{ mm}$$

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \emptyset_t cumplan (Artículo 42.3.1):

$$60 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$60 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\emptyset_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

$$\emptyset_{min} : \underline{12} \text{ mm}$$

b_{min} : Dimensión mínima de la sección.

$$b_{min} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$6 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\varnothing_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

\varnothing_{max} : 12 mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=5096.84$ kp/cm² debe cumplir:

0.0047 \geq **0.0040** ✓

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

46.116 t \geq **9.034 t** ✓

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

A'_s : 11.31 cm²

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$f_{yc,d}$: 4077.47 kp/cm²

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

N_d : 90.343 t

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

46.116 t \leq **407.747 t** ✓

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

A'_s : 11.31 cm²

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$f_{yc,d}$: 4077.47 kp/cm²

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd} : 169.89 kp/cm²

A_c : Área total de la sección de hormigón.

A_c : 2400.00 cm²

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

η : 0.087 ✓

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$V_{rd1,x}$: 4.460 t

$V_{rd1,y}$: 7.865 t

$V_{u1,x}$: 91.512 t

V_{u1}: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,y} : \underline{108.970 \text{ t}}$$

$$\eta : \underline{0.440} \checkmark$$

Donde:

V_{rd2}: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd2,x} : \underline{4.460 \text{ t}}$$

$$V_{rd2,y} : \underline{7.865 \text{ t}}$$

V_{u2}: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$V_{u2,x} : \underline{18.308 \text{ t}}$$

$$V_{u2,y} : \underline{21.456 \text{ t}}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{91.512 \text{ t}}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.09}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

σ_{'cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{15.85 \text{ kp/cm}^2}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.156 \text{ t}}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00 \text{ cm}^2}$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00 \text{ mm}}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57 \text{ mm}}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0 \text{ grados}}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0 \text{ grados}}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{108.970 \text{ t}}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$\mathbf{K} : \underline{1.17}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$\mathbf{f}_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma_{cd} : \underline{28.38} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_d : \underline{88.156} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$\mathbf{A}_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$\mathbf{A}'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f}_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$\mathbf{f}_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$\mathbf{f}_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$\mathbf{f}_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$\mathbf{b}_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$\mathbf{d} : \underline{305.33} \text{ mm}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$\mathbf{V}_{u2} : \underline{16.869} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$\mathbf{V}_{u2,min} : \underline{18.308} \text{ t}$$

Donde:

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$\mathbf{b}_0 : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$\mathbf{d} : \underline{410.57} \text{ mm}$$

γ_c: Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

ξ: Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.70}$$

f_{cv}: Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$\mathbf{f}_{cv} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. $f_{ck} : \underline{254.84}$ kp/cm²
 σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. $\sigma'_{cd} : \underline{36.73}$ kp/cm²

N_d : Esfuerzo normal de cálculo. $N_d : \underline{88.156}$ t
 A_c : Área total de la sección de hormigón. $A_c : \underline{2400.00}$ cm²
 f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. $f_{cd} : \underline{169.89}$ kp/cm²
 ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción. $\rho_l : \underline{0.0048}$

A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción. $A_s : \underline{7.92}$ cm²

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{18.609} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{21.456} \text{ t}$$

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento. $b_0 : \underline{600.00}$ mm
 d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión. $d : \underline{305.33}$ mm
 γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. $\gamma_c : \underline{1.5}$
 ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'. $\xi : \underline{1.81}$

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm². $f_{cv} : \underline{254.84}$ kp/cm²

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. $f_{ck} : \underline{254.84}$ kp/cm²
 σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. $\sigma'_{cd} : \underline{36.73}$ kp/cm²

N_d : Esfuerzo normal de cálculo. $N_d : \underline{88.156}$ t
 A_c : Área total de la sección de hormigón. $A_c : \underline{2400.00}$ cm²
 f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. $f_{cd} : \underline{169.89}$ kp/cm²
 ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción. $\rho_l : \underline{0.0037}$

A_s: Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

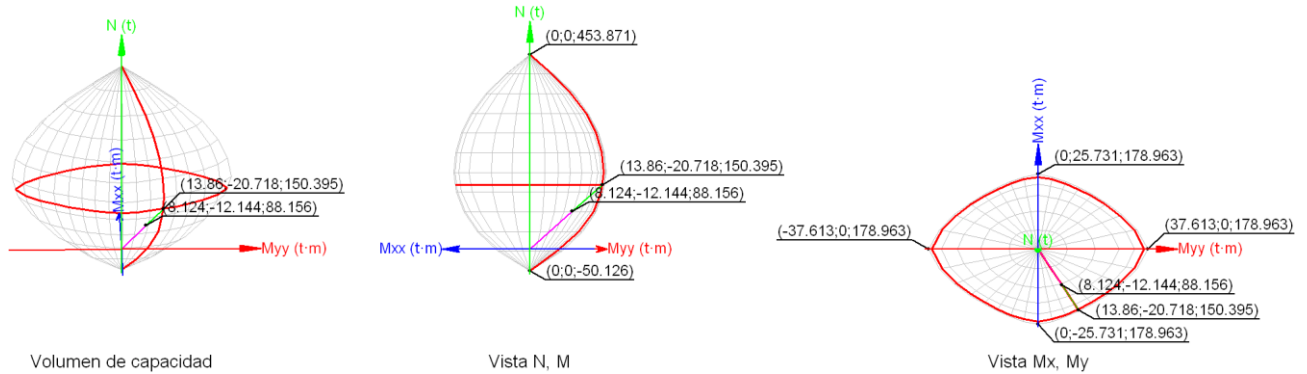
A_s : 6.79 cm²

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Se debe satisfacer:

η : 0.586 ✓



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.

N_{ed} : 88.156 t
M_{ed,x} : -12.144 t·m
M_{ed,y} : 8.124 t·m

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.

M_{Rd}: Momentos de agotamiento.

N_{Rd} : 150.395 t
M_{Rd,x} : -20.718 t·m
M_{Rd,y} : 13.860 t·m

Donde:

Siendo:

e_{e,x} : 92.16 mm

Página | 104

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,y} : \underline{-137.76} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{-137.76} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-12.144} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.156} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{92.16} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{8.124} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{88.156} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{11.55} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{320000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{84.25}$$

Donde:

e₂ : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e₂ :	<u>20.00</u>	mm
e₁ : En estructuras traslacionales es igual a e ₂ .	e₁ :	<u>20.00</u>	mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h :	<u>400.00</u>	mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C :	<u>0.22</u>	
v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.	v :	<u>0.22</u>	

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d :	<u>88.156</u>	t
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} :	<u>169.89</u>	kp/cm ²
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c :	<u>2400.00</u>	cm ²

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l₀ : Longitud de pandeo.	l₀ :	<u>2.700</u>	m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c :	<u>17.32</u>	cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c :	<u>2400.00</u>	cm ²
I : Inercia.	I :	<u>720000.00</u>	cm ⁴

$$\lambda_{inf} : \underline{53.53}$$

Donde:

e₂ : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e₂ :	<u>92.16</u>	mm
e₁ : En estructuras traslacionales es igual a e ₂ .	e₁ :	<u>92.16</u>	mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h :	<u>600.00</u>	mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C :	<u>0.20</u>	
v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.	v :	<u>0.22</u>	

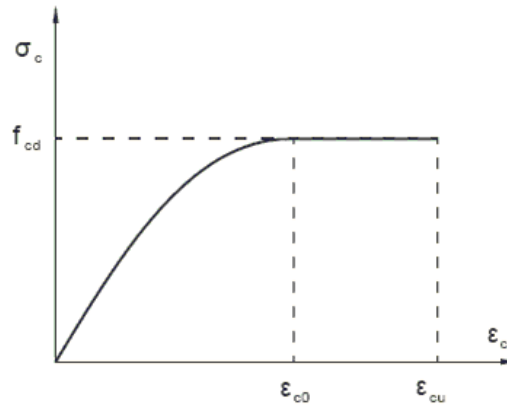
N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d :	<u>88.156</u>	t
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} :	<u>169.89</u>	kp/cm ²
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c :	<u>2400.00</u>	cm ²

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.

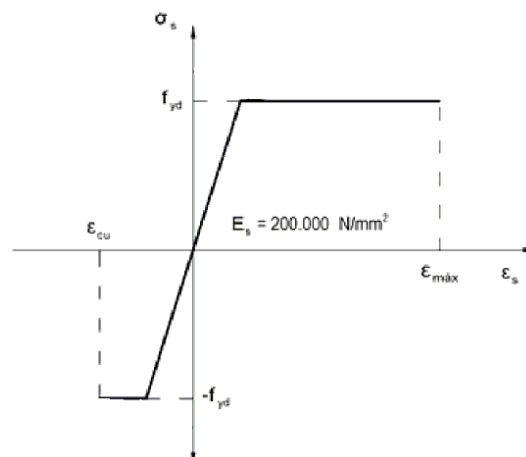
- (c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
- (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. $f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$
 ε_{cd} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple. $\varepsilon_{cd} : \underline{0.0020}$
 ε_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión. $\varepsilon_{cu} : \underline{0.0035}$
 Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. $\alpha_{cc} : \underline{1.00}$
 f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. $f_{ck} : \underline{254.84 \text{ kp/cm}^2}$
 γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón. $\gamma_c : \underline{1.5}$

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$

ϵ_{\max} : Deformación máxima del acero en tracción.
 ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.
 Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

$$\epsilon_{\max} : \frac{0.0100}{}$$

$$\epsilon_{cu} : \frac{0.0035}{}$$

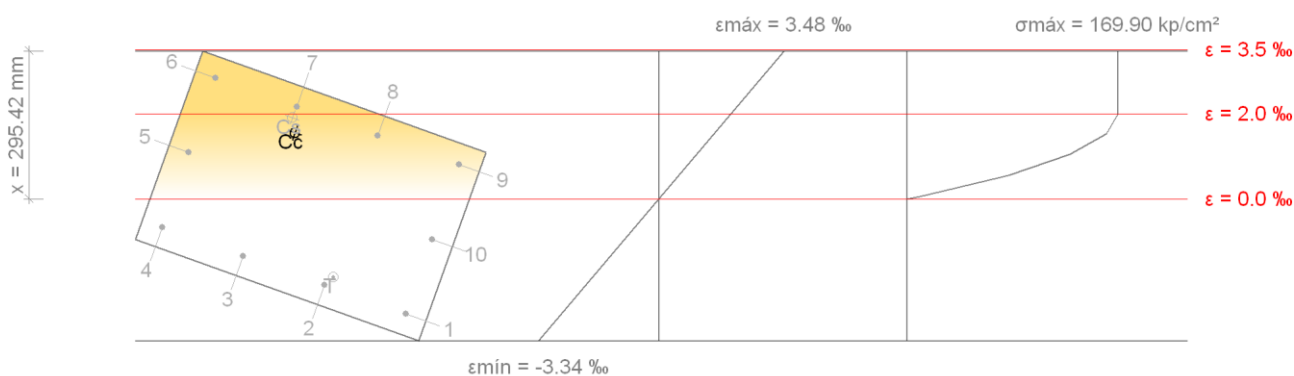
f_{yk} : Resistencia característica de proyecto
 γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$f_{yk} : \frac{5096.84 \text{ kp/cm}^2}{}$$

$$\gamma_s : \frac{1.15}{}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-4432.03	-0.002704
2	Ø12	-86.00	158.00	-4123.15	-0.002022
3	Ø12	86.00	158.00	-2732.56	-0.001340
4	Ø12	258.00	158.00	-1341.96	-0.000658
5	Ø12	258.00	0.00	+2233.91	+0.001096
6	Ø12	258.00	-158.00	+4077.47	+0.002850
7	Ø12	86.00	-158.00	+4077.47	+0.002168
8	Ø12	-86.00	-158.00	+3028.60	+0.001486
9	Ø12	-258.00	-158.00	+1638.01	+0.000803
10	Ø12	-258.00	0.00	-1937.87	-0.000951

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	149.844	72.02	-107.91
Cs	17.028	86.08	-134.56
T	16.476	-97.26	136.98

$$N_{Rd} : \frac{150.395 \text{ t}}{}$$

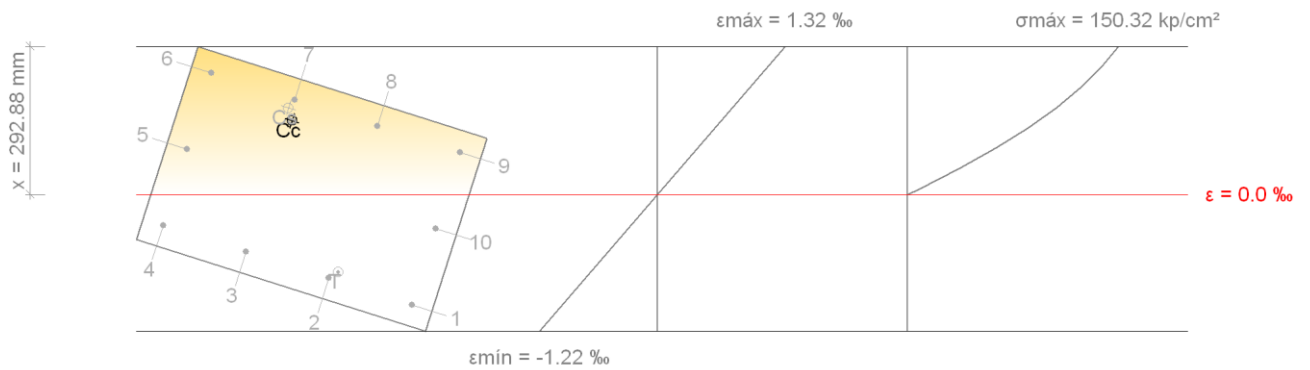
$$M_{Rd,x} : \underline{-20.718} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{13.860} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : \underline{149.844} \text{ t}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : \underline{17.028} \text{ t}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : \underline{16.476} \text{ t}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : \underline{72.02} \text{ mm}$ $e_{cc,y} : \underline{-107.91} \text{ mm}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x} : \underline{86.08} \text{ mm}$ $e_{cs,y} : \underline{-134.56} \text{ mm}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : \underline{-97.26} \text{ mm}$ $e_{T,y} : \underline{136.98} \text{ mm}$
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0035}$
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$\epsilon_{smax} : \underline{0.0027}$
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$\sigma_{cmax} : \underline{169.90} \text{ kp/cm}^2$
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$\sigma_{smax} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-2001.51	-0.000982
2	Ø12	-86.00	158.00	-1521.26	-0.000746
3	Ø12	86.00	158.00	-1041.00	-0.000511
4	Ø12	258.00	158.00	-560.74	-0.000275
5	Ø12	258.00	0.00	+823.70	+0.000404
6	Ø12	258.00	-158.00	+2208.14	+0.001083
7	Ø12	86.00	-158.00	+1727.88	+0.000848
8	Ø12	-86.00	-158.00	+1247.62	+0.000612
9	Ø12	-258.00	-158.00	+767.37	+0.000376

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
10	Ø12	-258.00	0.00	-617.07	-0.000303

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	86.988	77.82	-116.85
Cs	7.662	92.33	-138.79
T	6.494	-99.66	141.02

$$N_{ed} : \underline{88.156} \text{ t}$$

$$M_{ed,x} : \underline{-12.144} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{8.124} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{86.988} \text{ t}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{7.662} \text{ t}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{6.494} \text{ t}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{77.82} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{-116.85} \text{ mm}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{92.33} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{-138.79} \text{ mm}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{-99.66} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{141.02} \text{ mm}$$

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0013}$$

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0010}$$

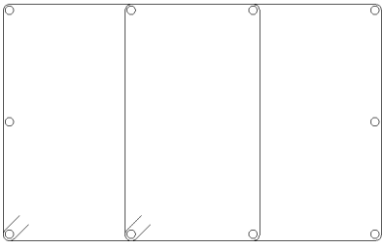
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : \underline{150.32} \text{ kp/cm}^2$$

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : \underline{2001.51} \text{ kp/cm}^2$$

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 60x40 cm	
	Tramo : -3.318/-3.000 m	
	Altura libre : 0.00 m	
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm	
	Tamaño máximo de árido : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
	Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6	
Cara X : 4Ø12		
Cara Y : 2Ø12		
Cuantía : 0.47 %		

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \underline{4.460} \text{ t}$$

$$V_{rd1,y} : \underline{7.865} \text{ t}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,x} : \underline{91.961} \text{ t}$$

$$V_{u1,y} : \underline{109.471} \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{91.961} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

K: 1.10

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd}: 169.89 kp/cm²

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

σ'_{cd}: 16.76 kp/cm²

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

N_d: 90.343 t

A_c: Área total de la sección de hormigón.

A_c: 2400.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

A'_s: 11.31 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

f_{1cd}: 101.94 kp/cm²

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

f_{ck}: 254.84 kp/cm²

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd}: 169.89 kp/cm²

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

b₀: 400.00 mm

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

d: 410.57 mm

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

α: 90.0 grados

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

θ: 45.0 grados

Cortante en la dirección Y:

V_{u1}: 109.471 t

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

K: 1.17

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

f_{cd}: 169.89 kp/cm²

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

σ'_{cd}: 29.29 kp/cm²

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

N_d: 90.343 t

A_c: Área total de la sección de hormigón.

A_c: 2400.00 cm²

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

A'_s: 4.52 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: 4432.03 kp/cm²

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

f_{1cd}: 101.94 kp/cm²

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

f_{ck}: 254.84 kp/cm²

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

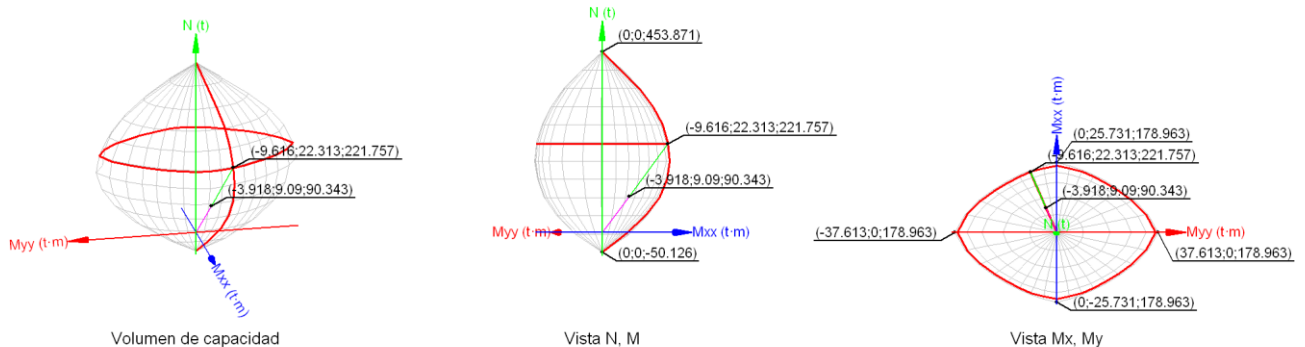
$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.407} \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$$N_{ed} : \underline{90.343} \text{ t}$$

$$M_{ed,x} : \underline{9.090} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{-3.918} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$N_{Rd} : \underline{221.757} \text{ t}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{22.313} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{-9.616} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,x} : \underline{-43.36} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} : \underline{100.62} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{100.62} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{9.090} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.343} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{-43.36} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-3.918} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.343} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{11.55} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I: Inercia.

$$\mathbf{I} : \underline{320000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{48.31}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$\mathbf{e}_2 : \underline{100.62} \text{ mm}$$

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

$$\mathbf{e}_1 : \underline{100.62} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$\mathbf{h} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$\mathbf{C} : \underline{0.22}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\mathbf{v} : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_d : \underline{90.343} \text{ t}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$\mathbf{f}_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$\mathbf{A}_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

$$\mathbf{l}_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

$$\mathbf{i}_c : \underline{17.32} \text{ cm}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$\mathbf{A}_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I: Inercia.

$$\mathbf{I} : \underline{720000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{79.55}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$\mathbf{e}_2 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

$$\mathbf{e}_1 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$\mathbf{h} : \underline{600.00} \text{ mm}$$

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$\mathbf{C} : \underline{0.20}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\mathbf{v} : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_d : \underline{90.343} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{169.89}{1} \text{ kp/cm}^2$$

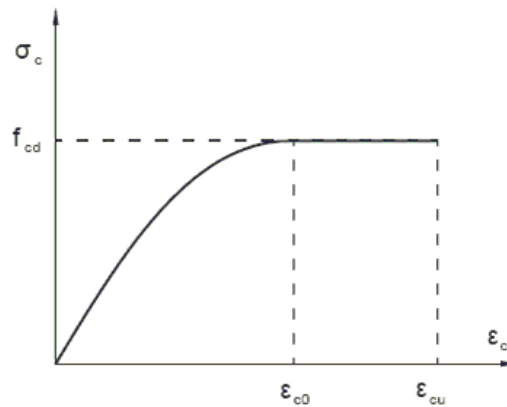
A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \frac{2400.00}{1} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ε_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{169.89}{1} \text{ kp/cm}^2$$

ε_{c0} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\varepsilon_{c0} : \frac{0.0020}{1}$$

ε_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\varepsilon_{cu} : \frac{0.0035}{1}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \frac{1.00}{1}$$

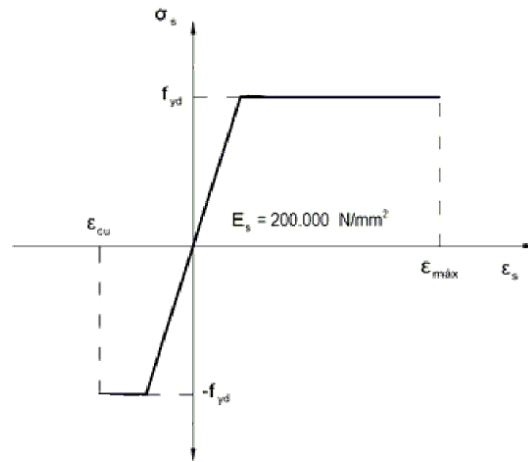
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \frac{254.84}{1} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \frac{1.5}{1}$$

- (ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.

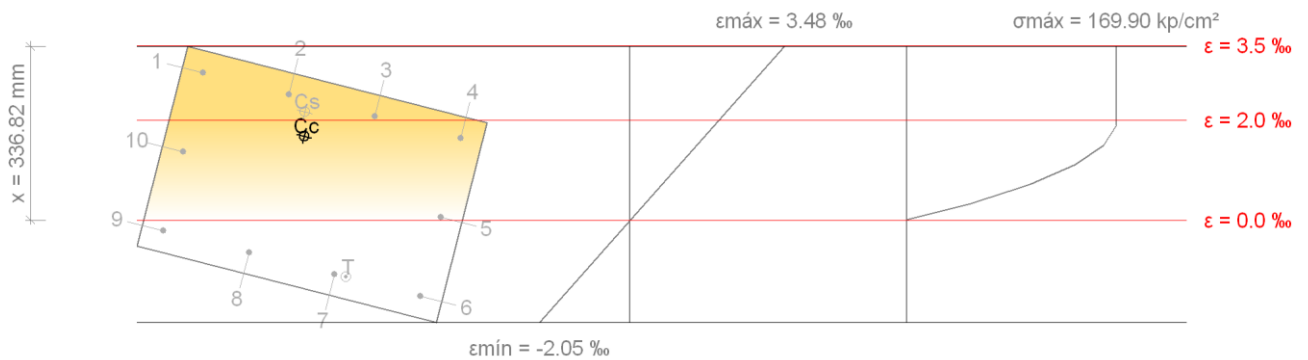


f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$
 ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción. $\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$
 ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión. $\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$
 Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto $f_{yk} : \underline{5096.84 \text{ kp/cm}^2}$
 γ_s : Coeficiente parcial de seguridad. $\gamma_s : \underline{1.15}$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+4077.47	+0.002955
2	Ø12	-86.00	158.00	+4077.47	+0.002518
3	Ø12	86.00	158.00	+4077.47	+0.002080
4	Ø12	258.00	158.00	+3349.92	+0.001643
5	Ø12	258.00	0.00	+121.61	+0.000060

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
6	Ø12	258.00	-158.00	-3106.71	-0.001524
7	Ø12	86.00	-158.00	-2215.32	-0.001087
8	Ø12	-86.00	-158.00	-1323.94	-0.000649
9	Ø12	-258.00	-158.00	-432.55	-0.000212
10	Ø12	-258.00	0.00	+2795.76	+0.001371

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	208.839	-37.14	87.45
Cs	20.923	-47.44	133.08
T	8.006	108.30	-158.00

$$N_{Rd} : \underline{221.757} \text{ t}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{22.313} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{-9.616} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{208.839} \text{ t}$$

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{20.923} \text{ t}$$

T : Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{8.006} \text{ t}$$

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{-37.14} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{87.45} \text{ mm}$$

e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{-47.44} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{133.08} \text{ mm}$$

e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{108.30} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{-158.00} \text{ mm}$$

ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0035}$$

ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0015}$$

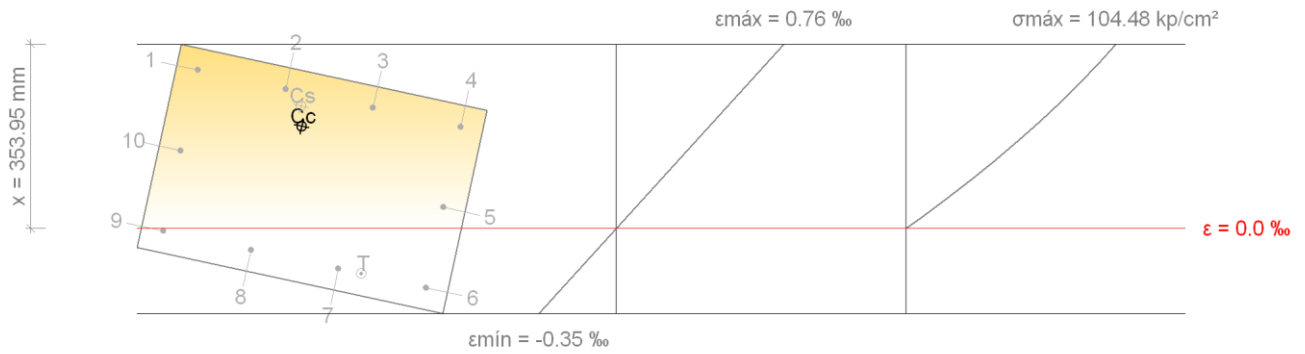
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : \underline{169.90} \text{ kp/cm}^2$$

σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : \underline{3106.71} \text{ kp/cm}^2$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+1329.07	+0.000652
2	Ø12	-86.00	158.00	+1170.27	+0.000574
3	Ø12	86.00	158.00	+1011.47	+0.000496
4	Ø12	258.00	158.00	+852.67	+0.000418
5	Ø12	258.00	0.00	+177.54	+0.000087
6	Ø12	258.00	-158.00	-497.59	-0.000244
7	Ø12	86.00	-158.00	-338.79	-0.000166
8	Ø12	-86.00	-158.00	-179.99	-0.000088
9	Ø12	-258.00	-158.00	-21.19	-0.000010
10	Ø12	-258.00	0.00	+653.94	+0.000321

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	85.641	-40.51	94.88
Cs	5.876	-49.95	132.71
T	1.173	131.63	-158.00

$N_{ed} : \underline{90.343} \text{ t}$

$M_{ed,x} : \underline{9.090} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{ed,y} : \underline{-3.918} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

C_c : 85.641 t

C_s : 5.876 t

T : 1.173 t

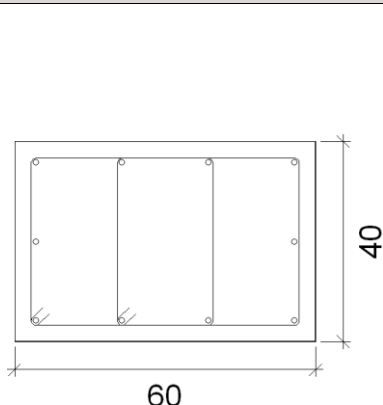
e_{cc,x} : -40.51 mm

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,y}$: <u>94.88</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>-49.95</u> mm
	$e_{cs,y}$: <u>132.71</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: <u>131.63</u> mm
	$e_{T,y}$: <u>-158.00</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0008</u>
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0002</u>
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : <u>104.48</u> kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : <u>497.59</u> kp/cm ²

10.2. PILARES TIPO 2 Y TIPO 3

- Pilar tipo 2

1.- FORJADO CUBIERTA (-3 - 0 M)

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 60x40 cm	
	Tramo : -3.000/0.000 m	
	Altura libre : 2.70 m	
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm	
	Tamaño máximo de árido : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : HA-25, Yc=1.5	Plano ZX : 2.70 m
	Acero : B 500 S, Ys=1.15	Plano ZY : 2.70 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6	
Cara X : 4Ø12	Separación : 6 - 15 - 10 cm	
Cara Y : 2Ø12		
Cuantía : 0.47 %		

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

$$400.00 \text{ mm} \geq 250.00 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$146 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{12} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\emptyset_{max} : \underline{12} \text{ mm}$$

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$$172 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm} \quad \checkmark$$

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$$12 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Estribos

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{6} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

$$\emptyset_{max} : \underline{6} \text{ mm}$$

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \emptyset_t cumplan (Artículo 42.3.1):

$$60 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$60 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\emptyset_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

$$\emptyset_{min} : \underline{12} \text{ mm}$$

b_{min} : Dimensión mínima de la sección.

$$b_{min} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$6 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\varnothing_{\max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

\varnothing_{\max} : 12 mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=5096.84$ kp/cm² debe cumplir:

$$0.0047 \geq 0.0040 \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \geq 9.295 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\text{kp/cm}^2}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \frac{92.951}{\text{t}}$$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \leq 407.747 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\text{kp/cm}^2}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{169.89}{\text{kp/cm}^2}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \frac{2400.00}{\text{cm}^2}$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.088} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \frac{4.132}{\text{t}}$$

$$V_{rd1,y} : \frac{8.253}{\text{t}}$$

$$V_{u1,x} : \frac{92.047}{\text{t}}$$

V_{u1}: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,y} : \underline{109.567} \text{ t}$$

$$\eta : \underline{0.440} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd2}: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd2,x} : \underline{4.132} \text{ t}$$

$$V_{rd2,y} : \underline{8.253} \text{ t}$$

V_{u2}: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$V_{u2,x} : \underline{18.576} \text{ t}$$

$$V_{u2,y} : \underline{21.755} \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{92.047} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.10}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{16.93} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{109.567} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.17}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{29.46} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{17.137} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{18.576} \text{ t}$$

Donde:

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.70}$$

f_{cv}: Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{37.82} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0048}$$

A_s: Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$A_s : \underline{7.92} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{18.907} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{21.755} \text{ t}$$

Donde:

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.81}$$

f_{cv}: Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón. $f_{ck} : 254.84 \text{ kp/cm}^2$
 σ'_{cd} : Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras. $\sigma'_{cd} : 37.82 \text{ kp/cm}^2$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo. $N_d : 90.764 \text{ t}$
 A_c : Área total de la sección de hormigón. $A_c : 2400.00 \text{ cm}^2$
 f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. $f_{cd} : 169.89 \text{ kp/cm}^2$
 ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción. $\rho_l : 0.0037$

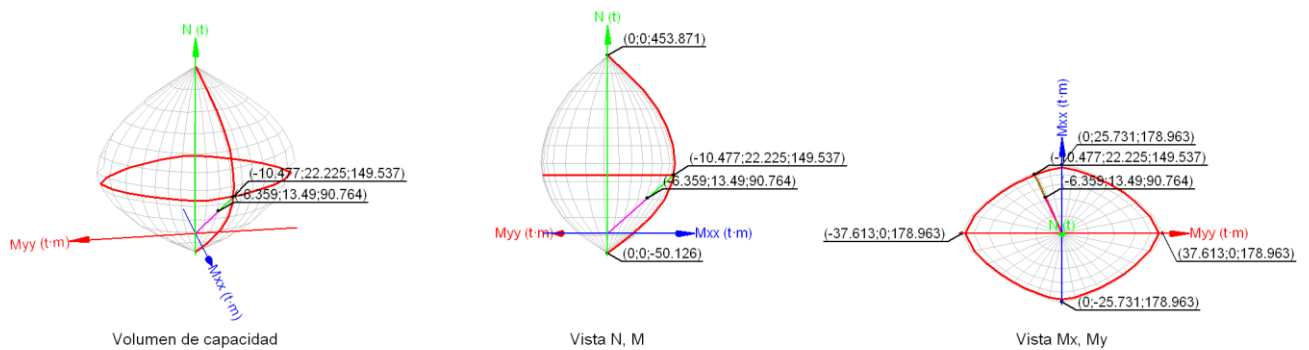
A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción. $A_s : 6.79 \text{ cm}^2$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.607$ ✓



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed}: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_{ed} : \underline{90.764} \text{ t}$$

M_{ed}: Momento de cálculo de primer orden.

$$\mathbf{M}_{ed,x} : \underline{13.490} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{ed,y} : \underline{-6.359} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd}: Axil de agotamiento.

$$\mathbf{N}_{Rd} : \underline{149.537} \text{ t}$$

M_{Rd}: Momentos de agotamiento.

$$\mathbf{M}_{Rd,x} : \underline{22.225} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{Rd,y} : \underline{-10.477} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e: Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$\mathbf{e}_{e,x} : \underline{-70.06} \text{ mm}$$

$$\mathbf{e}_{e,y} : \underline{148.63} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$\mathbf{e}_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$\mathbf{h} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{e}_0 : \underline{148.63} \text{ mm}$$

Donde:

M_d: Momento de cálculo de primer orden.

$$\mathbf{M}_d : \underline{13.490} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

En el eje y:

$$\mathbf{e}_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$\mathbf{h} : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{e}_0 : \underline{-70.06} \text{ mm}$$

Donde:

M_d: Momento de cálculo de primer orden.

$$\mathbf{M}_d : \underline{-6.359} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{11.55} \text{ cm}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I: Inercia.

$$I : \underline{320000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{44.23}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{148.63} \text{ mm}$$

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

$$e_1 : \underline{148.63} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.22}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l₀: Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c: Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{17.32} \text{ cm}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I: Inercia.

$$I : \underline{720000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{79.36}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$\mathbf{e}_2 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

$$\mathbf{e}_1 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$\mathbf{h} : \underline{600.00} \text{ mm}$$

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$\mathbf{C} : \underline{0.20}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$\mathbf{v} : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$\mathbf{N}_d : \underline{90.764} \text{ t}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$\mathbf{f}_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

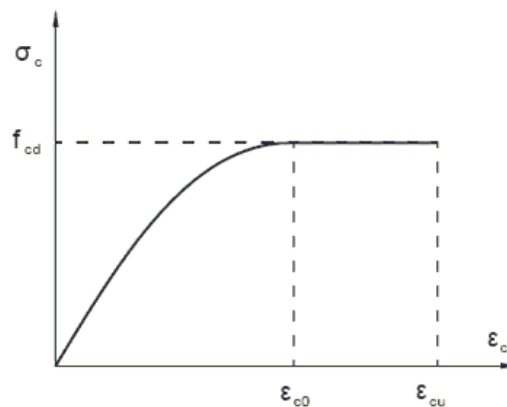
A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$\mathbf{A}_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- Diagramas de cálculo.
 - El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$\mathbf{f}_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ϵ_{c0} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

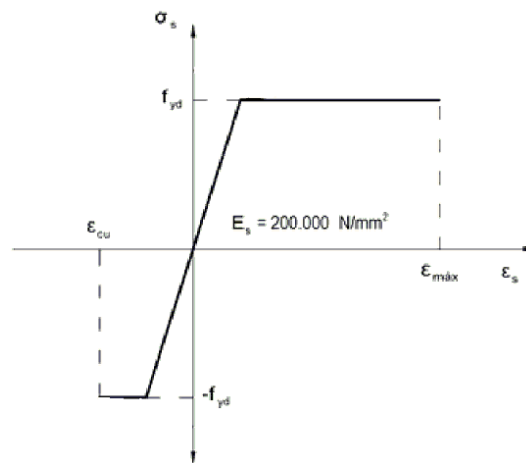
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

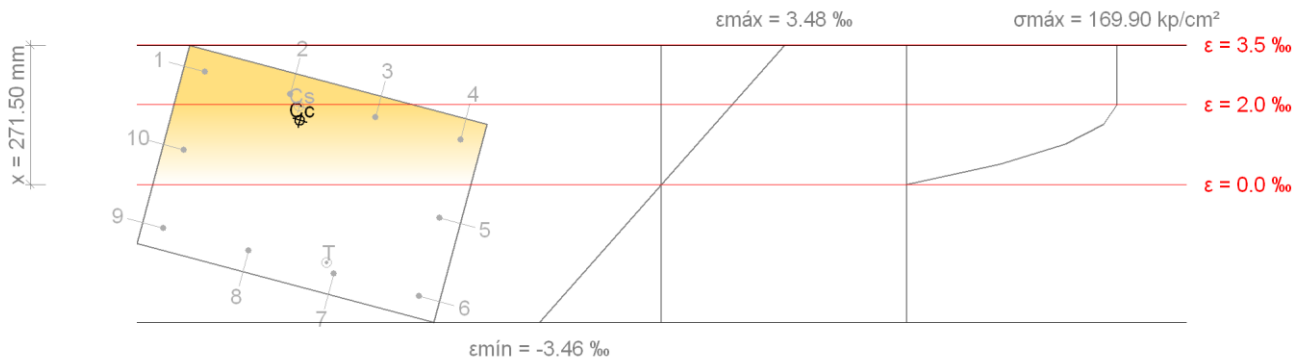
$$f_{yk} : \underline{5096.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$\gamma_s : \underline{1.15}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+4077.47	+0.002823
2	Ø12	-86.00	158.00	+4077.47	+0.002255
3	Ø12	86.00	158.00	+3439.90	+0.001687
4	Ø12	258.00	158.00	+2281.93	+0.001119
5	Ø12	258.00	0.00	-1710.65	-0.000839
6	Ø12	258.00	-158.00	-4432.03	-0.002797
7	Ø12	86.00	-158.00	-4432.03	-0.002229
8	Ø12	-86.00	-158.00	-3387.30	-0.001661
9	Ø12	-258.00	-158.00	-2229.33	-0.001093
10	Ø12	-258.00	0.00	+1763.24	+0.000865

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	150.160	-54.16	114.26
Cs	17.689	-62.21	140.19
T	18.312	67.91	-141.31

$N_{Rd} : \underline{149.537} \text{ t}$

$M_{Rd,x} : \underline{22.225} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{Rd,y} : \underline{-10.477} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

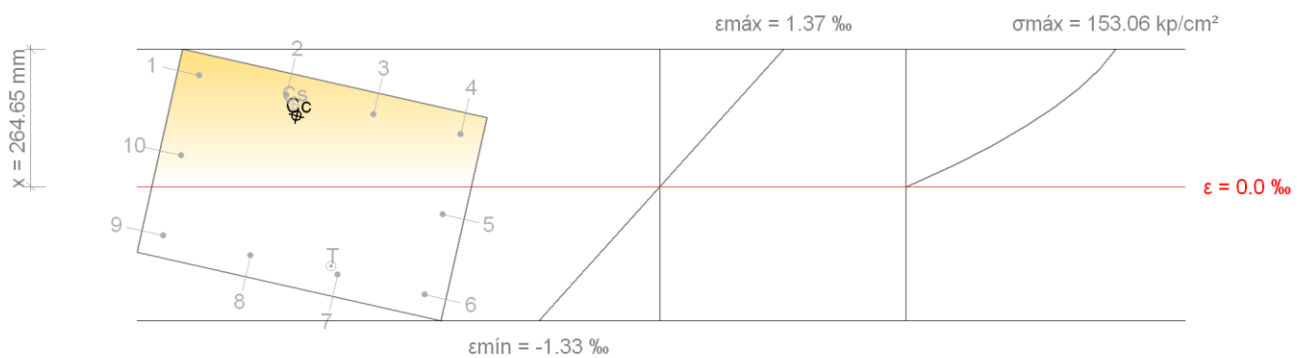
C_c : 150.160 t

C_s : 17.689 t

T : 18.312 t

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$: <u>-54.16</u> mm
	$e_{cc,y}$: <u>114.26</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>-62.21</u> mm
	$e_{cs,y}$: <u>140.19</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: <u>67.91</u> mm
	$e_{T,y}$: <u>-141.31</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0035</u>
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0028</u>
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : <u>169.90</u> kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : <u>4432.03</u> kp/cm ²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+2263.76	+0.001110
2	Ø12	-86.00	158.00	+1864.07	+0.000914
3	Ø12	86.00	158.00	+1464.39	+0.000718
4	Ø12	258.00	158.00	+1064.71	+0.000522
5	Ø12	258.00	0.00	-562.40	-0.000276
6	Ø12	258.00	-158.00	-2189.50	-0.001074
7	Ø12	86.00	-158.00	-1789.82	-0.000878
8	Ø12	-86.00	-158.00	-1390.14	-0.000682
9	Ø12	-258.00	-158.00	-990.46	-0.000486
10	Ø12	-258.00	0.00	+636.65	+0.000312

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	90.344	-57.91	123.57
Cs	8.249	-69.65	144.21
T	7.829	70.62	-145.16

N_{ed} : 90.764 t

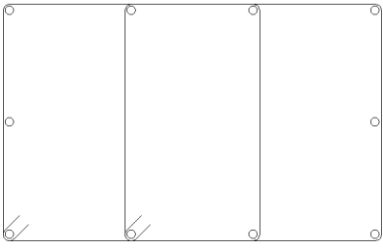
$$M_{ed,x} : \underline{13.490} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{-6.359} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : \underline{90.344} \text{ t}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : \underline{8.249} \text{ t}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : \underline{7.829} \text{ t}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : \underline{-57.91} \text{ mm}$ $e_{cc,y} : \underline{123.57} \text{ mm}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x} : \underline{-69.65} \text{ mm}$ $e_{cs,y} : \underline{144.21} \text{ mm}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : \underline{70.62} \text{ mm}$ $e_{T,y} : \underline{-145.16} \text{ mm}$
ε_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$\varepsilon_{cmax} : \underline{0.0014}$
ε_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$\varepsilon_{smax} : \underline{0.0011}$
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$\sigma_{cmax} : \underline{153.06} \text{ kp/cm}^2$
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$\sigma_{smax} : \underline{2189.50} \text{ kp/cm}^2$

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 60x40 cm
	Tramo : -3.326/-3.000 m
	Altura libre : 0.00 m
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
Materiales	Longitud de pandeo
Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6
Cara X : 4Ø12	
Cara Y : 2Ø12	
Cuantía : 0.47 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \underline{4.132} \text{ t}$$

$$V_{rd1,y} : \underline{8.253} \text{ t}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,x} : \underline{92.496} \text{ t}$$

$$V_{u1,y} : \underline{110.068} \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{92.496} \text{ t}$$

Donde:

K : Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.11}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{17.84} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{92.951} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{110.068} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : \underline{1.18}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd}: Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{30.38} \text{ kp/cm}^2$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{92.951} \text{ t}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

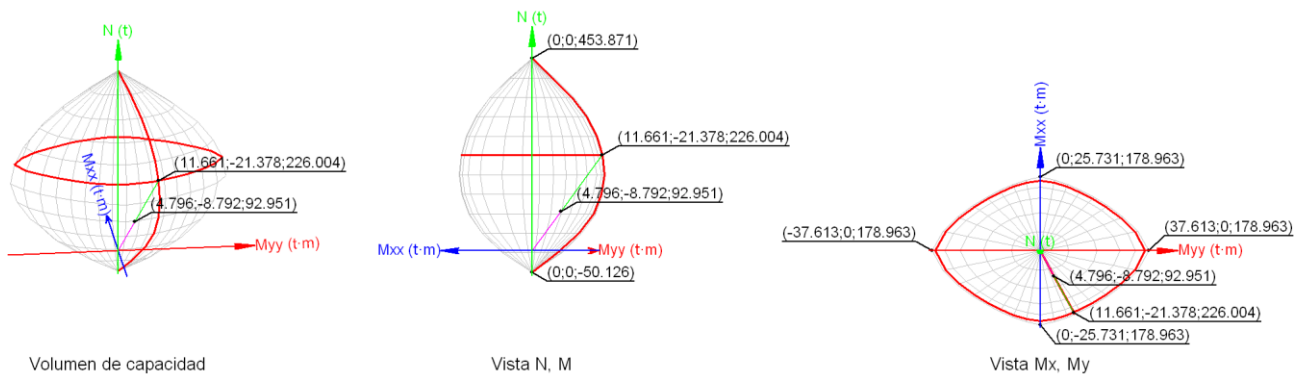
$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.411} \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$$N_{ed} : \underline{92.951} \text{ t}$$

$$M_{ed,x} : \underline{-8.792} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{4.796} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$N_{Rd} : \underline{226.004} \text{ t}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{-21.378} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{11.661} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

$$e_{e,x} : \underline{51.60} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} : \underline{-94.59} \text{ mm}$$

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_o : \underline{-94.59} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-8.792} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{92.951} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_o : \underline{51.60} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{4.796} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{92.951} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0 : <u>2.700</u> m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c : <u>11.55</u> cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²
I : Inercia.	I : <u>320000.00</u> cm ⁴

$$\lambda_{inf} : \underline{82.05}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2 : <u>20.00</u> mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1 : <u>20.00</u> mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h : <u>400.00</u> mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C : <u>0.22</u>
ν : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.	ν : <u>0.23</u>

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d : <u>92.951</u> t
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} : <u>169.89</u> kp/cm ²
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0 : <u>2.700</u> m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c : <u>17.32</u> cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²
I : Inercia.	I : <u>720000.00</u> cm ⁴

$$\lambda_{inf} : \underline{63.40}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2 : <u>51.60</u> mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1 : <u>51.60</u> mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h : <u>600.00</u> mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C : <u>0.20</u>

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.23}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{92.951} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

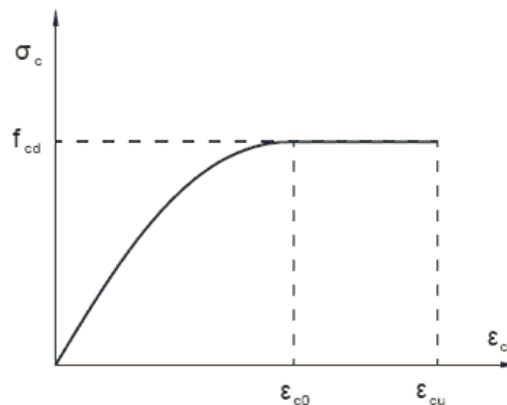
A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ϵ_{c0} : Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

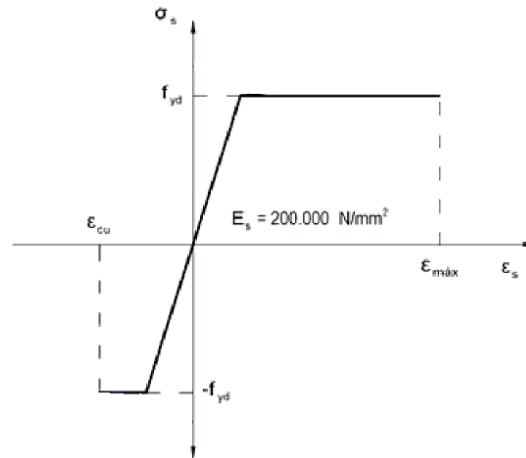
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

$$f_{yd} : \frac{4432.03}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\epsilon_{max} : \frac{0.0100}{1}$$

$$\epsilon_{cu} : \frac{0.0035}{1}$$

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

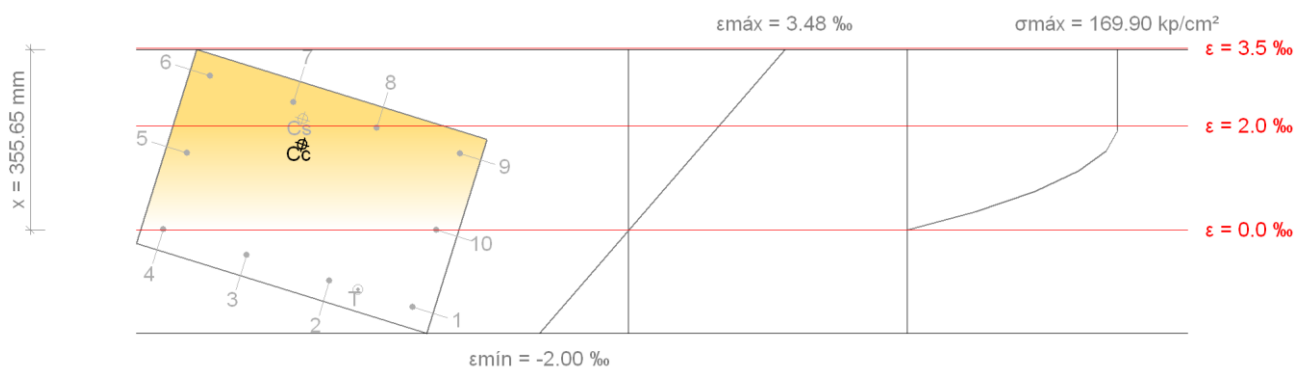
γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$f_{yk} : \frac{5096.84}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_s : \frac{1.15}{1}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-3021.74	-0.001482
2	Ø12	-86.00	158.00	-2006.25	-0.000984

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
3	Ø12	86.00	158.00	-990.77	-0.000486
4	Ø12	258.00	158.00	+24.71	+0.000012
5	Ø12	258.00	0.00	+3037.84	+0.001490
6	Ø12	258.00	-158.00	+4077.47	+0.002968
7	Ø12	86.00	-158.00	+4077.47	+0.002470
8	Ø12	-86.00	-158.00	+4020.01	+0.001972
9	Ø12	-258.00	-158.00	+3004.52	+0.001474
10	Ø12	-258.00	0.00	-8.61	-0.000004

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	212.189	44.61	-82.92
Cs	20.632	58.76	-131.26
T	6.817	-144.20	157.77

$$N_{Rd} : \underline{226.004} \text{ t}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{-21.378} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{11.661} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{212.189} \text{ t}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{20.632} \text{ t}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{6.817} \text{ t}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{44.61} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{-82.92} \text{ mm}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{58.76} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{-131.26} \text{ mm}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{-144.20} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{157.77} \text{ mm}$$

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0035}$$

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0015}$$

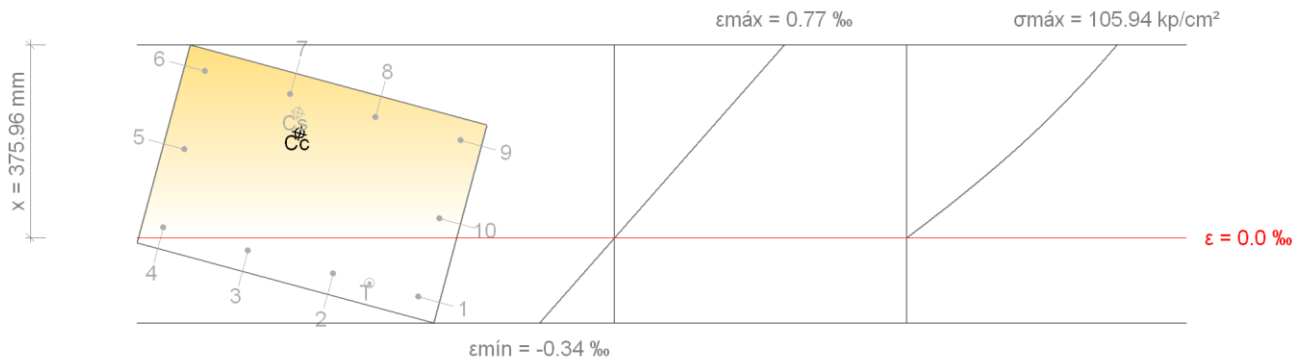
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : \underline{169.90} \text{ kp/cm}^2$$

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : \underline{3021.74} \text{ kp/cm}^2$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-481.94	-0.000236
2	Ø12	-86.00	158.00	-294.22	-0.000144
3	Ø12	86.00	158.00	-106.50	-0.000052
4	Ø12	258.00	158.00	+81.22	+0.000040
5	Ø12	258.00	0.00	+720.62	+0.000353
6	Ø12	258.00	-158.00	+1360.02	+0.000667
7	Ø12	86.00	-158.00	+1172.29	+0.000575
8	Ø12	-86.00	-158.00	+984.57	+0.000483
9	Ø12	-258.00	-158.00	+796.85	+0.000391
10	Ø12	-258.00	0.00	+157.45	+0.000077

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	87.985	48.49	-89.54
Cs	5.964	62.15	-126.82
T	0.998	-159.16	158.00

N_{ed} : 92.951 t

M_{ed,x} : -8.792 t·m

M_{ed,y} : 4.796 t·m

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

C_c : 87.985 t

C_s : 5.964 t

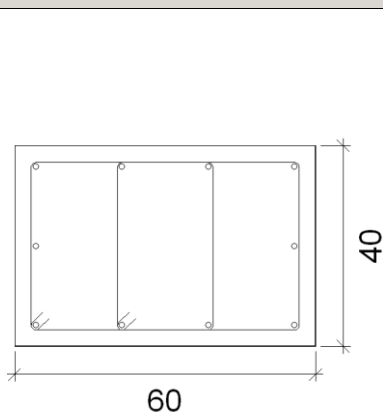
T : 0.998 t

e_{cc,x} : 48.49 mm

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,y}$: <u>-89.54</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>62.15</u> mm
	$e_{cs,y}$: <u>-126.82</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: <u>-159.16</u> mm
	$e_{T,y}$: <u>158.00</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0008</u>
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0002</u>
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : <u>105.94</u> kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : <u>481.94</u> kp/cm ²

• **Pilar tipo 3**

1.- FORJADO CUBIERTA (-3 - 0 M)

Datos del pilar		
	Geometría	
	Dimensiones : 60x40 cm	
	Tramo : -3.000/0.000 m	
	Altura libre : 2.70 m	
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm	
	Tamaño máximo de árido : 15 mm	
	Materiales	Longitud de pandeo
	Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
	Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
	Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6	
Cara X : 4Ø12	Separación : 6 - 15 - 10 cm	
Cara Y : 2Ø12		
Cuantía : 0.47 %		

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

Dimensiones mínimas

La dimensión mínima del soporte (b_{min}) debe cumplir la siguiente condición (Artículo 54):

400.00 mm \geq 250.00 mm ✓

Armadura longitudinal

La distancia libre d_i , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

146 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_{min} : 20 mm

s_1 : 20 mm

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{12} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

$$\emptyset_{max} : \underline{12} \text{ mm}$$

La separación entre dos barras consecutivas de la armadura principal debe ser de 350 mm como máximo (Artículo 54):

$$172 \text{ mm} \leq 350 \text{ mm} \quad \checkmark$$

El diámetro de la barra comprimida más delgada no será inferior a 12 mm (Artículo 54):

$$12 \text{ mm} \geq 12 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Estribos

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (Artículo 69.4.1.1):

$$54 \text{ mm} \geq 20 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

$$s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$$

$$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$$

$$s_3 : \underline{6} \text{ mm}$$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

$$d_a : \underline{15} \text{ mm}$$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

$$\emptyset_{max} : \underline{6} \text{ mm}$$

Para poder tener en cuenta las armaduras pasivas en compresión, es necesario que vayan sujetas por cercos o estribos cuya separación s_t y diámetro \emptyset_t cumplan (Artículo 42.3.1):

$$60 \text{ mm} \leq 180 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$60 \text{ mm} \leq 400 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\emptyset_{min} : Diámetro de la barra comprimida más delgada.

$$\emptyset_{min} : \underline{12} \text{ mm}$$

b_{min} : Dimensión mínima de la sección.

$$b_{min} : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$6 \text{ mm} \geq 3 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra comprimida más gruesa.

\emptyset_{max} : 12 mm

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

Cuantía geométrica mínima de armadura principal (Artículo 42.3.5)

La cuantía geométrica de armadura principal ρ_l en pilares con barras de acero $f_{yk}=5096.84$ kp/cm² debe cumplir:

$$0.0047 \geq 0.0040 \quad \checkmark$$

Armadura longitudinal mínima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \geq 9.163 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\text{kp/cm}^2}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \frac{91.629}{\text{t}}$$

Armadura longitudinal máxima para secciones en compresión simple o compuesta (Artículo 42.3.3)

En secciones sometidas a compresión simple o compuesta, las armaduras principales deben cumplir la siguiente limitación:

$$46.116 \text{ t} \leq 407.747 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \frac{11.31}{\text{cm}^2}$$

$f_{yc,d}$: Resistencia de cálculo del acero a compresión.

$$f_{yc,d} : \frac{4077.47}{\text{kp/cm}^2}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \frac{169.89}{\text{kp/cm}^2}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \frac{2400.00}{\text{cm}^2}$$

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \frac{4.648}{\text{t}}$$

$$V_{rd1,y} : \frac{8.047}{\text{t}}$$

$$V_{u1,x} : \frac{91.776}{\text{t}}$$

V_{u1}: Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,y} : \underline{109.265 \text{ t}}$$

$$\eta : \underline{0.450} \checkmark$$

Donde:

V_{rd2}: Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd2,x} : \underline{4.648 \text{ t}}$$

$$V_{rd2,y} : \underline{8.047 \text{ t}}$$

V_{u2}: Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$$V_{u2,x} : \underline{18.440 \text{ t}}$$

$$V_{u2,y} : \underline{21.604 \text{ t}}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{91.776 \text{ t}}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.10}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

σ'_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{16.38 \text{ kp/cm}^2}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442 \text{ t}}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00 \text{ cm}^2}$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

b₀: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{400.00 \text{ mm}}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57 \text{ mm}}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0 \text{ grados}}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0 \text{ grados}}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{109.265 \text{ t}}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.17}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

σ_{cd}: Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma_{cd} : \underline{28.91 \text{ kp/cm}^2}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442 \text{ t}}$$

A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00 \text{ cm}^2}$$

A'_s: Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52 \text{ cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{1cd}: Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84 \text{ kp/cm}^2}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89 \text{ kp/cm}^2}$$

b_o: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_o : \underline{600.00 \text{ mm}}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33 \text{ mm}}$$

α: Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0 \text{ grados}}$$

θ: Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0 \text{ grados}}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

Cortante en la dirección X:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{17.001 \text{ t}}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{18.440 \text{ t}}$$

Donde:

b_o: Anchura neta mínima del elemento.

$$b_o : \underline{400.00 \text{ mm}}$$

d: Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57 \text{ mm}}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.70}$$

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axial efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{37.27} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0048}$$

A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$A_s : \underline{7.92} \text{ cm}^2$$

Cortante en la dirección Y:

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma en piezas sin armadura de cortante se obtiene como:

$$V_{u2} : \underline{18.756} \text{ t}$$

con un valor mínimo de:

$$V_{u2,min} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.81}$$

f_{cv} : Resistencia efectiva del hormigón a cortante en N/mm².

$$f_{cv} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{37.27} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0037}$$

A_s : Área de la armadura longitudinal principal de tracción.

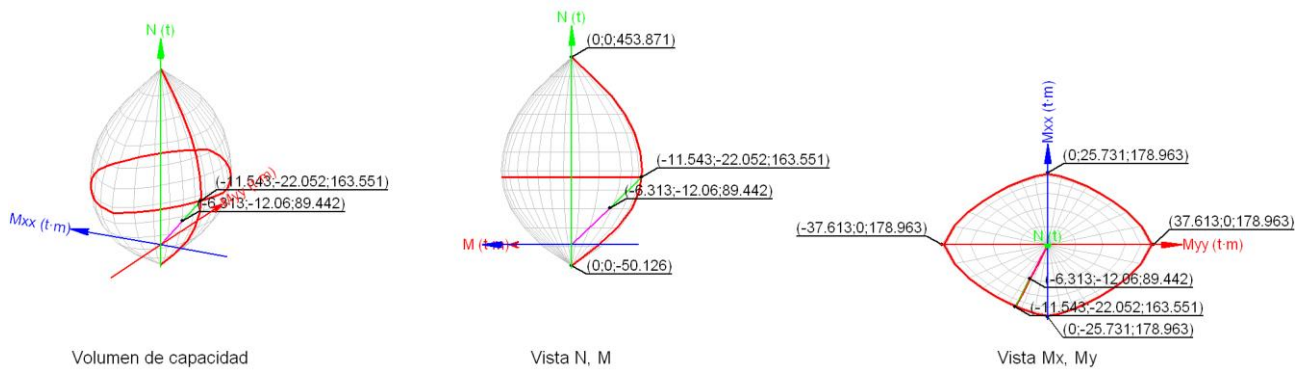
$$A_s : \underline{6.79} \text{ cm}^2$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en '-2.4 m', para la combinación de hipótesis "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)".

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.547} \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_{ed} : \underline{89.442} \text{ t}$$

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_{ed,x} : \underline{-12.060} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{-6.313} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

$$N_{Rd} : \underline{163.551} \text{ t}$$

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$M_{Rd,x} : \underline{-22.052} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{-11.543} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,x} : \underline{-70.58} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} : \underline{-134.83} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{-134.83} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-12.060} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{-70.58} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{-6.313} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{11.55} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{320000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{83.64}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{20.00} \text{ mm}$$

e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .

$$e_1 : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.22}$$

v : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.

$$l_0 : \underline{2.700} \text{ m}$$

i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.

$$i_c : \underline{17.32} \text{ cm}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

I : Inercia.

$$I : \underline{720000.00} \text{ cm}^4$$

$$\lambda_{inf} : \underline{79.95}$$

Donde:

e₂: Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.

$$e_2 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

e₁: En estructuras traslacionales es igual a e₂.

$$e_1 : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h: Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.20}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{89.442} \text{ t}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

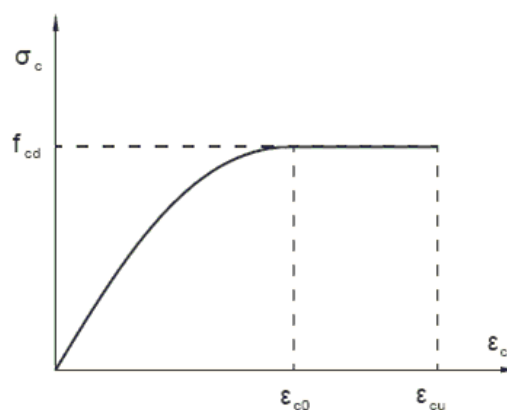
A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- Diagramas de cálculo.
 - El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ε_{c0}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ε_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc} : Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

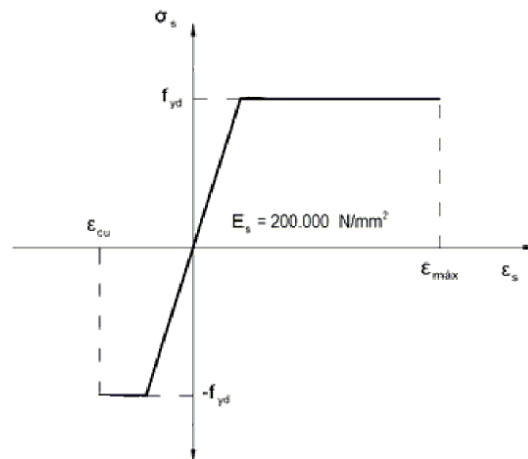
f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

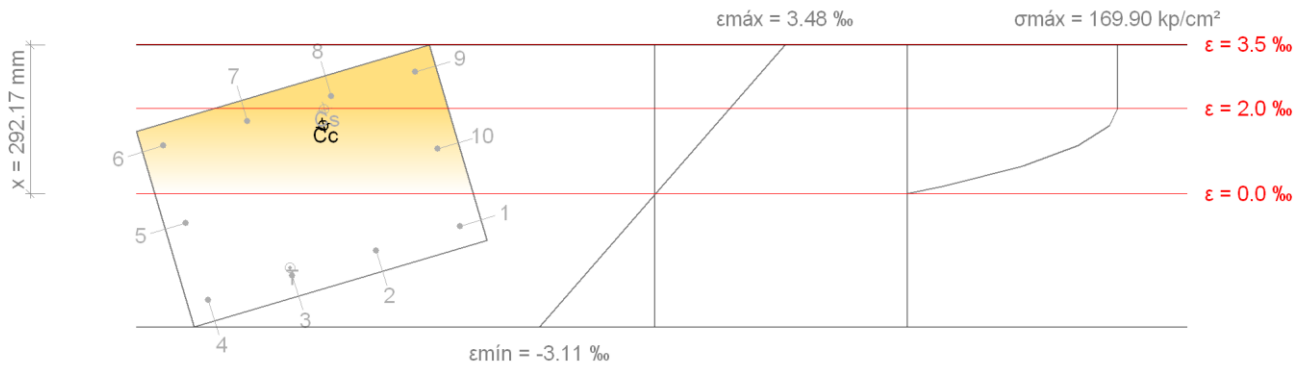
$$f_{yk} : \underline{5096.84 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$$\gamma_s : \underline{1.15}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-1534.31	-0.000753
2	Ø12	-86.00	158.00	-2713.44	-0.001331
3	Ø12	86.00	158.00	-3892.57	-0.001909
4	Ø12	258.00	158.00	-4432.03	-0.002488
5	Ø12	258.00	0.00	-1388.15	-0.000681
6	Ø12	258.00	-158.00	+2295.41	+0.001126
7	Ø12	86.00	-158.00	+3474.54	+0.001704
8	Ø12	-86.00	-158.00	+4077.47	+0.002283
9	Ø12	-258.00	-158.00	+4077.47	+0.002861
10	Ø12	-258.00	0.00	+2149.24	+0.001054

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	161.160	-55.67	-107.45
Cs	18.180	-66.33	-136.87
T	15.789	86.47	142.29

$N_{Rd} : \underline{163.551} \text{ t}$

$M_{Rd,x} : \underline{-22.052} \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{Rd,y} : \underline{-11.543} \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

T: Resultante de tracciones en el acero.

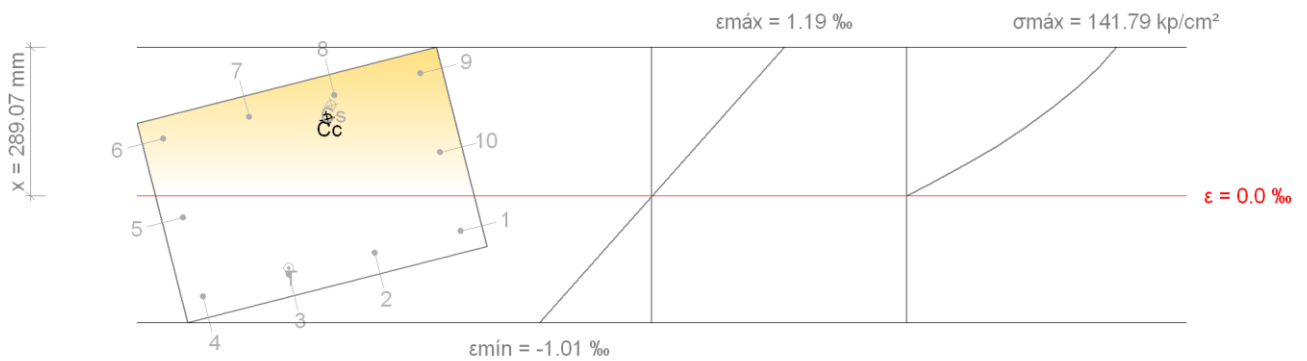
C_c : 161.160 t

C_s : 18.180 t

T : 15.789 t

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x}$: $\underline{-55.67}$ mm
	$e_{cc,y}$: $\underline{-107.45}$ mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: $\underline{-66.33}$ mm
	$e_{cs,y}$: $\underline{-136.87}$ mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x}$: $\underline{86.47}$ mm
	$e_{T,y}$: $\underline{142.29}$ mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : $\underline{0.0035}$
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : $\underline{0.0025}$
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	σ_{cmax} : $\underline{169.90}$ kp/cm ²
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	σ_{smax} : $\underline{4432.03}$ kp/cm ²

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	-571.13	-0.000280
2	Ø12	-86.00	158.00	-925.66	-0.000454
3	Ø12	86.00	158.00	-1280.18	-0.000628
4	Ø12	258.00	158.00	-1634.70	-0.000802
5	Ø12	258.00	0.00	-353.25	-0.000173
6	Ø12	258.00	-158.00	+928.21	+0.000455
7	Ø12	86.00	-158.00	+1282.73	+0.000629
8	Ø12	-86.00	-158.00	+1637.25	+0.000803
9	Ø12	-258.00	-158.00	+1991.78	+0.000977
10	Ø12	-258.00	0.00	+710.32	+0.000348

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	87.423	-60.77	-116.99
Cs	7.408	-74.52	-140.87
T	5.389	83.11	146.29

N_{ed} : $\underline{89.442}$ t

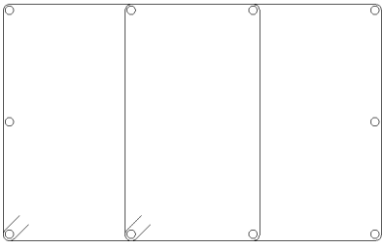
$$M_{ed,x} : \underline{-12.060} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{-6.313} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.	$C_c : \underline{87.423} \text{ t}$
C_s : Resultante de compresiones en el acero.	$C_s : \underline{7.408} \text{ t}$
T : Resultante de tracciones en el acero.	$T : \underline{5.389} \text{ t}$
e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,x} : \underline{-60.77} \text{ mm}$ $e_{cc,y} : \underline{-116.99} \text{ mm}$
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x} : \underline{-74.52} \text{ mm}$ $e_{cs,y} : \underline{-140.87} \text{ mm}$
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{T,x} : \underline{83.11} \text{ mm}$ $e_{T,y} : \underline{146.29} \text{ mm}$
ε_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$\varepsilon_{cmax} : \underline{0.0012}$
ε_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$\varepsilon_{smax} : \underline{0.0008}$
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	$\sigma_{cmax} : \underline{141.79} \text{ kp/cm}^2$
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	$\sigma_{smax} : \underline{1634.70} \text{ kp/cm}^2$

2.- CIMENTACIÓN

Datos del pilar	
	Geometría
	Dimensiones : 60x40 cm
	Tramo : -3.326/-3.000 m
	Altura libre : 0.00 m
	Recubrimiento geométrico : 3.0 cm
	Tamaño máximo de árido : 15 mm
Materiales	Longitud de pandeo
Hormigón : HA-25, $Y_c=1.5$	Plano ZX : 2.70 m
Acero : B 500 S, $Y_s=1.15$	Plano ZY : 2.70 m
Armadura longitudinal	Armadura transversal
Esquina : 4Ø12	Estribos : 2eØ6
Cara X : 4Ø12	
Cara Y : 2Ø12	
Cuantía : 0.47 %	

Disposiciones relativas a las armaduras (EHE-08, Artículos 42.3, 54 y 69.4.1.1)

La comprobación no procede

Armadura mínima y máxima (EHE-08, Artículo 42.3)

La comprobación no procede

Estado límite de agotamiento frente a cortante (EHE-08, Artículo 44)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

Donde:

V_{rd1} : Esfuerzo cortante efectivo de cálculo.

$$V_{rd1,x} : \underline{4.648} \text{ t}$$

$$V_{rd1,y} : \underline{8.047} \text{ t}$$

V_{u1} : Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

$$V_{u1,x} : \underline{92.225} \text{ t}$$

$$V_{u1,y} : \underline{109.766} \text{ t}$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua en el alma.

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

Cortante en la dirección X:

$$V_{u1} : \underline{92.225} \text{ t}$$

Donde:

K: Coeficiente que depende del esfuerzo axial.

$$K : \underline{1.10}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{17.29} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{91.629} \text{ t}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{11.31} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b_o : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_o : \underline{400.00} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{410.57} \text{ mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Cortante en la dirección Y:

$$V_{u1} : \underline{109.766} \text{ t}$$

Donde:

K : Coeficiente que depende del esfuerzo axil.

$$K : \underline{1.18}$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

σ'_{cd} : Tensión axil efectiva en el hormigón (compresión positiva), calculada teniendo en cuenta la compresión absorbida por las armaduras.

$$\sigma'_{cd} : \underline{29.82} \text{ kp/cm}^2$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{91.629} \text{ t}$$

A_c : Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

A'_s : Área total de la armadura comprimida.

$$A'_s : \underline{4.52} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{4432.03} \text{ kp/cm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{101.94} \text{ kp/cm}^2$$

f_{ck} : Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

b_0 : Anchura neta mínima del elemento.

$$b_0 : \underline{600.00} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la sección en mm referido a la armadura longitudinal de flexión.

$$d : \underline{305.33} \text{ mm}$$

α : Ángulo de los estribos con el eje de la pieza.

$$\alpha : \underline{90.0} \text{ grados}$$

θ : Ángulo entre la biela de compresión de hormigón y el eje de la pieza.

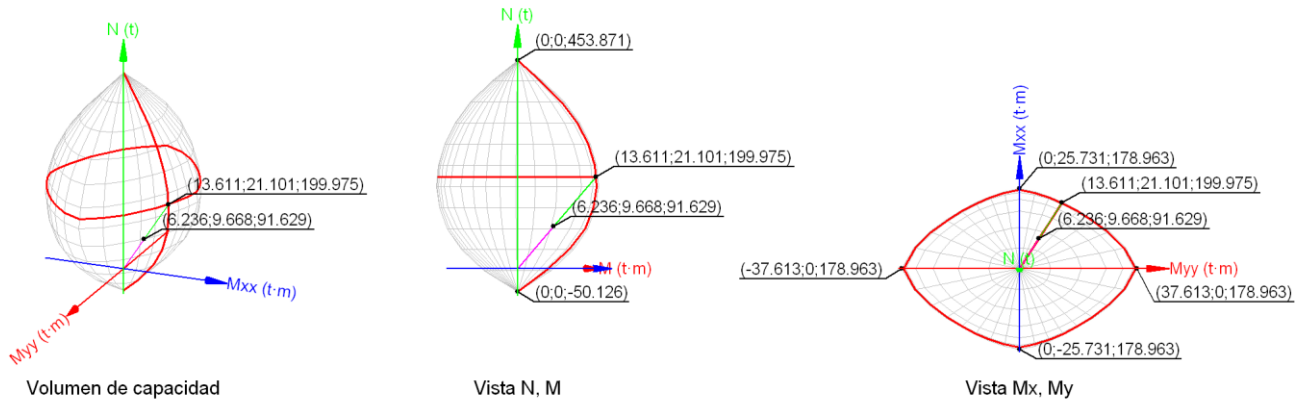
$$\theta : \underline{45.0} \text{ grados}$$

Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (EHE-08, Artículo 42)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.458} \checkmark$$



Comprobación de resistencia de la sección (η_1)

N_{ed}, M_{ed} son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según 42.2.1:

N_{ed} : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_{ed} : \underline{91.629} \text{ t}$$

M_{ed} : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_{ed,x} : \underline{9.668} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ed,y} : \underline{6.236} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_{Rd}, M_{Rd} son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

N_{Rd} : Axil de agotamiento.

$$N_{Rd} : \underline{199.975} \text{ t}$$

M_{Rd} : Momentos de agotamiento.

$$M_{Rd,x} : \underline{21.101} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{13.611} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Siendo:

e_e : Excentricidad de primer orden. Se calcula teniendo en cuenta la excentricidad mínima e_{min} según el artículo 42.2.1.

$$e_{e,x} : \underline{68.06} \text{ mm}$$

$$e_{e,y} : \underline{105.52} \text{ mm}$$

En este caso, las excentricidades $e_{0,x}$ y $e_{0,y}$ son superiores a la mínima.

Donde:

En el eje x:

$$e_{min} : \underline{20.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{105.52} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{9.668} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{91.629} \text{ t}$$

En el eje y:

$$e_{min} : \underline{30.00} \text{ mm}$$

h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

$$e_0 : \underline{68.06} \text{ mm}$$

Donde:

M_d : Momento de cálculo de primer orden.

$$M_d : \underline{6.236} \text{ t}\cdot\text{m}$$

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{91.629} \text{ t}$$

Comprobación del estado limite de inestabilidad

En el eje x:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{23.38}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0 : <u>2.700</u> m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c : <u>11.55</u> cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²
I : Inercia.	I : <u>320000.00</u> cm ⁴

$$\lambda_{inf} : \underline{47.42}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2 : <u>105.52</u> mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1 : <u>105.52</u> mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h : <u>400.00</u> mm
C : Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.	C : <u>0.22</u>
ν : Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.	ν : <u>0.22</u>

N_d : Esfuerzo normal de cálculo.	N_d : <u>91.629</u> t
f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.	f_{cd} : <u>169.89</u> kp/cm ²
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²

En el eje y:

Los efectos de segundo orden pueden ser despreciados, ya que la esbeltez mecánica del soporte λ es menor que la esbeltez límite inferior λ_{inf} indicada en 43.1.2.

$$\lambda : \underline{15.59}$$

Donde:

l_0 : Longitud de pandeo.	l_0 : <u>2.700</u> m
i_c : Radio de giro de la sección de hormigón.	i_c : <u>17.32</u> cm
A_c : Área total de la sección de hormigón.	A_c : <u>2400.00</u> cm ²
I : Inercia.	I : <u>720000.00</u> cm ⁴

$$\lambda_{inf} : \underline{57.89}$$

Donde:

e_2 : Excentricidad de primer orden correspondiente al mayor momento, considerada positiva.	e_2 : <u>68.06</u> mm
e_1 : En estructuras traslacionales es igual a e_2 .	e_1 : <u>68.06</u> mm
h : Canto de la sección en el plano de flexión considerado.	h : <u>600.00</u> mm

C: Coeficiente que depende de la disposición de armaduras.

$$C : \underline{0.20}$$

v: Axil adimensional o reducido de cálculo que solicita el soporte.

$$v : \underline{0.22}$$

N_d: Esfuerzo normal de cálculo.

$$N_d : \underline{91.629} \text{ t}$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

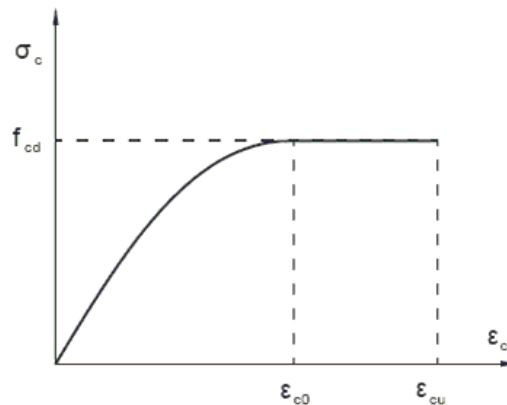
A_c: Área total de la sección de hormigón.

$$A_c : \underline{2400.00} \text{ cm}^2$$

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo 42.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones ϵ_s de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Diagramas de cálculo.
 - (i) El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{169.89} \text{ kp/cm}^2$$

ε_{c0}: Deformación de rotura del hormigón en compresión simple.

$$\epsilon_{c0} : \underline{0.0020}$$

ε_{cu}: Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$$

Se considera como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor:

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

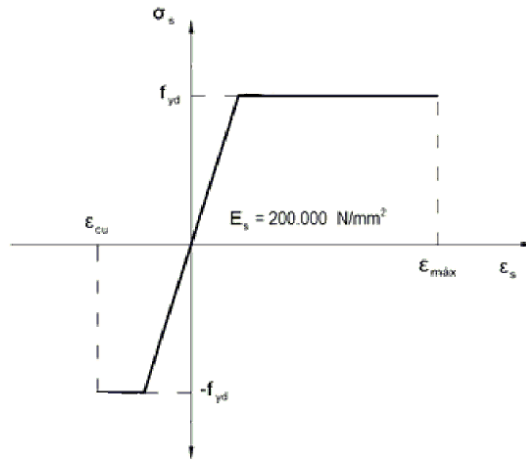
f_{ck}: Resistencia característica del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{254.84} \text{ kp/cm}^2$$

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$\gamma_c : \underline{1.5}$

(ii) Se adopta el siguiente diagrama de cálculo tensión-deformación del acero de las armaduras pasivas.



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{4432.03 \text{ kp/cm}^2}$

ϵ_{max} : Deformación máxima del acero en tracción.

$\epsilon_{max} : \underline{0.0100}$

ϵ_{cu} : Deformación de rotura del hormigón en flexión.

$\epsilon_{cu} : \underline{0.0035}$

Se considera como resistencia de cálculo del acero el valor:

f_{yk} : Resistencia característica de proyecto

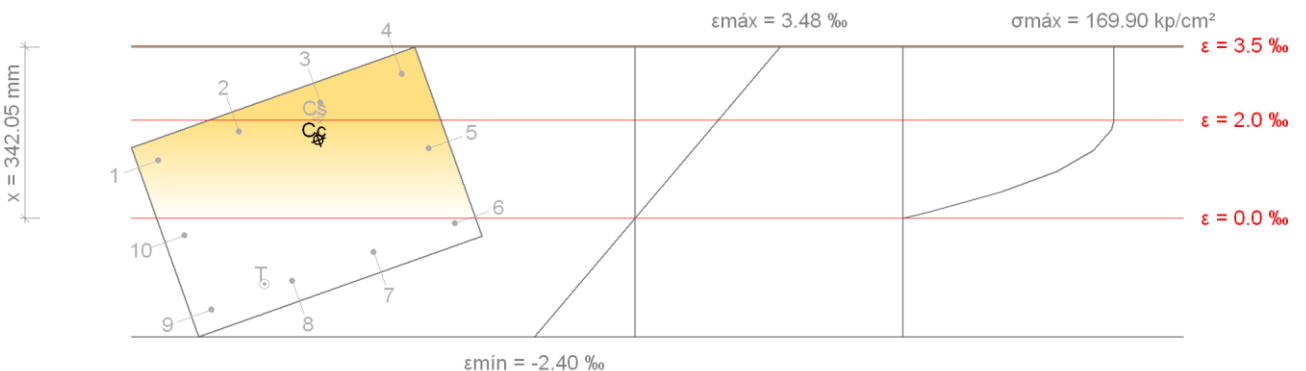
$f_{yk} : \underline{5096.84 \text{ kp/cm}^2}$

γ_s : Coeficiente parcial de seguridad.

$\gamma_s : \underline{1.15}$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+2393.64	+0.001174

Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
2	Ø12	-86.00	158.00	+3591.16	+0.001761
3	Ø12	86.00	158.00	+4077.47	+0.002349
4	Ø12	258.00	158.00	+4077.47	+0.002936
5	Ø12	258.00	0.00	+2896.63	+0.001421
6	Ø12	258.00	-158.00	-192.94	-0.000095
7	Ø12	86.00	-158.00	-1390.46	-0.000682
8	Ø12	-86.00	-158.00	-2587.98	-0.001269
9	Ø12	-258.00	-158.00	-3785.50	-0.001857
10	Ø12	-258.00	0.00	-695.93	-0.000341

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
Cc	190.494	57.00	90.04
Cs	19.268	71.82	131.14
T	9.786	-139.77	-145.29

$$N_{Rd} : \underline{199.975 \text{ t}}$$

$$M_{Rd,x} : \underline{21.101 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{13.611 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Donde:

C_c: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{190.494 \text{ t}}$$

C_s: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{19.268 \text{ t}}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{9.786 \text{ t}}$$

e_{cc}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{57.00 \text{ mm}}$$

$$e_{cc,y} : \underline{90.04 \text{ mm}}$$

e_{cs}: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{71.82 \text{ mm}}$$

$$e_{cs,y} : \underline{131.14 \text{ mm}}$$

e_T: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{-139.77 \text{ mm}}$$

$$e_{T,y} : \underline{-145.29 \text{ mm}}$$

ε_{cmax}: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\epsilon_{cmax} : \underline{0.0035}$$

ε_{smax}: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$\epsilon_{smax} : \underline{0.0019}$$

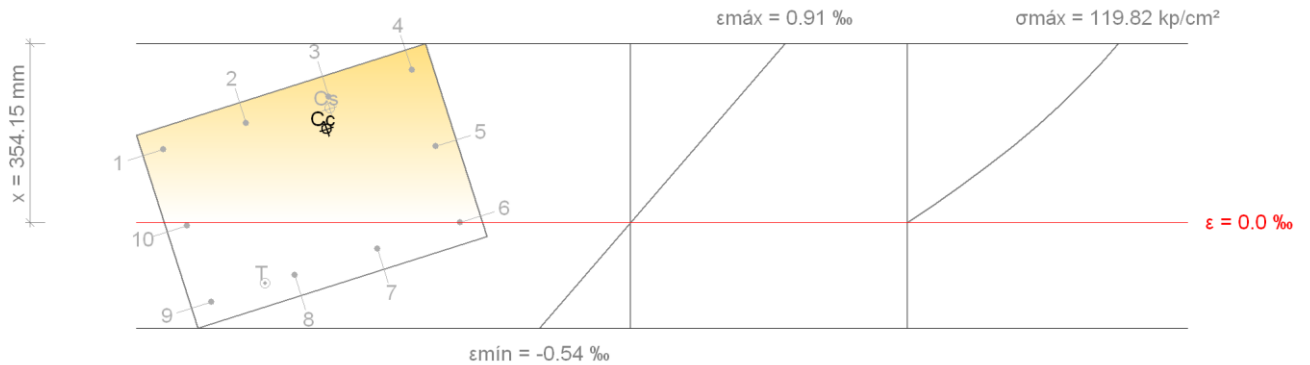
σ_{cmax}: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$\sigma_{cmax} : \underline{169.90 \text{ kp/cm}^2}$$

σ_{smax}: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$\sigma_{smax} : \underline{3785.50 \text{ kp/cm}^2}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	σ_s (kp/cm ²)	ϵ
1	Ø12	-258.00	158.00	+762.54	+0.000374
2	Ø12	-86.00	158.00	+1037.06	+0.000509
3	Ø12	86.00	158.00	+1311.59	+0.000643
4	Ø12	258.00	158.00	+1586.11	+0.000778
5	Ø12	258.00	0.00	+793.76	+0.000389
6	Ø12	258.00	-158.00	+1.41	+0.000001
7	Ø12	86.00	-158.00	-273.11	-0.000134
8	Ø12	-86.00	-158.00	-547.63	-0.000269
9	Ø12	-258.00	-158.00	-822.16	-0.000403
10	Ø12	-258.00	0.00	-29.81	-0.000015

	Resultante (t)	e.x (mm)	e.y (mm)
C _c	87.310	62.56	97.76
C _s	6.212	80.34	135.08
T	1.892	-145.52	-155.18

N_{ed} : 91.629 t

M_{ed,x} : 9.668 t·m

M_{ed,y} : 6.236 t·m

Donde:

C_c : Resultante de compresiones en el hormigón.

C_s : Resultante de compresiones en el acero.

T : Resultante de tracciones en el acero.

C_c : 87.310 t

C_s : 6.212 t

T : 1.892 t

e_{cc,x} : 62.56 mm

e_{cc} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cc,y}$: <u>97.76</u> mm
e_{cs} : Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,x}$: <u>80.34</u> mm
e_T : Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.	$e_{cs,y}$: <u>135.08</u> mm
ϵ_{cmax} : Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.	$e_{T,x}$: <u>-145.52</u> mm
ϵ_{smax} : Deformación de la barra de acero más traccionada.	$e_{T,y}$: <u>-155.18</u> mm
σ_{cmax} : Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.	ϵ_{cmax} : <u>0.0009</u>
σ_{smax} : Tensión de la barra de acero más traccionada.	ϵ_{smax} : <u>0.0004</u>
	σ_{cmax} : <u>119.82</u> kp/cm ²
	σ_{smax} : <u>822.16</u> kp/cm ²

10.3. PREDIMENSIONAMIENTO MANUAL PILARES

Para afirmar que los cálculos realizados mediante los programas informáticos son correctos, se realiza un pequeño predimensionamiento de los pilares tipos. Para ello, se utilizarán las cargas obtenidas anteriormente para realizar estos cálculos.

Para simplificar el cálculo, se elige el pórtico más desfavorable, este será el que tiene la mayor luz de 7,5 metros, se utilizará un valor de 8 metros. Se sabe que las acciones que actuarán en él, serán el peso propio del forjado, la sobrecarga de uso y carga muerta. Por tanto, el pórtico a estudiar será el siguiente:

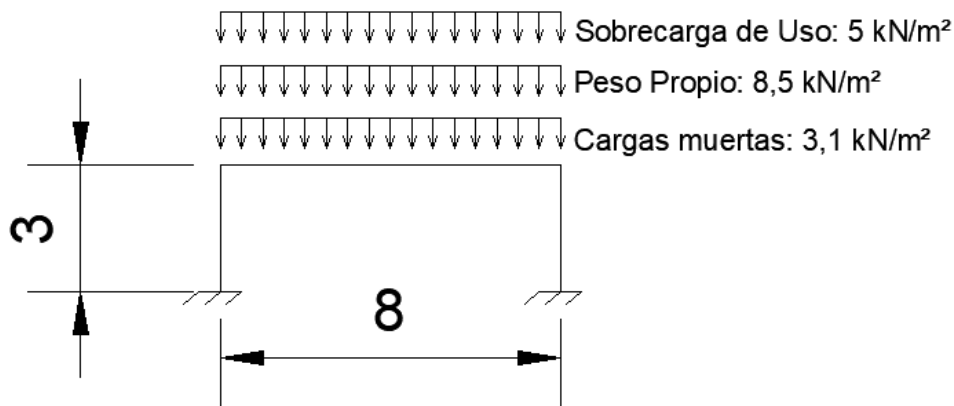


IMAGEN 13. "CARGAS ACTUANTES SOBRE EL PÓRTICO DE ESTUDIO."

Estas cargas son características y están en dos direcciones primero nos quedamos con las direcciones del plano de la Figura 5.25., y luego se aplicarán los coeficientes de ponderación, obtenemos las cargas de cálculo. Para ellos aplicamos varias hipótesis:

Peso Propio (PP): $8,5\text{kN/m}^2 \times 8\text{m} = 68\text{kN/m}$

Cargas Muertas (CM): $3\text{kN/m}^2 \times 8\text{m} = 24\text{ kN/m}$

Sobre carga de Uso (SU): $5\text{kN/m}^2 \times 8\text{m} = 40\text{kN/m}$

- **Hipótesis 1** (variable fundamental, sobrecarga de uso: 40kN/m)

$$q_d = 1,35 \times (68+24) + 1,5 \times 40 = 184,2 \text{ kN/m}$$

Esta sería la carga de cálculo que habrá que tener en cuenta en el estudio.

Existen diferentes métodos para resolver el pórtico descrito, en este caso, se realizará mediante el método de la viga conjugada.

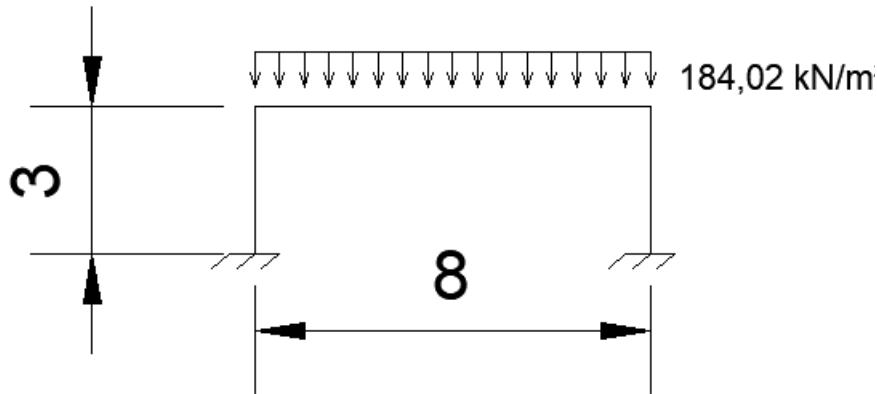


IMAGEN 14. "PÓRTICO DE ESTUDIO."

Al ser empotrado los extremos faltarán dos ecuaciones de compatibilidad, para ello:

$$\Theta_{BII} = \Theta_{BI} ; \Theta_A = 0$$

Descomponemos el pórtico en barras, llamando Barra I al tramo AB y Barra II al tramo BC:

- **BARRA II**

Se comenzará el cálculo con la Barra II:

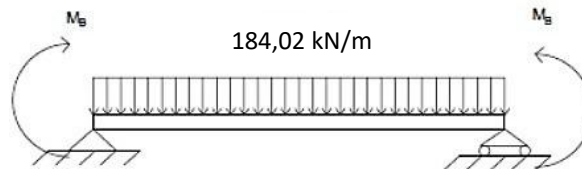


IMAGEN 15. "BARRAS II DEL PÓRTICO DE ESTUDIO."

Aplicamos la superposición y se divide en dos estados que son los siguientes:

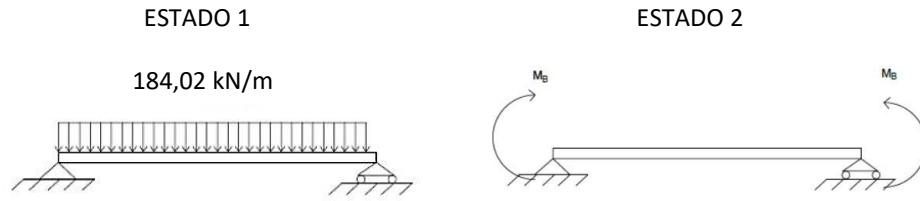


IMAGEN 16. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN DE LA VIGA CONJUGADA."

A continuación, se calculan las reacciones y el diagrama de momento flectores en cada estado 1:

$$R_A = (184,02 \times 8) / 2 = 736,08 \text{ kN}$$

$$R_B = 736,08 \text{ kN}$$

Se hace un corte para hallar el momento (M_z):

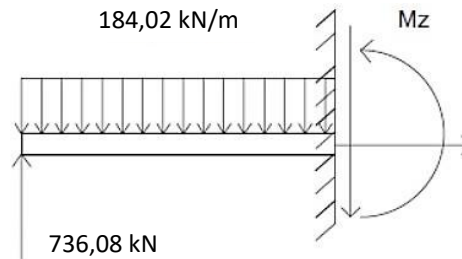


IMAGEN 17. "MÉTODO DE CORTE EN EL ESTADO 1."

$$M_z = 736,08x - 92,01 x^2 \text{ (kN.m)}$$

$$M_z (X=4m) = 4416,96 \text{ mkN}$$

Ahora obtenemos los diagramas para cada estado:

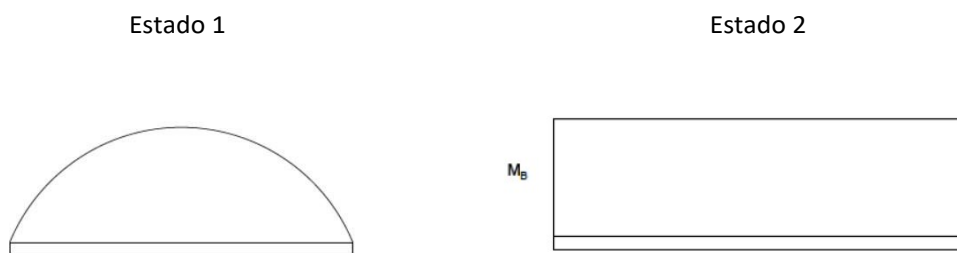


IMAGEN 18. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES EN ESTADO 1 Y ESTADO 2"

Aplicando la viga conjugada:

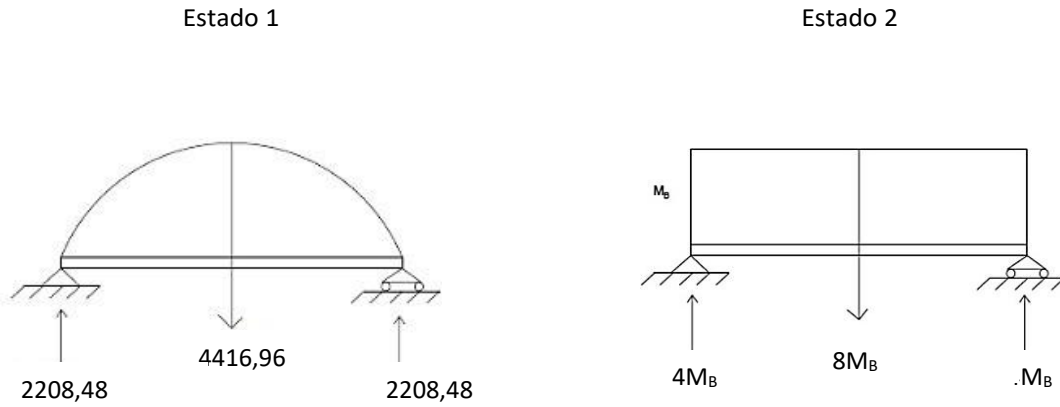


IMAGEN 19. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA"

Para hallar los esfuerzos, se aplica el método de áreas, hallando el área del rectángulo en el estado 2 y la de la parábola en el estado 1(integrando). Seguidamente, se halla el giro en el punto B:

$$\Theta_{BII} = \frac{1}{EI} (4 M_B + 2208,48)$$

- **Barra I**



IMAGEN 20. " BARRA I. PÓRTICO A ESTUDIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA. "

Aplicamos la superposición de los dos estados:

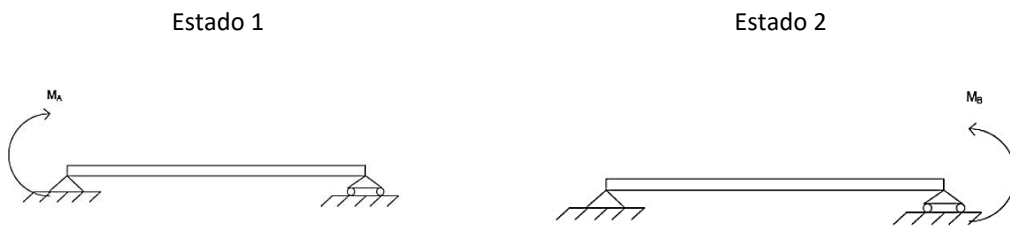


IMAGEN 21. "MÉTODO DE SUPERPOSICIÓN."

Se calculan las reacciones y el diagrama de momento en cada estado:

Estado 1

Estado 2



IMAGEN 22. "DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTORES."

Se aplica el método de la viga conjugada:

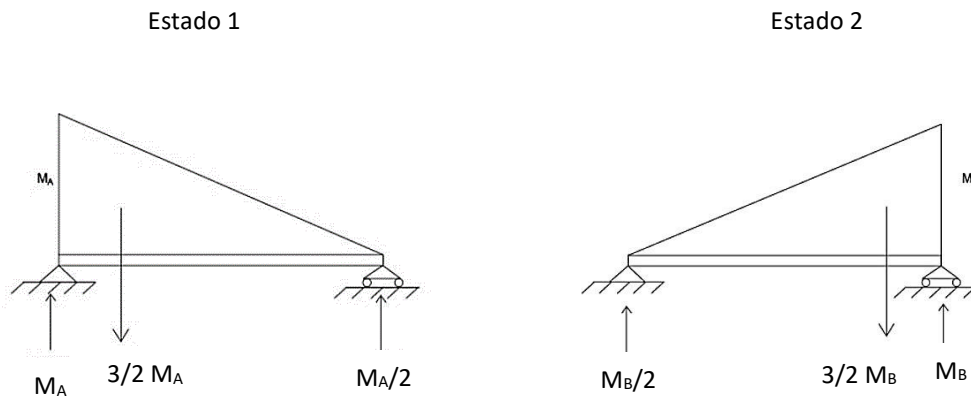


IMAGEN 23. "MÉTODO DE LA VIGA CONJUGADA."

Para hallar los esfuerzos, se aplica el método de áreas, hallando el área del rectángulo en el estado 2-3 y la de la parábola en el estado 1 (integrando) más el triángulo.

Por consiguiente, se halla el giro en el punto A y B:

$$\Theta_A = \frac{1}{EI} (M_A + M_B/2)$$

$$\Theta_B = \frac{1}{EI} (-M_A/2 - M_B)$$

Teniendo en cuenta la condición que se ha expuesto antes ($\Theta_{BII} = \Theta_{BI}$; $\Theta_A = 0$):

$$\Theta_{BII} = \frac{1}{EI} (4M_B + 2208,48)$$

$$\Theta_A = \frac{1}{EI} (M_A + M_B/2)$$

$$\Theta_{BI} = \frac{1}{EI} (-M_A/2 - M_B)$$

Se obtendrán los siguientes valores:

$$M_A = 276,06 \text{ mkN}$$

$$M_B = -552,12 \text{ mkN}$$

El negativo, significa que hemos supuesto en sentido contrario el giro. Aplicando estática hallamos las reacciones:

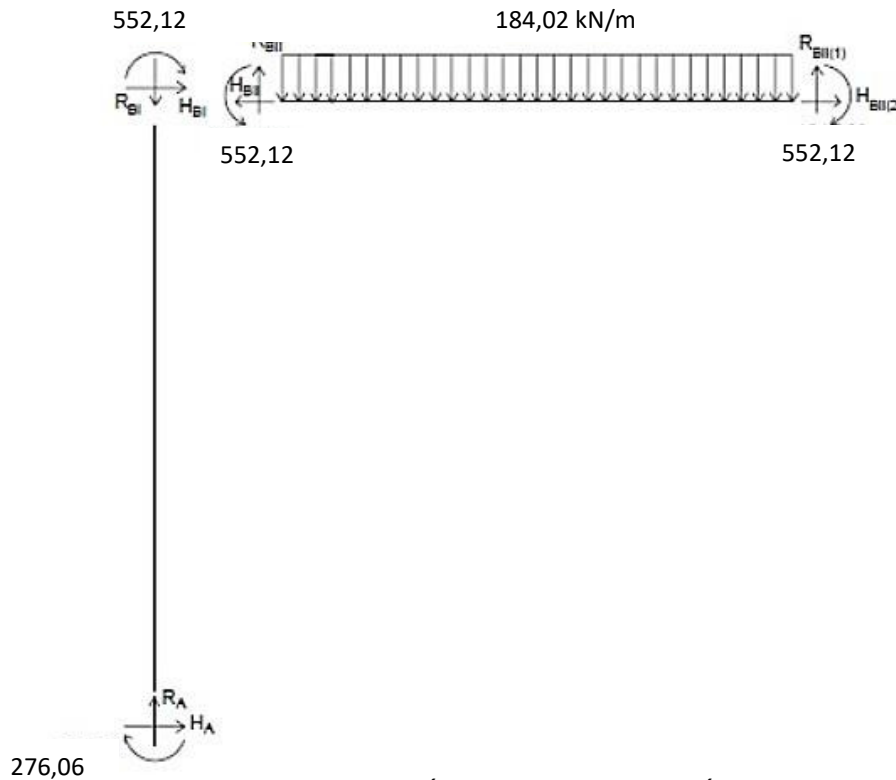


IMAGEN 24. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"

BARRA I

$$\sum F_H = 0 \rightarrow H_A - H_{BI} = 0$$

$$\sum F_V = 0 \rightarrow R_A - R_{BI} = 0 \rightarrow R_A = R_{BI}$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow 276,06 + 552,12 + H_{BI} \times 3 = 0 \rightarrow H_{BI} = -276,06 \text{ kN}$$

BARRA II

$$\sum M_C = 0 \rightarrow 552,12 + R_{BII} \times 8 - 552,12 - 184,02 \times 8 \times 4 = 0$$

$$R_{BII} = 736,09 \text{ kN}$$

$$R_{BII} = R_{BI} = R_A = 736,09 \text{ kN}$$

Con este método, ya conocemos las reacciones en el punto A, al ser simétrico el pórtico, las reacciones en el punto D (pilar izquierdo) serán las mismas.

A continuación, para el predimensionamiento de los pilares de hormigón no existe un método concreto, por ello, se ha tomado como referencia el método de Nilson y Winter

Método de Nilson y Winter

Este método es una aproximación para el dimensionamiento, siendo necesario conocer la fuerza axial que actúa sobre el pilar (N_x). Para columnas interiores, donde el incremento de momento no es apreciable se considera un aumento de 10% siendo suficiente, y para columnas exteriores un incremento del 50% del área.

La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$A_c = \text{incremento} \cdot \frac{P_u}{\Phi \cdot f'c}$$

Donde:

$P_u \rightarrow$ carga axial del pilar

$\Phi \rightarrow$ factor de minoración de resistencia, $\Phi = 0,65$ para columnas con estribos y $\Phi = 0,70$ para columnas con zunchos.

$F'c \rightarrow$ coeficientes de resistencia del material de hormigón armado.

Como el hormigón en los pilares va a ser se HA-35,

$$F'c = 23,33 \text{ N/mm}^2 = 233,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_u = 736,09 \text{ kN} = 73609 \text{ kg}$$

$$\Phi = 0,65$$

$$A_c = 1,10 \cdot \frac{73609}{0,65 \cdot 233,3} = 533,944 \text{ cm}^2$$

$b = \sqrt{A_c} = \sqrt{533,944} = 23,11 \text{ cm} \rightarrow$ por lo que se incrementa las dimensiones a pilares de 30 x 30 cm. En este proyecto las dimensiones de los pilares son de 60 x 40 cm, por lo que cumple con el predimensionamiento.

Método de Arnal y Epelboim

$$A_c = \frac{P_u}{\alpha \cdot \Phi \cdot f'c}$$

Siendo:

$P_u \rightarrow$ carga axial del pilar

$\Phi \rightarrow$ factor de minoración de resistencia, $\Phi = 0,65$ para columnas con estribos y $\Phi = 0,70$ para columnas con zunchos.

$F'c \rightarrow$ coeficientes de resistencia del material de hormigón armado.

$\alpha =$ factor según la posición de la columna, esquina: 0,30, borde: 0,25 y central: 0,28.

$$A_c = \frac{73609}{0,28 \cdot 0,65 \cdot 233,3} = 1733,58 \text{ cm}^2$$

$b = \sqrt{A_c} = \sqrt{1733,58} = 41,63 \text{ cm} \rightarrow$ por lo que se incrementa las dimensiones a pilares de 50 x 50 cm.

Por tanto, con estos dos métodos comprobamos que los pilares dimensionados en el apartado anterior cumplen las solicitaciones impuestas por el CTE para este tipo de edificación.

10.4. PREDIMENSIONAMIENTO MANUAL DE ZAPATAS

Una vez comprobado que los pilares se aproximan a lo dimensionado por Cype. Se comprobará el dimensionamiento de la zapata, cogeremos el pilar mayor de 50x50cm. Por ello para saber los esfuerzos que tendrá la zapata habrá que tenerlo en cuenta en la estática, por ello se plantea otra vez.

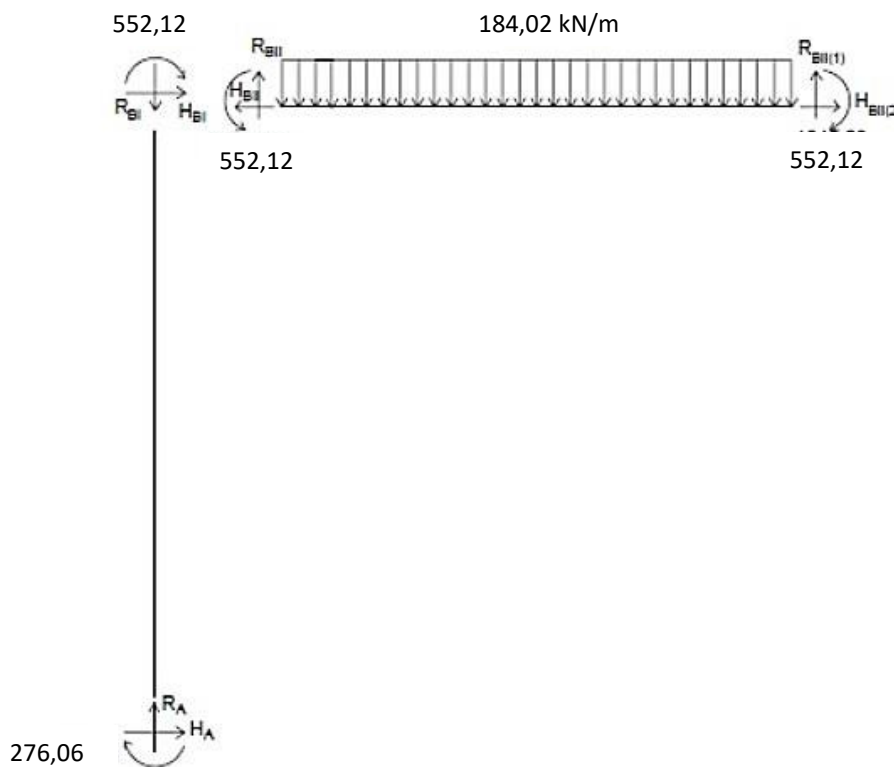


IMAGEN 25. "ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA DE CÁLCULO"

Se aplica el peso propio:

P.p (0,5 x 0,5 x 24,5 x 3) = 18,375 kN. se obtiene que la reacción que cambia será el esfuerzo axial, quedando un valor de N=738,50 kN, el momento y el cortante se mantiene con sus valores M=552,12 mkN, V=276,06 kN.

Para el predimensionamiento de las zapatas aplicamos la normativa EHE-08:

Primero se calcula β . (Del "Anejo 4. Geología y Geotecnia) Sabemos que la tensión admisible del terreno es $\sigma_{adm} = 5 \text{ kp/cm}^2 = 500 \text{ kN/m}^2$.

$$\beta = \frac{14 - 0,02 \theta_{adm}}{100} = 0,04$$

Como tenemos un momento aplicado, se tendrá que calcular la excentricidad (e) cuya formula es la siguiente:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{552,12}{738,50} = 0,747 \text{ m}$$

Habrà que tener en cuenta para el cálculo la excentricidad y se realiza el cálculo por tanteo. Se supone un lado de zapata de a = 2 metros, y se comprueba si resiste la tensión del terreno con estas dimensiones:

$$\eta = \frac{e}{a} = \frac{0,747}{2} = 0,37 \sim 0,40$$

$$\frac{738,50 \cdot [1 + (3 \cdot 0,4)] \cdot (1 + 0,04)}{2^2} = 422,422 \text{ kN/m}^2 < \theta_{adm} = 500 \text{ kN/m}^2. \text{ (Cumple)}$$

Ahora se procede a calcular el canto de la zapata:

$$\theta_t = \frac{N_d}{a \cdot b} = \frac{1920,1}{2^2} = 480,025 \text{ kN/m}^2$$

Donde:

$$N_d = N \cdot (1 + 4 \eta) = 738,50 \cdot (1 + 4 \cdot 0,4) = 1920,1 \text{ kN}$$

$$a = b = 2 \text{ m}$$

Por lo que el vuelo será:

$$v = \frac{a - a_0}{2} = \frac{2 - 0,5}{2} = 0,75 \text{ m}$$

$$d = \frac{\theta_t \cdot 1,1}{\theta_t + 370} = \frac{480,025 \cdot 1,1}{480,025 + 370} = 0,62 \text{ m} \sim 0,65 \text{ m}$$

Por tanto, se comprueba si cumple aplicando la verdadera excentricidad, teniendo en cuenta el cortante.

$$e = \frac{M + (V \cdot h)}{N + P} = \frac{552,12 + (276,06 \cdot 0,65)}{738,50 + (2 \cdot 2 \cdot 0,65)} = 0,987$$

$$\eta = \frac{e}{a} = \frac{0,987}{2} = 0,49 \sim 0,50$$

$$\frac{738,50 \cdot [1 + (3 \cdot 0,5)] \cdot (1 + 0,04)}{2^2} = 480,025 \text{ kN/m}^2 < \theta_{adm} = 500 \text{ kN/m}^2. \text{ (Cumple)}$$

A continuación, se determina si la zapata es rígida o flexible:

$$V = 0,75 \text{ m}$$

$$H = 0,65 \text{ m}$$

$V = 2h \rightarrow v = 2 \cdot 0,65 = 1,3\text{m}$. se puede decir que la zapata es rígida y por tanto, se utilizara el método de bielas y tirantes para resolverlo.

$$f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,782 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$T_d = \frac{N_d}{(6,8 d)} \cdot (a - a_0) = A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{1920,1}{(6,8 \cdot 0,65)} \cdot (2 - 0,5) = A_s \cdot 434,782 \cdot 10^3$$

$$651,617 = A_s \cdot 434,782 \cdot 10^3$$

$$A_s = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 15 \text{ cm}^2$$

Por tanto, las cuantías mínimas serán las siguientes:

$$A_c \geq \frac{0,04 \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,04 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 23,33}{434,783} = 2,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 21,46 \text{ cm}^2$$

Se escoge el mayor de las tres áreas y se obtiene el número de barras necesarias:

Se comprueba con armaduras de $\Phi 12$:

$$\text{N}^\circ \text{ barras} = A_s / A_c = 19 \rightarrow \mathbf{20 \Phi 12}$$

Se comprueba utilizando armaduras de $\Phi 16$:

$$\text{N}^\circ \text{ barras} = A_s / A_c = 10,67 \rightarrow \mathbf{11 \Phi 16}$$

Visto esto, se escogerán armaduras de **$\Phi 16$** .

Por ultimo, se realiza la comprobación del esfuerzo cortante (cortante $V_u > V_d$):

$$V_{cu} = [0,12 \xi (100 \cdot \rho_t \cdot f_{ck})^{1/3}] b \cdot d = 602,76 \text{ kN}$$

Donde:

$$\xi = 1 + \frac{\sqrt{200}}{d} = 22,75$$

$$\rho_t = A_c / b \cdot d < 0,02 \rightarrow t = 0,0021$$

$$V_d = \theta_t \{ b [(a - a_0/2) - d] \} = 408,021 \text{ kN}$$

$$602,76 > 408,021 \text{ kN} \rightarrow \mathbf{Cumple} \text{ ante el esfuerzo cortante.}$$

Con esto se comprueba tanto los pilares P1-P2-P3-P4 y sus zapatas correspondientes. Hay que tener en cuenta, que en algunos puntos de dicho cálculo se ha predimensionado con valores mayores a los reales existentes, debido a que siempre se ha hecho a favor de la seguridad.

10.5. CALCULO MANUAL DE LA VIGA TIPO

El cálculo del dimensionamiento de una viga se realiza de manera manual teniendo como referencia la normativa EHE-08.

Para el dimensionamiento se puede considerar un canto óptimo en cuanto a rendimiento mecánico aquel que esté comprendido entre 1/10 y 1/12 de la longitud o luz de la viga, considerando que no se sobrepase los 70 cm. Por tanto, la luz de la viga más desfavorable en todo el aparcamiento es de 8 metros, se realiza el cálculo con esta:

$$8 / 10 = 0,80 \text{ m} = 80 \text{ cm}$$

$$8 / 12 = 0,66 \text{ m} = 66 \text{ cm}$$

Con estos valores, se decide elegir una altura de 75cm, el canto de la viga será de 35cm debido a que los pilares en los que se apoyará serán de 60x40 cm ya que están embebidos en el muro.

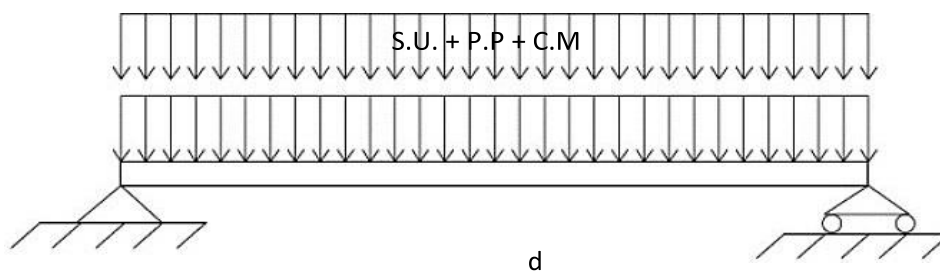
Según los datos obtenidos por el CTE y aplicando la distancia entre pórtico, que en este caso será de 8 metros:

$$\text{Peso Propio (PP): } 8,5 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 68 \text{ kN/m}$$

$$\text{Cargas Muertas (CM): } 3 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 24 \text{ kN/m}$$

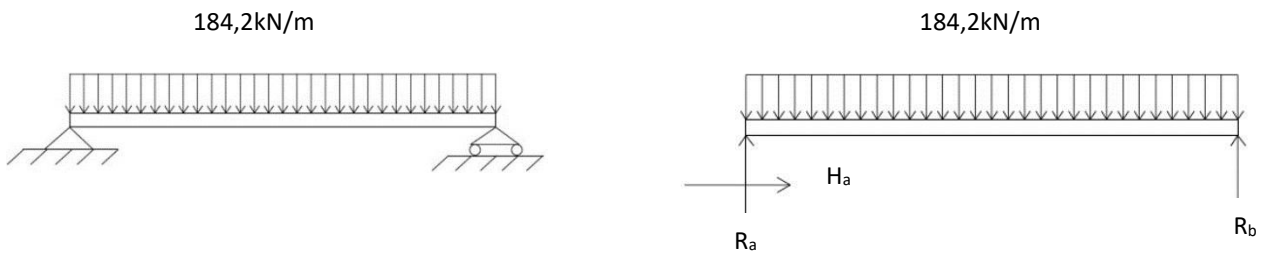
$$\text{Sobre carga de Uso (SU): } 5 \text{ kN/m}^2 \times 8 \text{ m} = 40 \text{ kN/m}$$

- **VIGA 1 (d = 8 metros)**



Se realiza la hipótesis más desfavorable, considerando los coeficientes de seguridad de los materiales cogidos en la EHE-08 art.14 tabla 15.3 "Coeficientes parciales de seguridad de los materiales para los E.L.U." como ya se ha realizado anteriormente.

$$q_d = 1,35 \times (68+24) + 1,5 \times 40 = 184,2 \text{ kN/m}$$



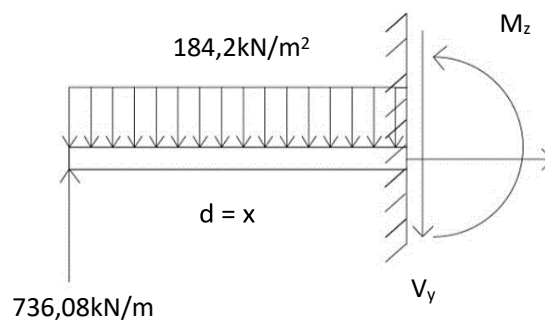
A continuación, se calculan las reacciones:

$$R_A = 736,8 \text{ kN}$$

$$R_B = 736,8 \text{ kN}$$

$$H_A = 0 \text{ kN}$$

Se realiza un corte, para calcular el momento máximo:



$$M_z = 736,08 x - 92,01 x^2 \rightarrow \text{si tenemos } (x=4\text{m}) \rightarrow M_z = 1472,16 \text{ mkN}$$

Por lo que el momento de calculo $M_d = 1472,16 \text{ mkN}$.

A continuación, se calculará el armado de la viga, sabiendo que los datos que se utilizan son los siguientes:

Hormigón \rightarrow HA-35/P/20/IIa

Acero \rightarrow B500S

$$f_{cd} = 35/1,5 = 23,3 \text{ N/mm}^2 = 23,3 \cdot 10^3 \text{ KN/m}^2$$

$$f_{yd} = 500/1,15 = 434,70 \text{ N/mm}^2 = 434,70 \cdot 10^3 \text{ KN/m}^2$$

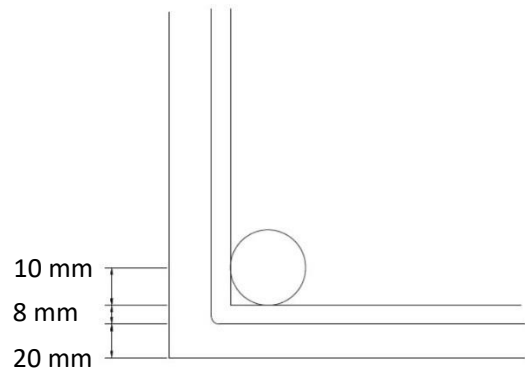
Para el cálculo del recubrimiento nominal se emplea la fórmula de la EHE-08 del art. 37.2.4:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r = 25 + 0 = 25 \text{ cm}$$

$$d_1 = r_{\text{nom}} + \phi_t + \frac{\phi_L}{2} = 25 + 8 + 20/2 = 43 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 43 = 557 \text{ mm} = 0,557 \text{ m}$$

$$b = 400 \text{ mm} = 0,4 \text{ m}$$



se realiza la primera HIPOTESIS, donde todas entran en una fila:

$$\mu_d = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\mu_d = \frac{1472,16}{0,4 \cdot 0,557^2 \cdot 23,3 \cdot 10^3} = 0,5091 > 0,25 \rightarrow \text{Necesitaría armadura de compresión}$$

Entrando en la tabla universal de flexión simple o compuesta con el valor de $\mu_d = 0,5091$ nos dan los siguientes valores:

$$\xi = 0,9844$$

$$\omega_2 = 0,6774$$

$$\omega_2 = \frac{\mu_d - 0,252}{1 - \delta_2} = \frac{0,5091 - 0,252}{1 - 0,0736} = 0,0259$$

$$\delta_2 = \frac{d_2}{d} = \frac{(25 + 8 + 16/2)}{557} = 0,0736$$

$$\omega_1 = \omega_2 + 0,31 = 0,0259 + 0,31 = 0,335$$

$$0,335 = \frac{A_1 \cdot 434,7 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,557 \cdot 23,33 \cdot 10^3} = 4,016 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 40,16 \text{ cm}^2$$

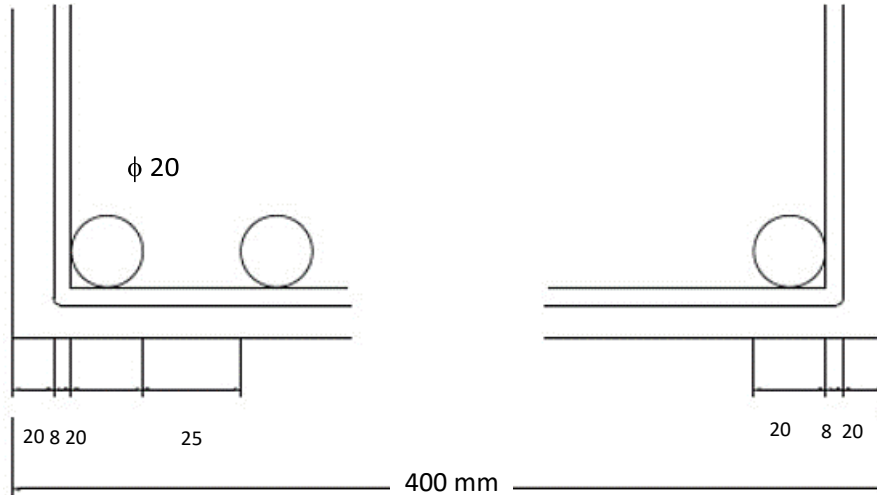
$$40,16 \text{ cm}^2 = \frac{n \cdot \pi \cdot 2^2}{4} \rightarrow n = 13 \text{ barras de tracción}$$

$$0,0259 = \frac{A_2 \cdot 434,7 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,557 \cdot 23,33 \cdot 10^3} = 3,093 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,09 \text{ cm}^2$$

$$3,09 \text{ cm}^2 = \frac{n \cdot \pi \cdot 6^2}{4} \rightarrow n = 2 \text{ barras de compresión}$$

Se comprueba si entran las barras:

$$s\phi_{16} \geq \max \{2 \text{ cm}, 2 \text{ cm}, 1,25 \times 2\} = 2,5 \text{ cm}$$



$400 - 2(25+8) = n \cdot 20 + 25 \cdot (n-1) \rightarrow 8 \text{ barras} \rightarrow$ por lo que **no entran las de tracción**

2 HIPOTESIS \rightarrow dos filas

$$d_1 = r_{\text{nom}} + \phi_t + \frac{\phi_L}{2} + \frac{S_{\text{max}}}{2} = 25 + 8 + 20/2 + 25/2 = 55,5 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 43 = 544,5 \text{ mm} = 0,544 \text{ m}$$

$$\mu_d = \frac{1472,16}{0,4 \cdot 0,544^2 \cdot 23,3 \cdot 10^3} = 0,533 > 0,25 \rightarrow \text{Necesitaría armadura de compresión}$$

Entrando en la tabla universal de flexión simple o compuesta con el valor de $\mu_d = 0,533$ nos dan los siguientes valores:

$$\xi = 0,9844$$

$$\omega_2 = 0,6774$$

$$\omega_2 = \frac{\mu_d - 0,252}{1 - \delta_2} = \frac{0,533 - 0,252}{1 - 0,075} = 0,0303$$

$$\delta_2 = \frac{d_2}{d} = \frac{(25 + 8 + 16/2)}{544} = 0,075$$

$$\omega_1 = \omega_2 + 0,31 = 0,0303 + 0,31 = 0,34$$

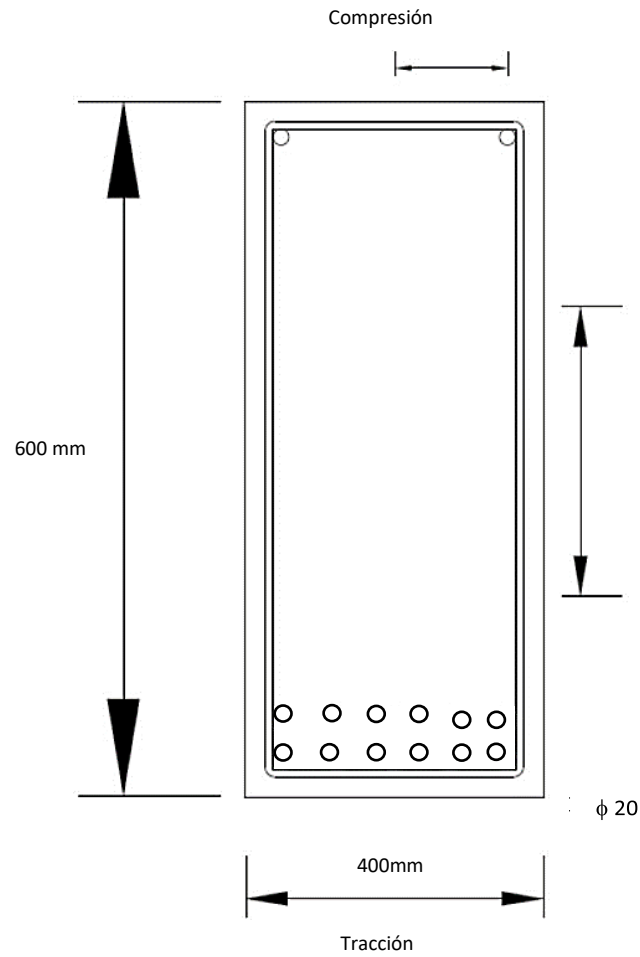
$$0,34 = \frac{A_1 \cdot 434,7 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,544 \cdot 23,33 \cdot 10^3} = 3,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 39,7 \text{ cm}^2$$

$$39,7 \text{ cm}^2 = \frac{n \cdot \pi \cdot 2^2}{4} \rightarrow n = 12 \text{ barras de tracción}$$

$$0,0303 = \frac{A_2 \cdot 434,7 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 0,544 \cdot 23,33 \cdot 10^3} = 3,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,53 \text{ cm}^2$$

$$3,53 \text{ cm}^2 = \frac{n \cdot \pi \cdot 6^2}{4} \rightarrow n = 2 \text{ barras de compresión}$$

Para las otras vigas, la luz es menor de 8 metros, pero el esquema de las armaduras será el mismo.



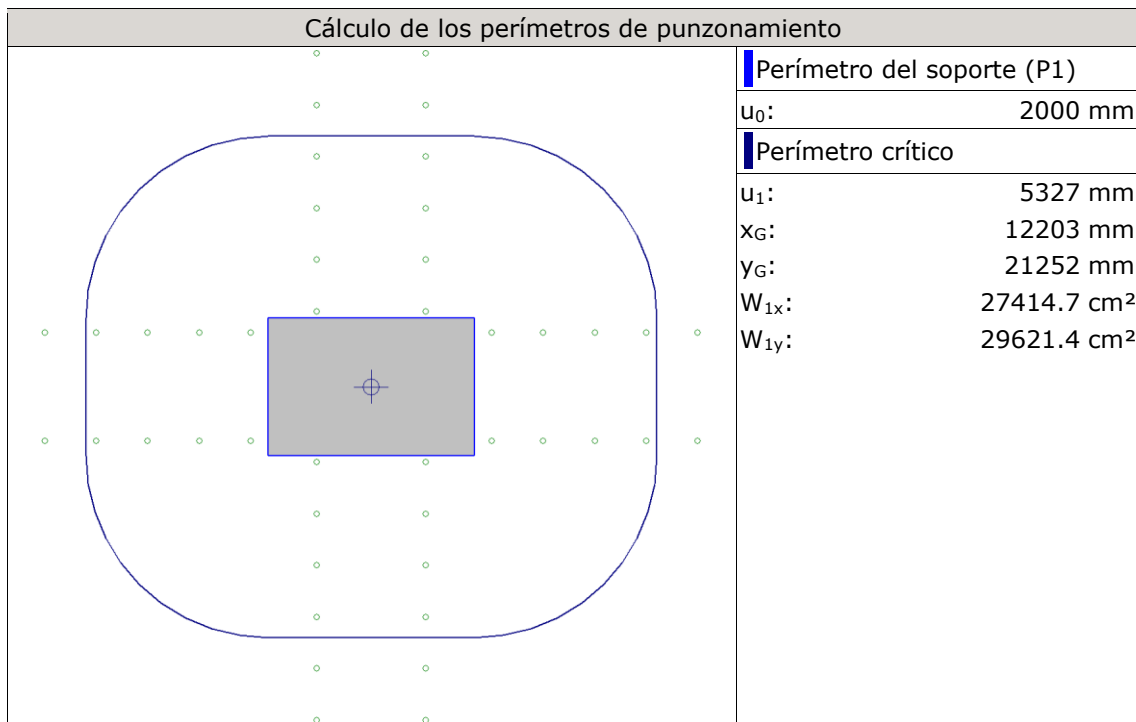
10.6. ESTADO LÍMITE DE AGOTAMIENTO FRENTE A PUNZONAMIENTO

El punzonamiento es un efecto que se produce principalmente en elementos bidimensionales que trabajan en flexión dominante (forjados, solados y en menor medida vigas anchas), en el que un soporte vertical (pilar o columna) al transmitir esfuerzos axiales excesivamente concentrados sobre el elemento flexionado produce fisuras excesivas por tracción. Algunas tipologías de edificios, como pilares sin capiteles adecuados o ensanchamientos en sus bases pueden conducir bajo condiciones de sismo un efecto de punzonamiento en que el pilar se clava en el elemento bidimensional, rompiendo el forjado.

En el caso estudiado, es necesario la colocación de refuerzos en el encuentro entre el pilar y el forjado reticular atendiendo las comprobaciones establecidas por la normativa EHE-08- Art.46. Debido a las tensionales tangenciales existente en la zona estudiada.

- **Pilar tipo 1**

1.- DESCRIPCIÓN



2.- COMPROBACIONES

2.1.- Perímetro del soporte (P1)

2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C).

Se debe satisfacer:

$$2.01 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{2.01} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,max}$: Tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{sd} : \underline{2.01} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{865.13} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.23}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{-119.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{69.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{-119.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{69.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl : Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

u_0 : Perímetro crítico de comprobación de la zona adyacente al soporte o carga (EHE-08, 46.4.3).

$$u_0 : \underline{2000} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{1cd} : \text{Resistencia a compresión del hormigón} \quad f_{1cd} : \underline{10.00} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$f_{ck} : \text{Resistencia característica a compresión del hormigón.} \quad f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} : \text{Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.} \quad f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

2.2.- Perímetro crítico (P1)

2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C).

Se debe satisfacer:

$$0.75 \text{ N/mm}^2 \leq 0.78 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\tau_{sd} : \text{Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.} \quad \tau_{sd} : \underline{0.75} \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{rd,cs} : \text{Tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.} \quad \tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{sd} : \underline{0.75} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$F_{sd} : \text{Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.} \quad F_{sd} : \underline{865.13} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.23}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{-119.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{69.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{-119.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{69.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl : Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.1):

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$\tau_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.50}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.87}$$

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0045}$$

Donde:

ρ_x : Cuantía en la dirección X. $\rho_x : \underline{0.0031}$
 ρ_y : Cuantía en la dirección Y. $\rho_y : \underline{0.0065}$
 σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de $\sigma'_{cd,max}$.
 $\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$
 $\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$
 f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón. $f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$

A_{sw} : Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.
 s : Distancia en dirección radial entre dos perímetros concéntricos de armadura.
 α : Ángulo entre la armadura de punzonamiento y el plano de la losa.

Referencia	A_{sw} (mm ²)	s (mm)	α (grados)	A_{sw}/s (cm ² /m)
refuerzo1	201	150	90.0	13.4
refuerzo1	201	150	90.0	13.4

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_{α} , no mayor que 400 N/mm². $f_{y\alpha,d} : \underline{400.00} \text{ N/mm}^2$
 u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2). $u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$

2.3.- Armadura de refuerzo (P1)

2.3.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

142 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 . $s_{min} : \underline{20} \text{ mm}$

$s_1 : \underline{20} \text{ mm}$

$s_2 : \underline{19} \text{ mm}$

$s_3 : \underline{8} \text{ mm}$

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido. $d_a : \underline{15} \text{ mm}$

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal. $\emptyset_{max} : \underline{8} \text{ mm}$

	d_l (mm)	s_{min} (mm)	\varnothing_{max} (mm)	
refuerzo1	142	20	8	✓
refuerzo1	142	20	8	✓

2.3.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento

La distancia entre la cara del soporte o área cargada y el primer refuerzo de punzonamiento no puede ser mayor que s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$50 \text{ mm} \leq 133 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

$$s_{max} : \underline{133} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos

La distancia d_l entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos debe ser, como máximo, igual a s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$150 \text{ mm} \leq 199 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

$$s_{max} : \underline{199} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral

La distancia d_l entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral no puede ser mayor que s_{max} (UNE-EN 1992-1-1:2010, 9.4.3):

$$316 \text{ mm} \leq 398 \text{ mm} \quad \checkmark$$

Donde:

$$s_{max} : \underline{398} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

- Pilar tipo 2

1.- DESCRIPCIÓN



2.- COMPROBACIONES

2.1.- Perímetro del soporte (P2)

2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C).

Se debe satisfacer:

$$2.07 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{2.07} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,max}$: Tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{sd} : \underline{2.07} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{890.39} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.23}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{-132.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{-62.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{-132.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{-62.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl : Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

u_0 : Perímetro crítico de comprobación de la zona adyacente al soporte o carga (EHE-08, 46.4.3).

$$u_0 : \underline{2000} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{10.00} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

2.2.- Perímetro crítico (P2)

2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$0.78 \text{ N/mm}^2 \leq 0.78 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,cs}$: Tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{sd} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{890.39} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.23}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{-132.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{-62.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{-132.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{-62.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.1):

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$\tau_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.50}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.87}$$

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0042}$$

Donde:

ρ_x : Cuantía en la dirección X.

$$\rho_x : \underline{0.0031}$$

ρ_y : Cuantía en la dirección Y.

$$\rho_y : \underline{0.0056}$$

σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de $\sigma'_{cd,max}$.

$$\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

A_{sw}: Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.

s: Distancia en dirección radial entre dos perímetros concéntricos de armadura.

α : Ángulo entre la armadura de punzonamiento y el plano de la losa.

Referencia	A_{sw} (mm ²)	s (mm)	α (grados)	A_{sw}/s (cm ² /m)
refuerzo1	201	150	90.0	13.4
refuerzo1	201	150	90.0	13.4

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_{α} , no mayor que 400 N/mm².

$f_{y\alpha,d}$: 400.00 N/mm²

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2). **u_1** : 5327 mm

2.3.- Armadura de refuerzo (P2)

2.3.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

142 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_{min} : 20 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 19 mm

s_3 : 8 mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

d_a : 15 mm

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

\emptyset_{max} : 8 mm

	d_l (mm)	s_{min} (mm)	\emptyset_{max} (mm)	
refuerzo1	142	20	8	✓
refuerzo1	142	20	8	✓

2.3.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento

La distancia entre la cara del soporte o área cargada y el primer refuerzo de punzonamiento no puede ser mayor que s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$50 \text{ mm} \leq 133 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$$s_{\max} : \underline{133} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos

La distancia d_t entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos debe ser, como máximo, igual a s_{\max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$150 \text{ mm} \leq 199 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$$s_{\max} : \underline{199} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral

La distancia d_t entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral no puede ser mayor que s_{\max} (UNE-EN 1992-1-1:2010, 9.4.3):

$$316 \text{ mm} \leq 398 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

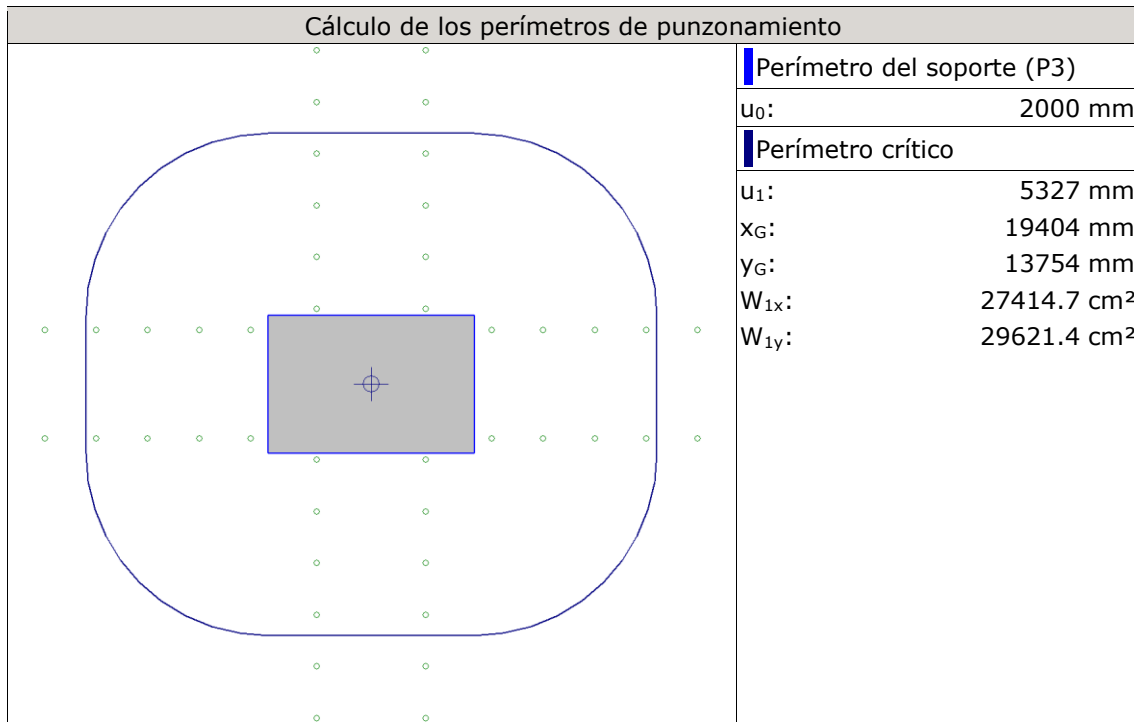
$$s_{\max} : \underline{398} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

- Pilar tipo 3

1.- DESCRIPCIÓN



2.- COMPROBACIONES

2.1.- Perímetro del soporte (P3)

2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$2.00 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{2.00} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,max}$: Tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{sd} : \underline{2.00} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{877.43} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.21}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x , respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{118.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y , respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{-61.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x , respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{118.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y , respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{-61.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

d_l : Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde d_l hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde d_l hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

u_0 : Perímetro crítico de comprobación de la zona adyacente al soporte o carga (EHE-08, 46.4.3).

$$u_0 : \underline{2000} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{10.00} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

2.2.- Perímetro crítico (P3)

2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$0.75 \text{ N/mm}^2 \leq 0.78 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{0.75} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,cs}$: Tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{sd} : \underline{0.75} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{877.43} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.21}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{118.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{-61.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{118.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{-61.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.1):

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$\tau_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.50}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.87}$$

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0066}$$

Donde:

ρ_x : Cuantía en la dirección X.

$$\rho_x : \underline{0.0059}$$

ρ_y : Cuantía en la dirección Y.

$$\rho_y : \underline{0.0073}$$

σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de $\sigma'_{cd,max}$.

$$\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd}: Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

A_{sw}: Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.

s: Distancia en dirección radial entre dos perímetros concéntricos de armadura.

α : Ángulo entre la armadura de punzonamiento y el plano de la losa.

Referencia	A_{sw} (mm ²)	s (mm)	α (grados)	A_{sw}/s (cm ² /m)
refuerzo1	201	150	90.0	13.4
refuerzo1	201	150	90.0	13.4

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_{α} , no mayor que 400 N/mm².

$f_{y\alpha,d}$: 400.00 N/mm²

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2). **u_1** : 5327 mm

2.3.- Armadura de refuerzo (P3)

2.3.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

142 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_{min} : 20 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 19 mm

s_3 : 8 mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

d_a : 15 mm

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

\emptyset_{max} : 8 mm

	d_l (mm)	s_{min} (mm)	\emptyset_{max} (mm)	
refuerzo1	142	20	8	✓
refuerzo1	142	20	8	✓

2.3.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento

La distancia entre la cara del soporte o área cargada y el primer refuerzo de punzonamiento no puede ser mayor que s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

50 mm \leq 133 mm ✓

Donde:

$$s_{\max} : \underline{133} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos

La distancia d_l entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos debe ser, como máximo, igual a s_{\max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$150 \text{ mm} \leq 199 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$$s_{\max} : \underline{199} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral

La distancia d_l entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral no puede ser mayor que s_{\max} (UNE-EN 1992-1-1:2010, 9.4.3):

$$316 \text{ mm} \leq 398 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

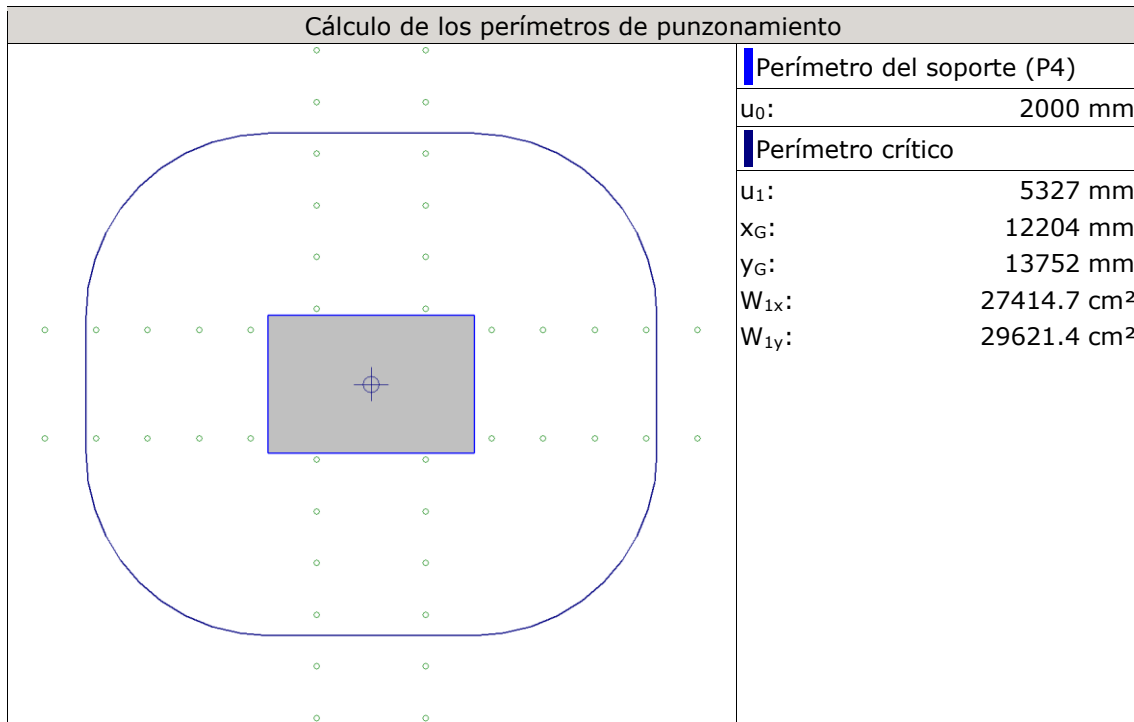
$$s_{\max} : \underline{398} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

- Pilar tipo 4

1.- DESCRIPCIÓN



2.- COMPROBACIONES

2.1.- Perímetro del soporte (P4)

2.1.1.- Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C).

Se debe satisfacer:

$$2.02 \text{ N/mm}^2 \leq 5.00 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{2.02} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,max}$: Tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{sd} : \underline{2.02} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{864.81} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.24}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{118.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{80.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{119.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{79.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

d_l : Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y : Distancia desde d_l hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x : Distancia desde d_l hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

u_0 : Perímetro crítico de comprobación de la zona adyacente al soporte o carga (EHE-08, 46.4.3).

$$u_0 : \underline{2000} \text{ mm}$$

d : Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente a punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.3):

$$\tau_{rd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{1cd} : Resistencia a compresión del hormigón

$$f_{1cd} : \underline{10.00} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

2.2.- Perímetro crítico (P4)

2.2.1.- Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Qa(C)$.

Se debe satisfacer:

$$0.76 \text{ N/mm}^2 \leq 0.78 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

Donde:

τ_{sd} : Tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico.

$$\tau_{sd} : \underline{0.76} \text{ N/mm}^2$$

$\tau_{rd,cs}$: Tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico.

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

La tensión tangencial nominal de cálculo en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.3):

$$\tau_{sd} : \underline{0.76} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

F_{sd} : Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.

$$F_{sd} : \underline{864.81} \text{ kN}$$

β : Coeficiente que tiene en cuenta los efectos de la excentricidad de la carga. Según EHE-08, comentarios al artículo 46.3, alternativamente puede utilizarse cualquier procedimiento que permita una evaluación más precisa de τ_{sd} , como el indicado en UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.4.3.

$$\beta : \underline{1.24}$$

k_x : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_y (dimensión en la dirección del eje y) y c_x (dimensión en la dirección del eje x) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_x : \underline{0.50}$$

k_y : Coeficiente que depende de la relación entre las dimensiones c_x (dimensión en la dirección del eje x) y c_y (dimensión en la dirección del eje y) del pilar (UNE-EN 1992-1-1:2010, Tabla 6.1).

$$k_y : \underline{0.65}$$

M_{xd} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{xd} : \underline{118.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{yd} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del perímetro crítico u_1 .

$$M_{yd} : \underline{80.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{xdp} : Momento de cálculo alrededor del eje x, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{xdp} : \underline{119.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{ydp} : Momento de cálculo alrededor del eje y, respecto al centro de gravedad del pilar.

$$M_{ydp} : \underline{79.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2).

$$u_1 : \underline{5327} \text{ mm}$$

$$W_{1x} : \underline{27414.7} \text{ cm}^2$$

dl: Elemento diferencial de longitud del perímetro crítico.

e_y: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{xd} .

$$W_{1y} : \underline{29621.4} \text{ cm}^2$$

e_x: Distancia desde dl hasta el eje alrededor del cual actúa el momento M_{yd} .

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

La tensión máxima resistente de una losa con armadura de punzonamiento en el perímetro crítico se obtiene mediante la siguiente expresión (EHE-08, 46.4.1):

$$\tau_{rd,cs} : \underline{0.78} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

$$\tau_{rd,c} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

con un valor mínimo de:

$$\tau_{rd,c,min} : \underline{0.64} \text{ N/mm}^2$$

Donde:

γ_c : Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.50}$$

ξ : Coeficiente que depende del canto útil 'd'.

$$\xi : \underline{1.87}$$

f_{ck} : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ N/mm}^2$$

ρ_l : Cuantía geométrica de la armadura longitudinal principal de tracción.

$$\rho_l : \underline{0.0061}$$

Donde:

ρ_x : Cuantía en la dirección X.

$$\rho_x : \underline{0.0058}$$

ρ_y : Cuantía en la dirección Y.

$$\rho_y : \underline{0.0065}$$

σ'_{cd} : Tensión axial media en la superficie crítica de comprobación (compresión positiva), con un valor máximo de $\sigma'_{cd,max}$.

$$\sigma'_{cd} : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma'_{cd,max} : \underline{5.00} \text{ N/mm}^2$$

f_{cd} : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ N/mm}^2$$

A_{sw} : Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.

s: Distancia en dirección radial entre dos perímetros concéntricos de armadura.

α : Ángulo entre la armadura de punzonamiento y el plano de la losa.

Referencia	A_{sw} (mm ²)	s (mm)	α (grados)	A_{sw}/s (cm ² /m)
refuerzo1	201	150	90.0	13.4
refuerzo1	201	150	90.0	13.4

$f_{y\alpha,d}$: Resistencia de cálculo de la armadura A_{α} , no mayor que 400 N/mm².

$f_{y\alpha,d}$: 400.00 N/mm²

u_1 : Perímetro crítico de punzonamiento (EHE-08, 46.2). **u_1** : 5327 mm

2.3.- Armadura de refuerzo (P4)

2.3.1.- Distancia libre entre dos barras aisladas consecutivas

La distancia libre d_l , horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a s_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

142 mm \geq 20 mm ✓

Donde:

s_{min} : Valor máximo de s_1, s_2, s_3 .

s_{min} : 20 mm

s_1 : 20 mm

s_2 : 19 mm

s_3 : 8 mm

Siendo:

d_a : Tamaño máximo del árido.

d_a : 15 mm

\emptyset_{max} : Diámetro de la barra más gruesa de la armadura transversal.

\emptyset_{max} : 8 mm

	d_l (mm)	s_{min} (mm)	\emptyset_{max} (mm)	
refuerzo1	142	20	8	✓
refuerzo1	142	20	8	✓

2.3.2.- Distancia entre la cara del soporte y el primer refuerzo de punzonamiento

La distancia entre la cara del soporte o área cargada y el primer refuerzo de punzonamiento no puede ser mayor que s_{max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

50 mm \leq 133 mm ✓

Donde:

$$s_{\max} : \underline{133} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.3.- Distancia entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos

La distancia d_l entre perímetros de refuerzo transversal consecutivos debe ser, como máximo, igual a s_{\max} (EHE-08, 46.5, Figura 46.5.b):

$$150 \text{ mm} \leq 199 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$$s_{\max} : \underline{199} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

2.3.4.- Distancia entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral

La distancia d_l entre dos refuerzos consecutivos en sentido perimetral no puede ser mayor que s_{\max} (UNE-EN 1992-1-1:2010, 9.4.3):

$$316 \text{ mm} \leq 398 \text{ mm} \checkmark$$

Donde:

$$s_{\max} : \underline{398} \text{ mm}$$

d: Canto útil de la losa.

$$d : \underline{265} \text{ mm}$$

11. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

La estructura del aparcamiento está compuesta por un sótano y tiene una forma trapecial. Está formada básicamente por lo siguiente:

- Muros por bataches: que serán aquellos que soporten los esfuerzos que les transmite el terreno.
- Cimentación superficial: estarán formadas por zapatas aisladas que irán apoyadas sobre el terreno y transmitirán a este todas las cargas de la edificación.
- Forjado reticular de casetones recuperables: estos soportarán las cargas permanentes y de uso, y la transmitirán a los muros perimetrales y a los pilares y estos, las trasladarán a las zapatas.
- Pilares y vigas de hormigón armado (esqueleto): estos soportarán las cargas de los forjados y la transmitirán a las zapatas.
- Rampas y escaleras.

A continuación, se describen cada uno de los elementos que contiene la estructura:

11.1 MUROS PERIMETRALES

Al ser una edificación bajo rasante (sótano), es necesario realizar un vaciado o excavación de la parcela donde se van a realizar las obras. Para ello, se ejecutarán muros por bataches que tengan un talud natural de 1:1 que cumpla con la normativa, que establece una distancia recomendada de talud para realizar dichos muros.

11.2 CIMENTACION

La cimentación del mencionado aparcamiento estará compuesta por una zapata corrida bajo el muro perimetral y zapatas aisladas bajo los pilares, con vigas de atado y arriostradas entre ellas, para así evitar los movimientos entre pilares. Las zapatas serán rectangulares de dimensiones 180 x 180x 65 cm. Las vigas de atado y centradoras serán 40 x 40 cm.

11.3 FORJADO

Como ya se ha comentado, el forjado más óptimo para realizar el aparcamiento es un forjado reticular de casetones recuperables. Dicho forjado tiene un espesor de 35 cm.

11.4 PILARES Y VIGAS

La estructura del aparcamiento está formada por 198 pilares de 40x60 cm. Estos, están distribuidos de tal forma que no entorpezcan la distribución interior del aparcamiento y de las calles de circulación formando luces máximas de 7,5 metros.

11.5 RAMPAS

Se dispone de una rampa de acceso y salida para los vehículos diferenciada cumpliendo así la normativa vigente. Las rampas se prevén mediante zapatas aisladas y pilares interiores y sirven además de arriostramiento horizontal de los muros transmitiendo los empujes a los forjados y zapatas, de manera análoga a cómo actúan los forjados en el resto de la superficie.

11.6 ESCALERAS

Existen tres huecos de escaleras idénticas entre sí, donde dos de ellas tienen espacio para el ascensor. Las dimensiones de dichas escaleras cumplen con las impuestas por el CTE en el documento básico de "Seguridad de utilización y accesibilidad".

Existen tres huecos de escaleras y ascensor, idénticas entre sí, formado por una escalera de dos tiros entre cada planta, además de un hueco para el ascensor. Se diseña una sección tipo para los 3.06 metros iniciales hasta alcanzar la cota en la que arranca el suelo compactado, cumpliendo con las dimensiones impuestas por el CTE. A partir de este punto se resolverá el tramo restante con peldaños construidos en el terreno.

12. COMPROBACIONES E.L.U

12.1. NOTACIONES

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales

12.2. PILARES

P1

Sección de hormigón																
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Naturaliza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)	
Forjado Cubierta (-3 - 0 m)	60x40	Cabeza	Cumple	Cumple	42.8	57.0	57.0	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.19	12.19	7.04	-	4.32	7.66	Cumple
		-0.8 m	Cumple	Cumple	42.8	57.0	57.0	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.19	12.19	7.04	-	4.32	7.66	Cumple
		-2.4 m	Cumple	Cumple	42.8	57.0	57.0	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.19	12.19	7.04	-	4.32	7.66	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	42.3	39.7	42.3	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.38	-8.49	-4.63	-	4.32	7.66	Cumple
Cimentación	60x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	8.4	39.7	39.7	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.38	-8.49	-4.63	-	4.32	7.66	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)

P2

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Naturaliza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Forjado Cubierta (-3 - 0 m)	60x40	Cabeza	Cumple	Cumple	44.0	61.1	61.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.76	13.49	-6.36	4.13	8.25	Cumple
		-0.8 m	Cumple	Cumple	44.0	61.1	61.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.76	13.49	-6.36	4.13	8.25	Cumple
		-2.4 m	Cumple	Cumple	44.0	61.1	61.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.76	13.49	-6.36	4.13	8.25	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	43.5	41.1	43.5	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	92.95	-8.79	4.80	4.13	8.25	Cumple
Cimentación	60x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	8.7	41.1	41.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	92.95	-8.79	4.80	4.13	8.25	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)

P3

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Forjado Cubierta (-3 - 0 m)	60x40	Cabeza	Cumple	Cumple	45.0	54.9	54.9	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	89.44	-12.06	-6.31	4.65	-8.05	Cumple
		-0.8 m	Cumple	Cumple	45.0	54.9	54.9	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	89.44	-12.06	-6.31	4.65	-8.05	Cumple
		-2.4 m	Cumple	Cumple	45.0	54.9	54.9	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	89.44	-12.06	-6.31	4.65	-8.05	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	44.5	46.0	46.0	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	91.63	9.67	6.24	4.65	-8.05	Cumple
Cimentación	60x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	8.9	46.0	46.0	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	91.63	9.67	6.24	4.65	-8.05	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)

P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Apro v. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Forjado Cubierta (-3 - 0 m)	60x40	Cabeza	Cumple	Cumple	44.0	59.1	59.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.16	-12.14	8.12	4.46	7.86	Cumple
		-0.8 m	Cumple	Cumple	44.0	59.1	59.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.16	-12.14	8.12	4.46	7.86	Cumple
		-2.4 m	Cumple	Cumple	44.0	59.1	59.1	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	88.16	-12.14	8.12	4.46	7.86	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	43.5	40.8	43.5	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.34	9.09	-3.92	4.46	7.86	Cumple
Cimentación	60x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	8.7	40.8	40.8	G, Q ⁽²⁾	Q,N,M	90.34	9.09	-3.92	4.46	7.86	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa(C)

12.3.- VIGAS

3.1.- Forjado Cubierta

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{xSt}	TV _{ySt}	T,Geom.	T,Disp. _{sl}	T,Disp. _{st}	
B10 - B9	Cumple	Cumple	'10.397 m' η = 11.7	'5.330 m' η = 59.8	'10.930 m' η = 8.9	'10.930 m' η = 35.6	'10.930 m' η = 11.5	'4.530 m' Cumple	N.P. ⁽¹⁾	'10.930 m' η = 2.9	N.P. ⁽¹⁾	'10.930 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE η = 59.8
B11 - B8	Cumple	'0.000 m' Cumple	'10.400 m' η = 12.0	'5.333 m' η = 62.5	'10.933 m' η = 9.0	'10.933 m' η = 36.0	'10.933 m' η = 11.7	'4.533 m' Cumple	N.P. ⁽¹⁾	'10.933 m' η = 2.9	N.P. ⁽¹⁾	'10.933 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE η = 62.5
B10 - B11	Cumple	Cumple	'1.328 m' η = 18.1	'10.928 m' η = 89.5	'12.794 m' η = 13.6	'12.794 m' η = 54.3	'13.594 m' η = 13.9	'3.728 m' Cumple	N.P. ⁽¹⁾	'13.061 m' η = 5.5	N.P. ⁽¹⁾	'12.794 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE η = 89.5
B9 - B8	Cumple	Cumple	'9.059 m' η = 13.6	'10.926 m' η = 87.3	'12.792 m' η = 13.8	'12.792 m' η = 54.7	'13.592 m' η = 14.4	'11.726 m' Cumple	N.P. ⁽¹⁾	'13.059 m' η = 5.4	N.P. ⁽¹⁾	'12.792 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE η = 87.3

Notación:
 Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
 Arm.: Armadura mínima y máxima
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
 T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
 T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
 T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
 TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
 TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
 TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
 TV_{xSt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
 TV_{ySt}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
 T,Geom.: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.
 T,Disp._{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
 T,Disp._{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ_c	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
B10 - B9	x: 5.597 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B11 - B8	x: 5.6 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B10 - B11	x: 11.194 m Cumple	x: 11.194 m Cumple	x: 11.194 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 11.194 m Cumple	x: 5.328 m Cumple	Cumple	CUMPLE
B9 - B8	x: 11.192 m Cumple	x: 11.192 m Cumple	x: 11.192 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 11.192 m Cumple	x: 9.326 m Cumple	Cumple	CUMPLE
<p><i>Notación:</i> σ_c: Fisuración por compresión $W_{k,C,sup.}$: Fisuración por tracción: Cara superior $W_{k,C,lat.Der.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha $W_{k,C,inf.}$: Fisuración por tracción: Cara inferior $W_{k,C,lat.Izq.}$: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda σ_{sr}: Área mínima de armadura V_{fis}: Fisuración por cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p>								
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.</p>								

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/300$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
B10 - B9	$f_{i,Q}$: 1.63 mm $f_{i,Q,lim}$: 32.00 mm	$f_{T,max}$: 5.41 mm $f_{T,lim}$: 37.33 mm	$f_{A,max}$: 5.38 mm $f_{A,lim}$: 28.00 mm	CUMPLE
B11 - B8	$f_{i,Q}$: 1.66 mm $f_{i,Q,lim}$: 32.00 mm	$f_{T,max}$: 5.83 mm $f_{T,lim}$: 37.33 mm	$f_{A,max}$: 5.62 mm $f_{A,lim}$: 28.00 mm	CUMPLE
B10 - B11	$f_{i,Q}$: 6.35 mm $f_{i,Q,lim}$: 41.71 mm	$f_{T,max}$: 35.27 mm $f_{T,lim}$: 48.67 mm	$f_{A,max}$: 26.88 mm $f_{A,lim}$: 36.50 mm	CUMPLE
B9 - B8	$f_{i,Q}$: 6.23 mm $f_{i,Q,lim}$: 41.71 mm	$f_{T,max}$: 34.18 mm $f_{T,lim}$: 48.67 mm	$f_{A,max}$: 26.19 mm $f_{A,lim}$: 36.50 mm	CUMPLE

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 9- ABASTECIMIENTO DE AGUA SANITARIA

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. NORMATIVA	2
3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	2
3.1. <i>Acometida</i>	2
3.2. <i>Contador</i>	2
3.3. <i>Llave de abonado</i>	2
3.4. <i>Llave de corte</i>	2
3.5. <i>Llave de cuarto húmedo</i>	2
3.6. <i>Instalaciones particulares</i>	2
4. CALCULOS	3
4.1. <i>Bases de cálculo</i>	3
4.1.1. Redes de distribución	3
4.1.1.1. Condiciones mínimas de suministro	3
4.1.1.2.- Tramos	4
4.1.1.3. Comprobación de la presión	5
4.1.2. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales	6
4.1.3. Contadores	7
4.2. <i>Dimensionamiento</i>	7
4.2.1. Acometidas	7
4.2.2. Tubos de alimentación	7
4.2.3. Instalaciones particulares	8

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLA 1. "CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO"	3
TABLA 2. "DIÁMETRO MÍNIMOS DE DERIVACIONES. FUENTE CYPECAD"	6
TABLA 3. "DIÁMETRO MÍNIMOS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 4. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS ACOMETIDAS. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 5. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LOS TUBOS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE CYPECAD"	8
TABLA 6. "CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS INSTALACIONES PARTICULARES. FUENTE CYPECAD"	8
IMAGEN 1. " ACOMETIDA E INSTALACIÓN SEGÚN CTE."	3
IMAGEN 2. "DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES"	6

1. INTRODUCCIÓN

Este anejo expondrá las características del sistema de suministro de agua potable al edificio diseñado.

2. NORMATIVA

La normativa a seguir para el diseño del sistema de abastecimiento de agua del edificio viene recogida en el Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico de Higiene y Salubridad apartada cuatro. (CTE-DB-HS-4).

3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Se indicarán a continuación las partes que componen el circuito:

3.1. Acometida

Se trata de un elemento que sirve de unión entre la instalación propia del edificio con la red de distribución general de la empresa suministradora.

3.2. Contador

Situado en la parte exterior del edificio para poder llevar a cabo las inspecciones y controles oportunos, contará con un medidor de caudal, válvulas antiretorno, grifo de comprobación y filtro de limpieza.

3.3. Llave de abonado

La llave de abonado permitirá la apertura o cierre del circuito de suministro de agua, y deberá ser accesible para el personal de la empresa suministradora, por lo que se halla situada en el exterior del edificio, junto al contador.

3.4. Llave de corte

Se encuentra situadas aguas debajo de la llave de abonado, y permite al usuario del edificio cerrar el suministro de agua de todo el edificio. Tanto la llave de abonado como la de corte están formadas por sendas válvulas de corte de esfera.

3.5. Llave de cuarto húmedo

Este tipo de llave se encuentra en cada local en el que se encuentren puntos de consumo de agua, y permite cerrar el suministro de agua de una sala en particular, permitiendo el suministro al resto del edificio. Su colocación es necesaria para permitir reparaciones puntuales.

3.6. Instalaciones particulares

Componen este punto todos los conductos interiores que permiten transportar el agua hasta los distintos puntos de consumo del edificio. Están formadas por tubos de polietileno reticulado.

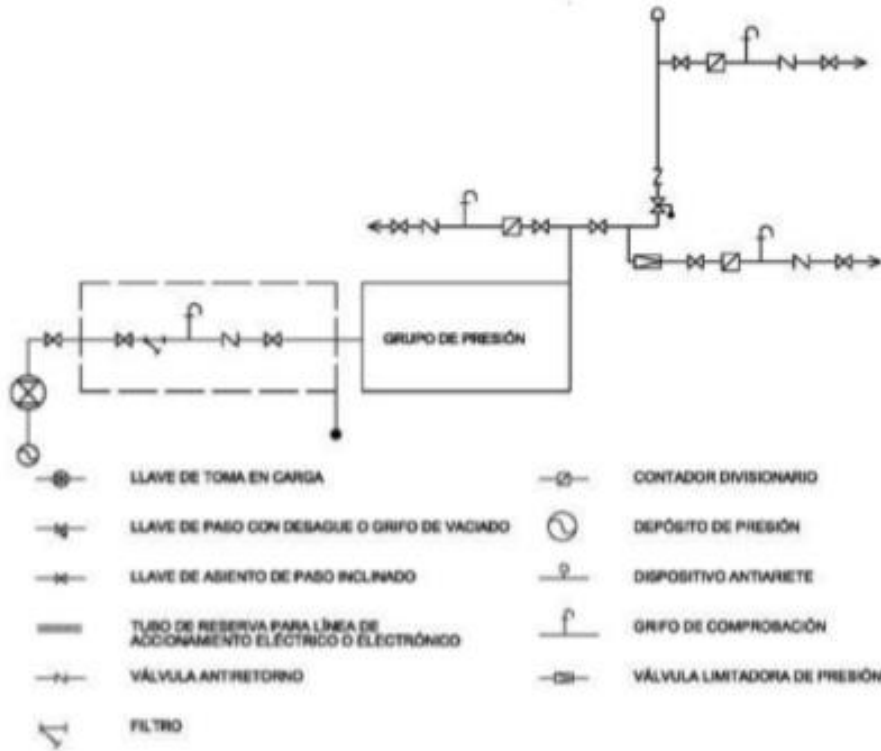


Imagen 1. "Acometida e instalación según CTE."

4. CALCULOS

Se indicarán en este apartado los cálculos realizados para el dimensionado de la red de suministro, realizando mediante el programa informático Cype Ingenieros 2017 en el módulo de instalaciones.

4.1. Bases de cálculo

4.1.1. Redes de distribución

4.1.1.1. Condiciones mínimas de suministro

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q_{\min} AF (m ³ /h)	Q_{\min} A.C.S. (m ³ /h)	P_{\min} (m.c.a.)
Lavabo con grifo monomando (agua fría)	0.36	-	12
Inodoro con cisterna	0.36	-	12
Abreviaturas utilizadas			
Q_{\min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P_{\min}	Presión mínima
Q_{\min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla 1. "Condiciones mínimas de suministro"

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 50 m.c.a.

4.1.1.2.- Tramos

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción

$$\lambda = 0,25 \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

siendo:

- ε: Rugosidad absoluta
- D: Diámetro [mm]
- Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga

$$J = f(Re, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

- Re: Número de Reynolds
- ε_r: Rugosidad relativa
- L: Longitud [m]
- D: Diámetro
- v: Velocidad [m/s]
- g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

Montantes e instalación interior

$$Q_e = 0,698 x (Q_t)^{0,5} - 0,12 (l / s)$$

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

- ✓ Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- ✓ Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - tuberías metálicas: entre 0.50 y 1.50 m/s.
 - tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 2.50 m/s.
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

4.1.1.3. Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- Se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.
- Se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

4.1.2. Derivaciones a cuartos húmedos y ramales

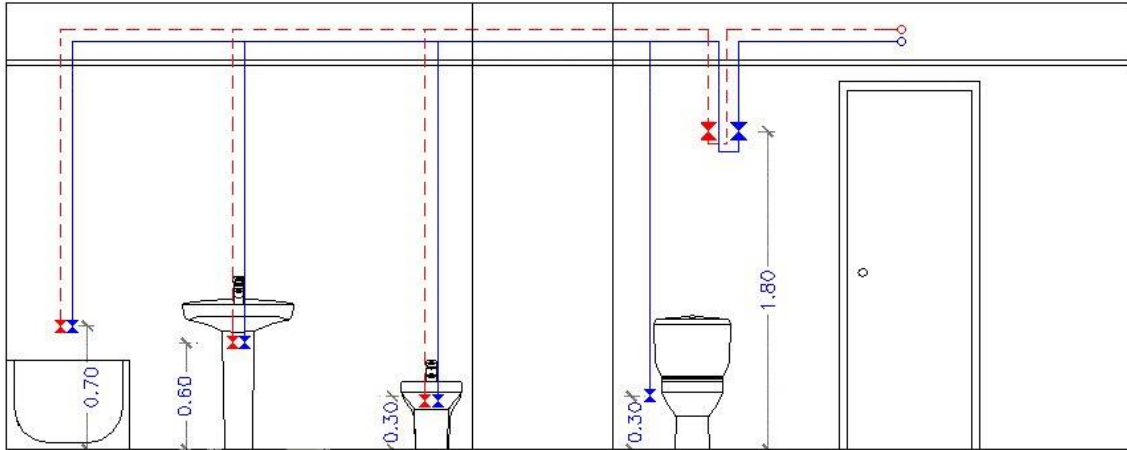


Imagen 2. "Derivaciones a cuartos húmedos y ramales"

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavabo con grifo monomando (agua fría)	---	16
Inodoro con cisterna	---	16

Tabla 2. "Diámetro mínimos de derivaciones. Fuente Cypecad"

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Distribuidor principal	1	25

Tabla 3. "Diámetro mínimos de alimentación. Fuente Cypecad"

4.1.3. Contadores

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

4.2. Dimensionamiento

4.2.1. Acometidas

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
1-2	22.79	27.34	2.88	0.63	1.82	-2.70	28.00	32.00	0.82	0.89	39.50	41.31
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

Tabla 4. "Cálculos hidráulicos de las acometidas. Fuente Cypecad"

4.2.2. Tubos de alimentación

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	20.86	25.03	2.88	0.63	1.82	2.40	21.70	20.00	1.36	2.94	37.31	31.47

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación													
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m^3/h)	K	Q (m^3/h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)	
Abreviaturas utilizadas													
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior					
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial					
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad					
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada					
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida					

Tabla 5. "Cálculos hidráulicos de los tubos de alimentación. Fuente Cypecad"

4.2.3. Instalaciones particulares

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según UNE-EN ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m^3/h)	K	Q (m^3/h)	h (m.c.a.)	D_{int} (m)	D_{com} (m)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	39.03	46.84	2.16	0.70	1.51	0.00	16.20	20.00	2.04	16.04	31.47	15.42
4-5	Instalación interior (F)	7.38	8.85	0.72	0.96	0.69	0.00	16.20	20.00	0.93	0.73	15.42	14.20
5-6	Cuarto húmedo (F)	2.44	2.93	0.72	0.96	0.69	0.00	12.40	16.00	1.59	0.89	14.20	13.30
6-7	Puntal (F)	6.57	7.89	0.36	1.00	0.36	-2.10	12.40	16.00	0.83	0.74	13.30	14.67
Abreviaturas utilizadas													
T_{tub}	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)						D_{int}	Diámetro interior					
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{com}	Diámetro comercial					
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						v	Velocidad					
Q_b	Caudal bruto						J	Pérdida de carga del tramo					
K	Coeficiente de simultaneidad						P_{ent}	Presión de entrada					
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{sal}	Presión de salida					
h	Desnivel												
Instalación interior: Llave de abonado (Llave de abonado)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Lvb_AF): Lavabo con grifo monomando (agua fría)													

Tabla 6. "Cálculos hidráulicos de las instalaciones particulares. Fuente Cypecad"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 10- SANEAMIENTO

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. NORMATIVA	2
3. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACIÓN	2
3.1. <i>Tuberías para aguas residuales</i>	2
Red de pequeña evacuación	2
Bajantes	2
Colectores	2
Acometida	2
3.2 <i>Evacuación de aguas pluviales</i>	2
4. CÁLCULOS	3
4.1. <i>Bases de cálculo</i>	3
4.1.1. Red de aguas residuales	3
Red de pequeña evacuación	3
Ramales colectores	4
Bajantes	4
Colectores	5
4.1.2.- Redes de ventilación	5
Ventilación primaria	5
4.1.3.- Dimensionamiento hidráulico	6
4.1.4. <i>Dimensionamiento</i>	7
2.2.1.- Red de aguas residuales	7

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLA 1. "UNIDADES DE DESAGÜE Y DIÁMETRO MÍNIMO SEGÚN APARATO. FUENTE CTE"	3
TABLA 2. "DIÁMETRO EN COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	4
TABLA 3. "DIÁMETRO EN BAJANTES. FUENTE CYPECAD"	5
TABLA 4. "DIÁMETRO EN COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	5
TABLA 5. "DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN. FUENTE CYPECAD"	7
TABLA 6. "DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES. FUENTE CYPECAD"	8
TABLA 7. "DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES. FUENTE CYPECAD"	9
TABLA 8. "DIMENSIONAMIENTO DE LAS ARQUETAS. FUENTE CYPECAD"	9
IMAGEN 1. "DIÁMETRO EN RAMALES INDIVIDUALES. FUENTE CYPECAD"	4

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta las especificaciones técnicas de cada uno de los elementos que componen la instalación de evacuación de aguas, así como la justificación de los correspondientes cálculos, y el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE-DB-HS 5.

2. NORMATIVA

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el Documento Básico HS Salubridad, así como la norma de cálculo UNE EN 12056 y las normas de especificación técnicas de ejecución UNE EN 752 y UNE EN 476.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1. Tuberías para aguas residuales

Red de pequeña evacuación

Red de pequeña evacuación, colocada superficialmente, de PVC, serie B, según UNE-EN1329-1, unión pegada con adhesivo.

Bajantes

Bajante interior de la red de evacuación de aguas residuales, de PVC, serie B, según UNEEN 1329-1, unión pegada con adhesivo. Tubería para ventilación primaria de la red de evacuación de aguas, PVC, unión pegada con adhesivo.

Colectores

Colector enterrado de saneamiento, sin arquetas, mediante sistema integral registrable, de tubo de PVC liso, serie SN-2, rigidez anular nominal 2 kN/m², según UNE-EN 1401-1, con junta elástica.

Acometida

Acometida general de saneamiento a la red general del municipio de tubo PVC liso, serie SN4, rigidez anular nominal 4 kN/m², según UNE-EN 1401-1, pegado mediante adhesivo.

3.2 Evacuación de aguas pluviales

Teniendo en consideración la zona, al ser un parque natural, y el aparcamiento estar mimetizado con él. Para la evacuación de las aguas pluviales, se decide dar un pendiente del 2% a la cubierta transitable, para facilitar la así la su evacuación al terreno y no disponer de un sistema.

4. CÁLCULOS

4.1. Bases de cálculo

4.1.1. Red de aguas residuales

Red de pequeña evacuación

La adjudicación de unidades de desagüe a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales se establecen en la siguiente tabla, en función del uso (privado o público).

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Inodoro con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario con pedestal	-	4	-	50
Urinario suspendido	-	2	-	40
Urinario en batería	-	3.5	-	-
Fregadero doméstico	3	6	40	50
Fregadero industrial	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero	1	3	40	50
Lavavajillas doméstico	3	6	40	50
Lavadora doméstica	3	6	40	50
Cuarto de baño (Inodoro con cisterna)	7	-	100	-
Cuarto de baño (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con cisterna)	6	-	100	-
Cuarto de aseo (Inodoro con fluxómetro)	8	-	100	-

Tabla 1. "Unidades de desagüe y diámetro mínimo según aparato. Fuente CTE"

Los diámetros indicados en la tabla son válidos para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 m.

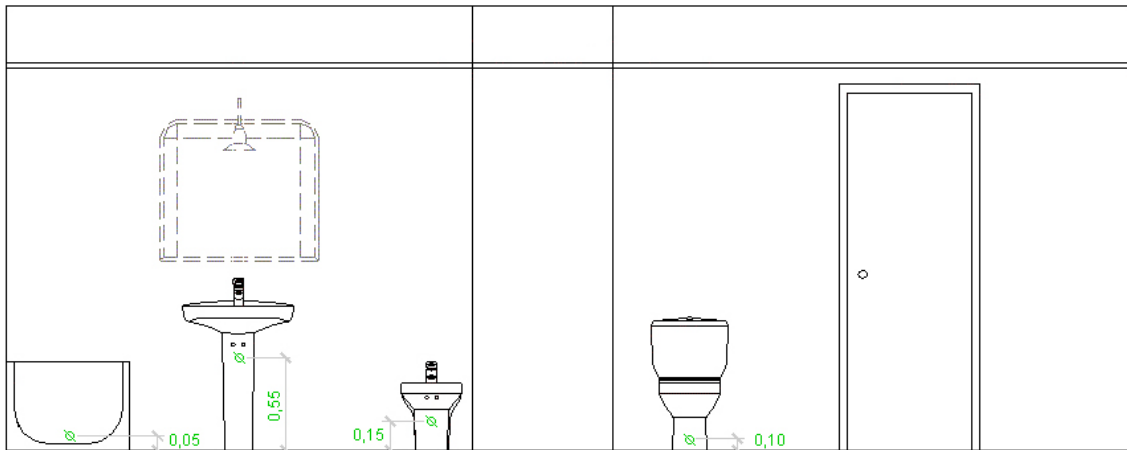


Imagen 1. "Diámetro en ramales individuales. Fuente Cypecad"

Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 2. "Diámetro en colectores. Fuente Cypecad"

Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

Diámetro (mm)	Máximo número de UD's, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD's, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	2240	1120	400
200	2200	3600	1680	600

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs, para una altura de bajante de:		Máximo número de UDs, en cada ramal, para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Tabla 3. "Diámetro en bajantes. Fuente Cypecad"

Los diámetros mostrados, obtenidos a partir de la tabla 4.4 (CTE DB HS 5), garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

Colectores

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 4. "Diámetro en colectores. Fuente Cypecad"

Los diámetros mostrados, obtenidos de la tabla 4.5 (CTE DB HS 5), garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

4.1.2.- Redes de ventilación

Ventilación primaria

La ventilación primaria tiene el mismo diámetro que el de la bajante de la que es prolongación, independientemente de la existencia de una columna de ventilación secundaria. Se mantiene así la protección del cierre hidráulico.

4.1.3.- Dimensionamiento hidráulico

El caudal se ha calculado mediante la siguiente formulación:

– Residuales (UNE-EN 12056-2)

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

siendo:

Qtot: caudal total (l/s)

Qww: caudal de aguas residuales (l/s)

Qc: caudal continuo (l/s)

Qp: caudal de aguas residuales bombeado (l/s)

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum UD}$$

siendo:

K: coeficiente por frecuencia de uso

Sum(UD): suma de las unidades de descarga

Las tuberías horizontales se han calculado con la siguiente formulación:

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

siendo:

Q: caudal (m³/s)

n: coeficiente de manning

A: área de la tubería ocupada por el fluido (m²)

R_h: radio hidráulico (m)

i: pendiente (m/m)

Las tuberías verticales se calculan con la siguiente formulación:

Residuales

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Dawson y Hunter:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

siendo:

Q: caudal (l/s)

r: nivel de llenado

D: diámetro (mm)

4.1.4. Dimensionamiento

2.2.1.- Red de aguas residuales

Acometida 1

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
13-14	0.44	32.02	7.00	110	11.84	1.00	11.84	18.99	2.95	104	110
14-15	1.41	2.00	2.00	75	3.38	1.00	3.38	35.23	0.80	69	75
15-16	1.60	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
14-17	0.63	2.00	5.00	110	8.46	1.00	8.46	-	-	104	110
12-19	0.82	20.45	9.00	110	15.23	0.71	10.77	20.23	2.45	104	110
19-20	0.58	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
19-21	0.90	2.00	2.00	75	3.38	1.00	3.38	35.23	0.80	69	75
21-22	0.71	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
19-23	0.76	2.00	5.00	110	8.46	1.00	8.46	-	-	104	110
12-25	0.82	22.91	5.00	110	8.46	1.00	8.46	17.48	2.38	104	110
25-26	0.63	2.00	5.00	110	8.46	1.00	8.46	-	-	104	110
35-36	0.72	24.98	7.00	110	11.84	1.00	11.84	20.18	2.71	104	110
36-37	0.69	2.00	5.00	110	8.46	1.00	8.46	-	-	104	110
36-38	1.02	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40

Abreviaturas utilizadas			
L	Longitud medida sobre planos	Qs	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)
i	Pendiente	Y/D	Nivel de llenado
UDs	Unidades de desagüe	v	Velocidad
D _{min}	Diámetro nominal mínimo	D _{int}	Diámetro interior comercial
Q _b	Caudal bruto	D _{com}	Diámetro comercial
K	Coefficiente de simultaneidad		

Tabla 5. "Dimensionamiento de la red de pequeña evacuación. Fuente Cypecad"

Acometida 1

Bajantes con ventilación primaria						
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Q _t (m ³ /h)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
14-18	4.50	7.00	110	11.84	107	110

Bajantes con ventilación primaria						
Ref.	L (m)	UDs	D _{min} (mm)	Q _t (m ³ /h)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
19-24	4.50	9.00	90	10.77	88	90
25-27	4.50	5.00	90	8.46	88	90
36-39	4.50	7.00	110	11.84	107	110
Abreviaturas utilizadas						
Ref.	Referencia en planos			Q _t	Caudal total	
L	Longitud medida sobre planos			D _{int}	Diámetro interior comercial	
UDs	Unidades de desagüe			D _{com}	Diámetro comercial	
D _{min}	Diámetro nominal mínimo					

Tabla 6. "Dimensionamiento de bajantes. Fuente Cypecad"

Acometida 1

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D _{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q _b (m ³ /h)	K	Q _s (m ³ /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)
1-2	0.73	2.00	28.00	160	47.38	0.38	17.91	28.02	1.19	152	160
2-3	0.86	2.00	28.00	160	47.38	0.38	17.91	27.62	1.19	154	160
3-4	4.95	2.00	28.00	160	47.38	0.38	17.91	27.62	1.19	154	160
4-5	14.68	6.95	21.00	160	35.53	0.45	15.89	19.06	1.79	154	160
5-6	5.13	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
6-7	4.91	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
7-8	4.84	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
8-9	5.13	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
9-10	5.80	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
10-11	5.77	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
11-12	2.48	2.00	21.00	160	35.53	0.45	15.89	26.00	1.15	154	160
12-13	3.89	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
4-28	11.02	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
28-29	11.31	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
29-30	7.87	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
30-31	13.86	3.46	7.00	160	11.84	1.00	11.84	19.57	1.29	154	160
31-32	13.46	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
32-33	14.00	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
33-34	12.25	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
34-35	5.79	2.00	7.00	160	11.84	1.00	11.84	22.43	1.06	154	160
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q _s	Caudal con simultaneidad (Q _b x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D _{min}	Diámetro nominal mínimo				D _{int}	Diámetro interior comercial					
Q _b	Caudal bruto				D _{com}	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 7. "Dimensionamiento de colectores. Fuente Cypecad"

Acometida 1

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D _{sal} (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
3	0.86	2.00	160	60x60x75 cm
4	4.95	2.00	160	100x100x115 cm
5	14.68	2.00	160	100x100x125 cm
6	5.13	2.00	160	100x100x115 cm
7	4.91	2.00	160	100x100x105 cm
8	4.84	2.00	160	80x80x95 cm
9	5.13	2.00	160	70x70x85 cm
10	5.80	2.00	160	60x60x75 cm
11	5.77	2.00	160	60x60x65 cm
12	2.48	2.00	160	60x60x60 cm
13	3.89	2.00	160	60x60x50 cm
28	11.02	2.00	160	125x125x140 cm
29	11.31	2.00	160	100x100x115 cm
30	7.87	2.00	160	60x60x50 cm
31	13.86	2.00	160	125x125x140 cm
32	13.46	2.00	160	100x100x115 cm
33	14.00	2.00	160	70x70x85 cm
34	12.25	2.00	160	60x60x60 cm
35	5.79	2.00	160	60x60x50 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D _{sal}	Diámetro del colector de salida

Tabla 8. "Dimensionamiento de las arquetas. Fuente Cypecad"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 11- ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. MEMORIA.....	2
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. OBJETO.....	3
1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	3
1.4. LEGISLACIÓN APLICABLE.....	3
1.5. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	3
1.6. CONDICIONES DE SUMINISTRO.....	4
1.7. LIMITES Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.8. CARGAS PREVISTAS. NECESIDADES.....	5
1.9. CRITERIOS DE DISEÑO.....	5
Generalidades.....	5
Estimación de consumos.....	5
Condiciones de protección contra incendios.....	6
Formulas.....	6
Cálculos de circuitos.....	7
Sistemas de Protección.....	8
Influencias externas.....	8
1.10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	9
Instalación de enlace.....	9
Instalación interior.....	9
1.11. INSTALACION DE ENLACE.....	10
Acometida.....	10
Centralización de contadores.....	10
Derivación Individual.....	10
Dispositivos de mando y protección.....	11
1.12. INSTALACIÓN INTERIOR O RECEPTORA.....	11
Cuadro General de Baja Tensión.....	11
Sistemas de instalación.....	12
Alumbrado.....	13
Cajas de derivación.....	13
Interruptores.....	13
Bases de enchufe.....	13
Sistema de ventilación.....	14

1.13.	PUESTA A TIERRA	14
2.	CÁLCULOS.....	15

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLA 1.	"CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN"	15
TABLA 2.	"CAIDA DE TENSIÓN EN LA LINEA"	16

1. MEMORIA

1.1. ANTECEDENTES

El ayuntamiento de Portugalete, se encarga la redacción del Proyecto Constructivo de un Aparcamiento subterráneo en el barrio de Repelega.

Se trata de una edificación que contará con una planta subterránea de garaje con ventilación forzada. Dado que el número de plazas de garaje es superior a 25 plazas, se redacta el presente Anejo adjunto al Proyecto de construcción.

1.2. OBJETO

El objeto del presente Anejo es la redacción de los documentos y esquemas, así como la definición de las características técnicas y de ejecución de los equipos e instalaciones necesarias para dotar de energía eléctrica al Aparcamiento subterráneo en la localidad de Portugalete (Bizkaia).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Anejo trata de definir la instalación eléctrica y alumbrado de un Aparcamiento subterráneo, que se dedicarán a estacionamiento por tiempo limitado.

También dispondrá de tres accesos peatonales mediante escaleras y ascensor utilizable por personas de movilidad reducida.

Las dimensiones y características del local son las siguientes:

Planta Sótano 6552,88 m².

229 plazas

1.4. LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente Anejo ha sido redactado de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, y publicado en el BOE nº224 de fecha 18 de septiembre de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, así como las normas UNE a las que esta se refiere.

1.5. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación ha sido proyectada como un edificio destinado a Garaje dotado de ventilación forzada. El local se clasifica como:

GRUPO: G 1

Tipo de instalación: Garaje de uso público dotado de ventilación forzada.

Este recinto que correspondería a un emplazamiento con riesgo de explosión (clase I zona 2), ha sido desclasificado mediante un sistema de ventilación forzada, quedando como

zona clasificada un volumen situado entre el suelo (la parte más baja) y un plano paralelo a éste situado a 60 cm del suelo.

1.6. CONDICIONES DE SUMINISTRO

La Empresa suministradora será IBERDROLA, S.A. y proporcionará dos suministros eléctricos:

- Suministro ordinario. Proporcionado desde un transformador en un Centro de Transformación existente en la misma calle.
- Suministro complementario. Proporcionado desde un transformador en un segundo Centro de Transformación existente en la misma urbanización.

Ambos suministros se realizarán en Baja Tensión, a una Tensión Trifásica de 400 V. entre fases con Neutro (230 V. entre fase y neutro) a una frecuencia de 50Hz.

El esquema de la red de distribución pública será T.T. con el neutro, puesto directamente a tierra, s/normativa en vigor.

1.7. LIMITES Y ALCANCE DEL PROYECTO

El límite de nuestro estudio comienza en la centralización de contadores, formada por 2 módulos de contadores, finalizando en los receptores de alumbrado y fuerza (salvo las excepciones que se indican a continuación), abarcando por tanto la instalación comprendida entre estos límites:

- Centralización de contadores
- Derivación Individual (suministro ordinario).
- Derivación Individual (suministro complementario).
- Cuadro General con transferencia automática.
- Líneas de alimentación a consumos singulares.
- Línea de alimentación hasta el cuadro ventilación, quedando fuera de la competencia del presente proyecto todo diseño y cálculo de dicho cuadro y de la instalación aguas abajo de éste.
- Línea de alimentación al Cuadro del ascensor, quedando fuera de la competencia del presente proyecto todo diseño y cálculo de dicho cuadro y de la instalación aguas abajo de éste.
- Línea a Cuadro Bombas de achique, quedando fuera de la competencia del presente proyecto todo diseño y cálculo de dicho cuadro y de la instalación aguas abajo de éste.
- Línea de alimentación a la central de incendios, quedando fuera de la competencia del presente proyecto todo diseño y cálculo de dicho cuadro y de la instalación aguas abajo de éste.
- Línea de alimentación a la central de CO₂, quedando fuera de la competencia del presente proyecto todo diseño y cálculo de dicho cuadro y de la instalación aguas abajo de éste.
- Líneas distribuidoras de alumbrado.
- Líneas distribuidoras de fuerza.

- Tomas de corriente.
- Líneas distribuidoras de alumbrados especiales.
- Luminarias.
- Equipos autónomos de emergencia.
- Sistema de tierra

En lo que respecta a las puertas eléctricas del garaje, ventilación y detección de CO e incendios, no serán objeto de este anejo, así como tampoco cualquier instalación aguas abajo de las mismas. Dichas instalaciones deberán cumplir con:

- Orden VIV/984/2009.
- BOPV N° 146, Resolución de 15 de abril de 1996, relativo a estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación de vehículos.
- El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de 150 l/plaza, con una aportación máxima de 120 l/plaza y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección.

1.8. CARGAS PREVISTAS. NECESIDADES

La carga total de la instalación según los resultados obtenidos en el capítulo de cálculos será de:

SUMINISTRO ORDINARIO	POTENCIA
POTENCIA TOTAL INSTALADA	38.707,00 W
TOTAL SUMINISTRO	38.707,00 W

1.9. CRITERIOS DE DISEÑO

Generalidades

En los próximos puntos indicaremos los métodos de cálculo y las fórmulas que se van a emplear para el dimensionamiento de los circuitos previstos, y en el apartado de cálculos se expondrán los datos de partida, así como otros datos necesarios para la realización de la instalación.

Estimación de consumos

Los receptores de que dispone el local están indicados en el apartado de cálculos, y su estudio se ha realizado en función de su instalación real prevista proporcionada por la propiedad.

Los cálculos han sido realizados para cada uno de los circuitos en que se ha subdividido la instalación, considerando el 100% de la carga que cuelga de cada circuito, no habiéndose considerado ningún coeficiente de simultaneidad.

ELECTRICIDAD E ILUMINACION

Para el alumbrado la previsión de cargas y los cálculos que de ellas se originen, se realizarán considerando la carga en voltiamperios como 1,8 veces la potencia nominal de las lámparas.

En el caso de lámparas de incandescencia su carga en W corresponderá a su potencia nominal, y su factor de potencia será la unidad.

Los factores de potencia estimados en cada caso se indicarán en el apartado de cálculos.

De acuerdo a los valores obtenidos se han dimensionado los distintos circuitos.

Condiciones de protección contra incendios

El local objeto del proyecto es un garaje.

Este recinto corresponde a un emplazamiento con riesgo de explosión, pero que una parte del mismo ha sido desclasificada mediante un sistema de ventilación natural, quedando como zona clasificada un volumen situado entre el suelo (la parte más baja) y un plano paralelo a éste situado a 60 cm del suelo.

Dentro de la zona clasificada no se realizará ninguna instalación, ni se situará ningún aparato eléctrico, pero en la zona desclasificada la instalación es convencional. En nuestro caso no existe ninguna instalación dentro de la zona clasificada.

Formulas

Para efectuar los cálculos utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Corriente Trifásica

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} U \cos\phi} \quad I = \frac{S}{U} \quad C.D.T. = \frac{W L}{C s U}$$

- Corriente Monofásica

$$I = \frac{W}{V \cos\phi} \quad I = \frac{S}{V} \quad C.D.T. = \frac{2 W L}{C s V}$$

Siendo:

I = Intensidad en amperios.

W = Potencia en vatios.

S = Potencia en VA.

U = Tensión compuesta entre fases (400 V.).

$\cos\phi$ = Factor de potencia.

L = Longitud del circuito en metros.

C = Coeficiente de conductibilidad del cobre(56).

s = Sección del conductor en mm².

V = Tensión simple entre fase y neutro (230 V.)

c.d.t.= Caída de tensión en voltios.

Cálculos de circuitos

Para el cálculo de la caída de tensión se deberá obtener ésta desde el principio de la instalación interior hasta el punto de utilización más lejano.

En caso de existir cuadros parciales, se sumarán las caídas de tensión producidas en los distintos tramos. Las máximas caídas de tensión admisible, dependiendo del circuito de que se trate serán:

- Instalación interior en viviendas: menor del 3% según ITC-BT19.
- Instalación interior en circuitos no pertenecientes a viviendas: 3% para alumbrado y 5% para fuerza según ITC-BT19.

Las secciones de los conductores se elegirán en primer lugar según la tabla 1, punto 2 de la instrucción ITC-BT19, según el tipo de conductor de que se trate, comprobándose a continuación si la caída de tensión entra dentro de la máxima admisible. En caso de que no sea así se elegirá la sección inmediatamente superior y así sucesivamente hasta que cumpla esta condición, de tal manera que las secciones de los conductores serán iguales o superiores a la más desfavorable de las obtenidas por densidad de corriente, ó por caída de tensión.

El calibre de los magnetotérmicos de protección de los circuitos será siempre inferior a la intensidad máxima admisible calculada para cada uno de ellos.

En las derivaciones desde las líneas distribuidoras hasta puntos de luz y tomas de corriente de usos varios, las secciones se han calculado de tal manera que la protección queda asegurada desde el cuadro general ó desde los cuadros parciales, mediante interruptores automáticos magnetotérmicos de protección de los circuitos generales cuyo calibre será siempre inferior a la intensidad máxima admisible calculada para cada una de las derivaciones.

Las intensidades máximas admisibles indicada en las tablas citadas, se podrán modificar mediante unos coeficientes en función de la temperatura estimada de funcionamiento, indicado en las tabla 52 D1, según se indica en la Norma UNE 20.460-5-523.

Los Factores de Potencia a considerar, estarán indicados en las hojas de cálculo, correspondientes.

En ningún caso se utilizará una caja de mecanismos como caja de paso o derivación.

Los resultados se exponen en las tablas del capítulo correspondiente a los cálculos.

Sistemas de Protección

La protección contra contactos directos se consigue mediante el aislamiento de los conductores según la ITC-BT 24. Más adelante, se indicarán los tipos de aislamiento que se utilizarán en cada circuito.

Como sistema de protección contra contactos indirectos se ha elegido la puesta a tierra de las masas, asociado a los dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La protección de los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos está encomendada a los interruptores automáticos magnetotérmicos, calibrados según se indica en el punto anterior.

En el cuadro general de cada abonado se dispondrá en cabeza un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar.

Las características de los dispositivos de protección citados son las siguientes.

Interruptor general de sobreintensidades

En el cuadro general de cada abonado incluyendo viviendas y servicios generales se dispondrá en cabeza un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar.

Son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar disponiendo de accionamiento manual y automático, dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y sobreintensidades.

Interruptores Diferenciales

Los diferenciales provocan la apertura automática de los polos de la instalación cuando circula una corriente de defecto predeterminada en un tiempo dado y viene caracterizado por la Intensidad Nominal y su sensibilidad. Debe estar dotado de un botón de prueba de las cargas de defecto.

PIA (Pequeños interruptores automáticos)

Son interruptores automáticos magnetotérmicos, y están destinados a proteger cada uno de los diferentes circuitos de la instalación interior. Están calibrados en amperios, según la carga máxima prevista en el circuito al que protege, con accionamiento manual y automático, llevarán marcados su intensidad y tensión de servicio y nombre del circuito al que protegen.

Influencias externas

Para el dimensionamiento de la instalación además de las consideraciones expuestas anteriormente, también se ha estudiado la posible existencia de alguna o varias influencias externas relacionadas en las normas UNE que se indican a continuación:

- UNE 20460-5-522 para las canalizaciones.
- UNE 20460-3:1996 Anexos A y ZB para los conductores.
- UNE 20460-5-51: 1999 Anexo ZB para el material eléctrico

Asimismo, se han estudiado en profundidad la posible existencia de las influencias externas que se detallan a continuación:

- Funcionamiento a temperaturas muy bajas o muy altas.
- Condiciones extremas de humedad.
- Presencia permanente de sustancias corrosivas o contaminantes.
- Presencia en el lugar de instalación de agua en forma de gotas, pulverización, proyecciones, chorros o posibilidad de inundación intermitente o permanente.
- Instalaciones en entornos con influencias electromagnéticas, electrostáticas o ionizantes no despreciables.
- Instalaciones de intemperie con radiaciones solares altas.
- Instalaciones en lugares con presencia de flora, moho o fauna (insectos, pájaros o pequeños animales).
- Instalaciones en zonas de actividad sísmica no despreciable.
- Instalaciones expuestas a los efectos de caída directa de rayos o alimentadas por líneas aéreas, con probabilidad de más de 25 días de tormenta por año.
- Instalaciones de intemperie con previsión de fuertes vientos o de interior con sistemas de movimiento de aire de alta velocidad.

En el presente proyecto no se ha contemplado la existencia de ninguna de las influencias externas citadas anteriormente.

1.10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El conjunto de las instalaciones consta de los siguientes apartados:

Instalación de enlace

Que comprende:

- Acometida del suministro ordinario. NO ES COMPETENCIA DEL PRESENTE PROYECTO
- Acometida del suministro complementario. NO ES COMPETENCIA DEL PRESENTE PROYECTO
- Centralización de 2 contadores.
- Derivación individual (suministro ordinario y complementario).
- Dispositivos privados de mando y protección

Instalación interior

Que comprende toda la instalación interior a partir del cuadro general y sus dispositivos privados de mando y protección con los siguientes apartados:

- Cuadro General con transferencia automática.
- Líneas de alimentación a consumos singulares.
- Líneas distribuidoras de alumbrado.

- Líneas distribuidoras de fuerza.
- Luminarias.
- Tomas de corriente.
- Equipos autónomos de emergencia.
- Sistema de tierra

En los siguientes puntos realizaremos una descripción de los elementos anteriores y su sistema de instalación, dejando el dimensionamiento de los mismos para el capítulo de cálculos.

1.11. INSTALACION DE ENLACE

Acometida

Según la instrucción ITC-BT 28, punto 2, es necesario dotar a la instalación de un doble suministro al tratarse de estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.

Acometida del suministro Ordinario.

El suministro ordinario procederá de un centro de transformación existente en la misma calle, mediante una línea subterránea con conductor de aluminio de $3(1 \times 240) + 1 \times 150 \text{ mm}^2$ bajo canalización subterránea hasta una arqueta próxima a la centralización de contadores.

Acometida del suministro Complementario.

El suministro complementario procederá de un centro de transformación existente en la urbanización, mediante una línea subterránea con conductor de aluminio de $3(1 \times 240) + 1 \times 150 \text{ mm}^2$ bajo canalización subterránea hasta una arqueta próxima a la centralización de contadores.

Centralización de contadores

La centralización de contadores se encontrará situada en interior del edificio (Siempre que se cumplan las disposiciones de la Compañía suministradora de la energía). Dispondrá de dos contadores, uno por cada tipo de suministro al mismo garaje.

Se instalarán 2 conjuntos individuales trifásicos tipo CIT, y cada uno de ellos hasta 198 kW.

Derivación Individual

Al existir suministro de reserva, existirán dos derivaciones individuales. Cada una de las derivaciones individuales discurrirá por tubo superficial, desde su respectivo contador hasta el cuarto donde se ubica el cuadro de protección general del garaje al que alimentan. Evitándose en todo momento su paso por el interior del garaje.

Se utilizarán conductores de cobre unipolares aislados para una tensión nominal de 0,6/1 kV, con denominación RZ1-K y cada derivación individual irá alojada en el interior de un tubo de PVC según norma UNE EN 50.086-2-1. La sección será tal que la máxima caída de tensión sea del 1%.

Cada línea quedará constituida por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de tierra (protección).

- Derivación Individual (suministro ordinario). Será una línea de 4(1x95)mm².
- Derivación Individual (suministro complementario). Será una línea de 4(1x95)mm².

Dispositivos de mando y protección

En el origen de cada instalación interior se situará un cuadro general de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se colocará la transferencia motorizada, constituida por dos interruptores automáticos generales de corte omnipolar dotados de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y que asimismo estén dotados de accionamiento manual.

En este mismo cuadro se colocarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores. Además también se dispondrá de uno o varios interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos.

El conjunto de la aparamenta de mando y protección de cada abonado ira alojada en un armario metálico, ubicado en un cuarto propio y diferenciado del garaje.

La composición de los cuadros contara básicamente con uno o varios de los siguientes elementos:

- Armario para la instalación de la aparamenta.
- Conmutador automático de redes.
- Interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar.
- Interruptores diferenciales.
- Interruptores automáticos, 1 por circuito.
- Embarrado para conexión de los circuitos de protección.
- Minuterios regulables.
- Contactores

1.12. INSTALACIÓN INTERIOR O RECEPTORA

La instalación interior es la parte de la instalación eléctrica que partiendo del cuadro general alimenta a todos los receptores (puntos de luz de alumbrado normal y de emergencia, tomas de corriente, cuadros parciales y consumos singulares).

La instalación interior no abarca la totalidad de los componentes colocados, ya que éstos forman parte de otros proyectos, indicándose en cada caso el alcance de la instalación interior que forma parte del presente proyecto.

Cuadro General de Baja Tensión

En el origen de la instalación interior se situará un cuadro general de distribución de donde partirán los circuitos interiores, y en el que se instalará la conmutación de redes que desembocarán en un interruptor general automático de corte omnipolar dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y que asimismo este dotado de accionamiento manual.

En este mismo cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores. Además, también se dispondrá de varios interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos.

La composición del cuadro en cuestión está indicada en el esquema correspondiente, pero básicamente es el siguiente:

- Armarios (Envolventes). la envolvente tendrá un grado de protección para evitar el acceso a las partes peligrosas, contra la penetración de cuerpos sólidos extraños y contra la penetración del agua, y contra los impactos mecánicos exteriores.
- Interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar.
- Interruptores diferenciales de alta sensibilidad para los circuitos de alumbrado
- Interruptores diferenciales de alta sensibilidad para los circuitos de fuerza.
- Interruptores automáticos de corte omnipolar, uno por cada circuito.
- Transferencia automática. Su puesta en servicio se producirá de manera automática en el caso de que se produzca un fallo en el suministro normal, o en caso de que la tensión disminuya por debajo del 70% de la tensión nominal (230V).

Está constituido por un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar, uno o varios interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos y un interruptor automático magnetotérmico por cada uno de los circuitos.

Dispondrá asimismo de embarrado general de conexión de la tierra.

Las secciones de los conductores y las protecciones de cada uno de los circuitos esta indicada en los esquemas correspondientes.

Sistemas de instalación

El sistema de instalación adoptado es el de canalizaciones con conductores aislados bajo tubos protectores rígidos en instalación superficial.

El diámetro de estos tubos se dimensionará en función de los conductores que alojen, de acuerdo con la tabla 2 de la Instrucción ITC-BT21, y quedará reflejado en el apartado de cálculo y en los esquemas unifilares.

Las intensidades máximas admisibles son en cada caso, las indicadas en la tabla I de la Instrucción ITC-BT19, Tabla 1.

Los mecanismos –pulsadores e interruptores- se colocarán a una altura igual o superior a 1,5 metros.

Todos los circuitos llevarán un conductor de protección cuya sección será la misma que la de los conductores activos a los que acompaña, cuya sección estará de acuerdo con la tabla 2 de la ITC-BT19.

Los conductores serán identificables en su color, por el aislante.

- Conductor de fase - Marrón, Negro ó Gris.
- Conductor de Neutro - Azul claro.
- Conductor de protección – Amarillo/Verde.

Puesto que un tubo puede alojar conductores de varios circuitos se deben cumplir las condiciones impuestas en las instrucciones ITC-BT17, punto 1.2 e ITC-BT20 Punto 2.2.1:

- Los conductores se empalmarán en todos los casos, dentro de las cajas de paso ó derivación por medio de bornes, nunca se harán empalmes dentro de las canalizaciones ni en las cajas de mecanismos.
- En ningún caso se utilizará una caja de mecanismos como caja de paso o derivación.

Alumbrado

El alumbrado dispondrá de circuitos de alumbrado de encendido temporizado mandadas mediante pulsador que permanecerán encendidas el tiempo predeterminado (entre 1 y 2 minutos normalmente), para lo cual se dispondrá en el cuadro de uno o varios temporizadores regulables para el accionamiento. Además, del alumbrado normal se instalará un alumbrado de emergencia, alimentados con fuentes propias de energía y que garantizará una iluminación mínima de 1 lux. en los cruces, salidas, puertas, etc. El alumbrado de emergencia entrará en funcionamiento cuando el alumbrado general falle o la tensión de suministro esté por debajo de 70 por 100 de su valor nominal, tal como indica la ITC-BT 28 del Reglamento Electrotécnico de B.T.

Además, se considera que existe un volumen situado entre el suelo y un plano situado a 60 cm. del mismo, en el que no se efectuará instalación eléctrica alguna.

La disposición del alumbrado se indica en los planos de cada planta de garaje.

Cajas de derivación

Las cajas de derivación se utilizarán para alojar y efectuar las conexiones entre conductores por medio de bornas. Sirven así mismo para hacer el tendido ó futura reposición de conductores. Serán de instalación superficial.

Interruptores

Serán de 10A y se utilizará para el accionamiento por corte unipolar de los distintos puntos de luz de la instalación interior.

El interruptor quedará fijado a su correspondiente caja de mecanismos colocada en superficie o empotrada.

El interruptor de corte unipolar se conectará al conductor de fase.

En caso de ser el interruptor Conmutado o de Cruzamiento, se conectará el conductor de fase y los de retorno.

Bases de enchufe

Serán II+T de 16A de tipo schuko y su caja de mecanismos será aislante y de instalación superficial.

Las bases correspondientes a las tomas de corriente se fijarán a su correspondiente caja, conectando los conductores de fase, neutro y protección.

Sistema de ventilación

Puesto que se trata de un local situado en sótano sin ventilación natural se hace necesaria la instalación de unos equipos de ventilación, cuyo estudio y cálculo no es competencia del presente proyecto.

Con respecto a las instalaciones que competen a nuestro proyecto, esto se garantiza ubicando todos los elementos afectados por esta norma (derivación individual y cuadro de protección general del garaje) fuera del recinto del garaje, cumpliendo de esta manera las condiciones exigidas al mismo.

1.13. PUESTA A TIERRA

Según el R.E.B.T., ITC-BT18, las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Así pues, la puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a los animales, a las instalaciones eléctricas y a los receptores a ellos conectados.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra viene indicado en la instrucción ITC-BT-18, Punto 9.

- Locales húmedos: 24 voltios
- Locales secos: 50 voltios

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Se realiza la instalación de puesta a tierra mediante un anillo perimetral alrededor de la totalidad del edificio, con picas de acero cobrizado de 1,5m. unidas mediante conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. Desde una de estas picas se unirá a la caja de seccionamiento con conductor de cobre aislado A/V de 35 mm² de sección. Desde la caja de seccionamiento se dará tierra a la centralización de contadores mediante conductor de cobre aislado A/V de 35 mm² de sección.

Asociados a las puestas a tierra de las masas irán los interruptores diferenciales. La sensibilidad de estos será de 30mA para los circuitos de alumbrado y de 300mA para los de fuerza.

Una vez finalizada la instalación, deberán realizarse las mediciones de resistencia a tierra para comprobar que el valor de la misma sea inferior al máximo admisible, añadiendo en caso necesario, las picas que fueren necesarias para la obtención del mismo.

2. CÁLCULOS

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

CONCEPTO	P.Activa (W)	P.Reactiva (VAR)	cos φ
Cuadro Ventilación	11.776,00	7.298,13	0,85
Cuadro Bomba de achique 1	2.994,00	1.855,52	0,85
Cuadro Bomba de achique 2	2.994,00	1.855,52	0,85
Cuadro ascensor 1	3.680,00	2.280,67	0,85
Cuadro ascensor 2	3.680,00	2.280,67	0,85
Portón vehículos 1	1.104,00	684,20	0,85
Portón vehículos 2	1.104,00	684,20	0,85
Central incendios	600,00	371,85	1
Central Co2	800,00	495,80	1
T.C. Usos varios	1.160,00	718,91	0,85
T.C. Cuarto instalaciones	800,00	495,80	0,85
Alumbrado Planta	6.650,00	4.121,31	0,95
Alumbrado emergencias	252,00		
Alumbrado escalera 1	371,00	229,93	0,95
Alumbrado escalera 2	371,00	229,93	0,95
Alumbrado escalera 3	371,00	229,93	0,95
TOTAL CUADRO B.T.	38.707,00	23.832,35	1
CARGA DEMANDADA	38.707,00		

Tabla 1. "Cuadro General de baja tensión"

CAIDA DE TENSIÓN EN LA LINEA

CONCEPTO	P.Activa (W)	cos φ	Longitud	S	C.T.L.
Cuadro Ventilación	11.776,00	0,85	10,00	50,00	0,11
Cuadro Bomba de achique 1	2.994,00	0,85	25,00	4,00	0,84
Cuadro Bomba de achique 2	2.994,00	0,85	35,00	4,00	1,17
Cuadro ascensor 1	3.680,00	0,85	150,00	6,00	4,11
Cuadro ascensor 2	3.680,00	0,85	150,00	6,00	4,11
Portón vehículos 1	1.104,00	0,85	120,00	6,00	0,99
Portón vehículos 2	1.104,00	0,85	20,00	6,00	0,16
Central incendios	600,00	1	6,00	1,50	0,11
Central Co2	800,00	1	15,00	1,50	0,36
T.C. Usos varios	1.160,00	0,85	100,00	4,00	1,29
T.C. Cuarto instalaciones	800,00	0,85	100,00	4,00	0,89
Alumbrado Planta	6.650,00	0,95	100,00	12,00	2,47
Alumbrado escalera 1	371,00	0,95	100,00	2,50	0,66
Alumbrado escalera 2	371,00	0,95	85,00	2,50	0,56
Alumbrado escalera 3	371,00	0,95	120,00	2,50	0,80

Tabla 2. "Caida de tensión en la línea"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 12- PROTECCION CONTRA INCENDIOS

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	NORMATIVA	2
3.	PROPAGACIÓN INTERIOR.....	2
3.1.	<i>Compartimentación en sectores de incendio.....</i>	2
3.2.	<i>Escaleras protegidas.....</i>	3
3.3.	<i>Vestíbulos de independencia.....</i>	4
4.	PROPAGACIÓN EXTERIOR	4
5.	EVACUACIÓN DE OCUPANTES	5
5.1.	<i>Cálculo de la ocupación.....</i>	6
5.2.	<i>Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.....</i>	6
5.3.	<i>Dimensionado y protección de escaleras y pasos de evacuación</i>	7
5.4.	<i>Protección de las escaleras</i>	8
5.5.	<i>Señalización de los medios de evacuación</i>	9
5.6.	<i>Control del humo de incendio.....</i>	9
5.7.	<i>Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio</i>	9
6.	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	10
6.1.	<i>Dotación de instalaciones de protección contra incendios.....</i>	10
6.2.	<i>Cálculos hidráulicos de instalación de bocas de incendio.....</i>	11
6.3.	<i>Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios</i>	13
7.	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	14
7.1.	<i>Partición interior.....</i>	14

INDICE DE ILUSTRACIONES

TABLA 1.	“RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS PAREDES, TECHOS Y PUERTAS.”	2
TABLA 2.”	SECTORES DE INCENDIO. FUENTE CYPECAD”	3
TABLA 3.	“ESCALERAS PROTEGIDAS. FUENTE CYPECAD”	3
TABLA 4.”	VESTÍBULOS DE INDEPENDENCIA. FUENTE CYPECAD.”	4
TABLA 5.	“OCUPACIÓN SEGÚN ZONA. FUENTE CTE”	6
TABLA 6.”	NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD RECORRIDO DE EVACUACIÓN. FUENTES CTE”	6
TABLA 7.	“OCUPACIÓN, NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN. FUENTE CYPECAD”	7
TABLA 8.	“ESCALERAS Y PASILLOS DE EVACUACIÓN DEL EDIFICIO. FUENTES: CYPECAD”	8
TABLA 9.	“PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS. FUENTE CTE”	8
TABLA 10.	“DOTACIÓN INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS.”	10
TABLA 11.	“CÁLCULO INSTALACIÓN BOCAS DE INCENDIO. FUENTES CYPECAD”	13
TABLA 12.	“RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA. FUENTES: CYPE CAD”	15
IMAGEN 1.	“PROPAGACIÓN A EDIFICIO ENFRENTADO.”	5
IMAGEN 2.	“PROPAGACIÓN POR FACHADA.”	5
IMAGEN 3.	“INSTALACIONES EN APARCAMIENTOS”	10
IMAGEN 4.	“RESISTENCIA REQUERIDA. FUENETE CYPECAD”	14
IMAGEN 5.	“RESISTENCIA REQUERIDA. FUENETES CYPECAD”	14

1. INTRODUCCIÓN

A través de este anejo se definirá las características que debe reunir el edificio en materia de seguridad contra incendios, garantizando de este modo la seguridad de los usuarios en caso de que se produjese cualquier tipo de incendio o accidente similar.

2. NORMATIVA

La normativa de aplicación será el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio (CTE-DB-SI) aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo (BOE 28/03/2006) y modificado por el Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre (BOE 23/10/2007), en el cuál se definen los parámetros básicos que debe cumplir toda edificación.

3. PROPAGACIÓN INTERIOR

3.1. Compartimentación en sectores de incendio

El edificio está previsto sólo para uso de aparcamiento de vehículos, así como la circulación peatonal sobre la cubierta. Las únicas áreas que formarán sector de incendio diferente serán las escaleras que, por especificaciones de la norma en el caso de aparcamientos, deberán ser escaleras especialmente protegidas. Éstas, contarán con dos vestíbulos de independencia con puertas EI2 t-C5.

Asimismo, la resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan estos dos sectores serán EI120.

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Tabla 1. "Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas."

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego EI2 t-C5, siendo 't' la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

El uso principal del edificio es Aparcamiento, y se desarrolla en un único sector.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida (m ²)		Uso previsto ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ⁽²⁾			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos ⁽³⁾		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Aparcamiento	-	3088.34	Aparcamiento	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 90-C5
Notas: ⁽¹⁾ Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc. ⁽²⁾ Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior). ⁽³⁾ Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.							

Tabla 2. "Sectores de incendio. Fuente Cypecad"

3.2. Escaleras protegidas

Las escaleras protegidas y especialmente protegidas tienen un trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en la planta de salida del edificio.

De acuerdo a su definición en el Anejo A Terminología (CTE DB SI), las escaleras protegidas y especialmente protegidas disponen de un sistema de protección frente al humo, acorde a una de las opciones posibles de las recogidas en dicho Anejo.

Las tapas de registro de patinillos o de conductos de instalaciones, accesibles desde estos espacios, cumplen una protección contra el fuego EI 60.

Escaleras protegidas							
Escalera	Número de plantas	Tipo de protección	Vestíbulo de independencia ⁽¹⁾	Resistencia al fuego del elemento compartimentador ^{(2) (3)}			
				Paredes y techos		Puertas ⁽⁴⁾	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Escalera	1 (Ascendente)	Especialmente protegida	Sí	EI 120	EI 120	EI ₂ 60-C5	2 x EI ₂ 90-C5
Notas: ⁽¹⁾ En escaleras especialmente protegidas, la existencia de vestíbulo de independencia no es necesaria si la escalera está abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo en dicha planta carecer de compartimentación. ⁽²⁾ En la planta de salida del edificio, las escaleras protegidas o especialmente protegidas para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando desemboquen en un sector de riesgo mínimo. ⁽³⁾ En escaleras con fachada exterior, se cumplen las condiciones establecidas en el artículo 1 (CTE DB SI 2 Propagación exterior) para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios. ⁽⁴⁾ Los accesos por planta no serán más de dos, excluyendo las entradas a locales destinados a aseo, así como los accesos a ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.							

Tabla 3. "Escaleras protegidas. Fuente Cypecad".

3.3. Vestíbulos de independencia

La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas de los vestíbulos es superior a 0,50 m.

Los vestíbulos que sirvan a uno o varios locales de riesgo especial no pueden utilizarse en los recorridos de evacuación de otras zonas, excepto en el caso de vestíbulos de escaleras especialmente protegidas que acceden a un aparcamiento, a zonas de ocupación nula y a dichos locales de riesgo especial.

Los vestíbulos de independencia de las escaleras especialmente protegidas disponen de protección frente al humo conforme a alguna de las alternativas establecidas para dichas escaleras en el Anejo A Terminología (CTE DB SI).

Vestíbulos de independencia					
Referencia	Superficie (m ²)	Resistencia al fuego del elemento compartimentador			
		Paredes ⁽¹⁾		Puertas ⁽²⁾	
		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
4	21.95	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 90-C5
5	24.02	EI 120	EI 120	2 x EI ₂ 30-C5	2 x EI ₂ 90-C5

Notas:
¹⁾ La resistencia al fuego exigida a las paredes del lado del vestíbulo es EI 120, independientemente de la resistencia exigida por el exterior, que puede ser mayor en función del sector o zona de incendio que separa el vestíbulo de independencia.
²⁾ Puertas de paso entre los recintos o zonas a independizar, a las que se les requiere la cuarta parte de la resistencia al fuego exigible al elemento compartimentador que separa dichas zonas y, al menos, EI₂30-C5.

Tabla 4." Vestíbulos de independencia. Fuente Cypecad."

3.4. Locales y zonas de riesgo especial

No existen zonas de riesgos especiales en el edificio.

4. PROPAGACIÓN EXTERIOR

Al ser un edificio aislado la condición para que no haya propagación del fuego a otro edificio es que la separación con éste sea de más de tres metros. La anchura de la calle que lo separa del edificio más próximo es mayor a 8m, por lo que se cumple esta condición.

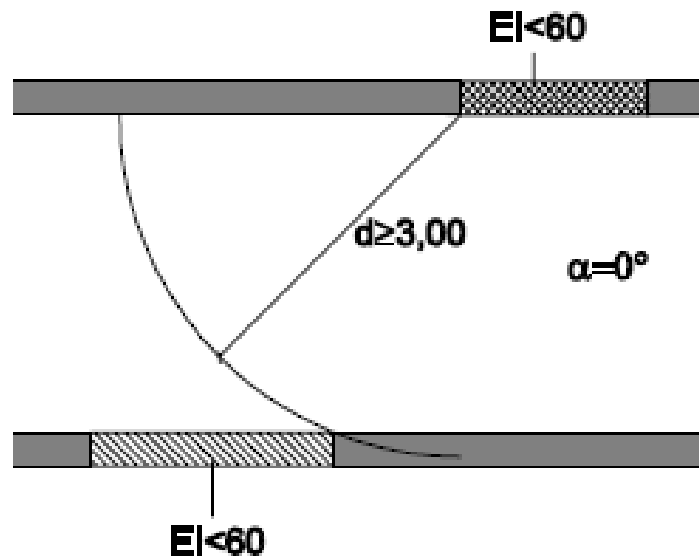


Imagen 1. "Propagación a edificio enfrentado."

En cuanto a la propagación entre sectores de incendio por fachada, se requiere una distancia horizontal mínima de 0,50m y una vertical mínima de 1m. Debido a la geometría del edificio cumplen con estas dos condiciones establecidas por el CTE.

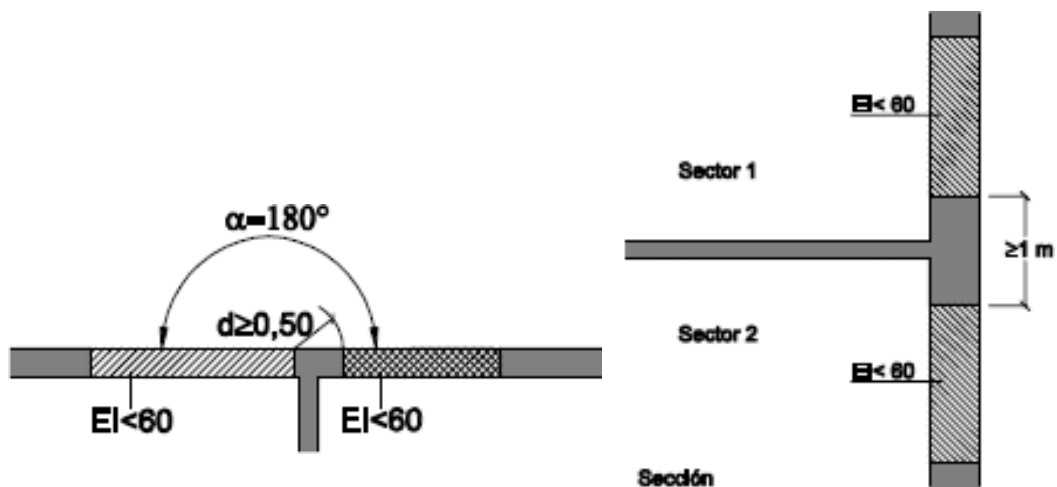


Imagen 2. "Propagación por fachada."

5. EVACUACIÓN DE OCUPANTES

5.1. Cálculo de la ocupación

Para el cálculo de la ocupación se han tomado los valores de la norma en función del uso del recinto.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Aparcamiento ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5	

Tabla 5. "Ocupación según zona. Fuente CTE"

5.2. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

El aparcamiento contará con 3 salidas peatonales, una en el centro del edificio y otra al lado contiguo de la entrada de los coches para garantizar que la distancia desde cualquier origen de evacuación a una de ellas es como máximo 50m en el caso de un aparcamiento.

Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:
	<ul style="list-style-type: none"> - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.
	La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.
	Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.

Tabla 6. "Número de salidas y longitud recorrido de evacuación. Fuentes CTE"

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación									
Planta	$S_{util}^{(1)}$ (m ²)	$\rho_{ocup}^{(2)}$ (m ² /p)	$P_{calc}^{(3)}$	Número de salidas ⁽⁴⁾		Longitud del recorrido ⁽⁵⁾ (m)		Anchura de las salidas ⁽⁶⁾ (m)	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sc_Aparcamiento_1 (Uso Aparcamiento), ocupación: 205 personas									
Planta 1	0	0	(147)	1	1	35	4.6	0.80	2.10
Aparcamiento	3075	15	82	2	3	43.8 + 18.8 *	49.5	0.80	1.10
			154	2	3	43.8 + 18.8 *	50.0	0.80	1.10
Notas: ⁽¹⁾ Superficie útil con ocupación no nula, S_{util} (m ²). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3). ⁽²⁾ Densidad de ocupación, ρ_{ocup} (m ² /p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3). ⁽³⁾ Ocupación de cálculo, P_{calc} , en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3). ⁽⁴⁾ Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3). ⁽⁵⁾ Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3). ⁽⁶⁾ Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3). * Longitud admisible para el recorrido de evacuación aumentada (25 %), al estar la zona protegida mediante una instalación automática de extinción, según nota al pie 1 de tabla 3.1 (DB SI 3).									

Tabla 7. "Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación. Fuente Cypecad"

5.3. Dimensionado y protección de escaleras y pasos de evacuación

Las escaleras previstas para evacuación se proyectan con las condiciones de protección necesarias en función de su ocupación, altura de evacuación y uso de los sectores de incendio a los que dan servicio, en base a las condiciones establecidas en la tabla 5.1 (DB SI 3).

Su capacidad y ancho necesario se establece en función de lo indicado en las tablas

4.1 de DB SI 3 y 4.1 de DB SUA 1, sobre el dimensionado de los medios de evacuación del edificio.

Escaleras y pasillos de evacuación del edificio							
Escalera	Sentido de evacuación	Altura de evacuación (m) ⁽¹⁾	Protección ⁽²⁾⁽³⁾		Tipo de ventilación ⁽⁴⁾	Ancho y capacidad de la escalera ⁽⁵⁾	
			Norma	Proyecto		Ancho (m)	Capacidad (p)
Escaleras	Ascendente	2.80	EP	EP	No necesaria*	1.00	230

Notas:

⁽¹⁾ *Altura de evacuación de la escalera, desde el origen de evacuación más alejado hasta la planta de salida del edificio, según el Anejo DB SI A Terminología.*

⁽²⁾ *La resistencia al fuego de paredes, puertas y techos de las escaleras protegidas, así como la necesidad de vestíbulo de independencia cuando son especialmente protegidas, se detalla en el apartado de compartimentación en sectores de incendio, correspondiente al cumplimiento de la exigencia básica SI 1 Propagación interior.*

⁽³⁾ *La protección exigida para las escaleras previstas para evacuación, en función de la altura de evacuación de la escalera y de las zonas comunicadas, según la tabla 5.1 (DB SI 3), es la siguiente:*

- NP := Escalera no protegida,
- NP-C := Escalera no protegida pero sí compartimentada entre sectores de incendio comunicados,
- P := Escalera protegida,
- EP := Escalera especialmente protegida.

⁽⁴⁾ *Para escaleras protegidas y especialmente protegidas, así como para pasillos protegidos, se dispondrá de protección frente al humo de acuerdo a alguna de las opciones recogidas en su definición en el Anejo DB SI A Terminología:*

- Mediante ventilación natural; con ventanas practicables o huecos abiertos al exterior, con una superficie útil de al menos 1 m² por planta para escaleras o de 0.2·L m² para pasillos (siendo 'L' la longitud del pasillo en metros).
- Mediante conductos independientes y exclusivos de entrada y salida de aire; cumpliendo tamaños, conexionado y disposición requeridos en el Anejo DB SI A Terminología.
- Mediante sistema de presión diferencial conforme a UNE EN 12101-6:2006.

⁽⁵⁾ *Ancho de la escalera en su desembarco y capacidad de evacuación de la escalera, calculada según criterios de asignación del punto 4.1 (DB SI 3), y de dimensionado según la tabla 4.1 (DB SI 3). La anchura útil mínima del tramo se establece en la tabla 4.1 de DB SUA 1, en función del uso del edificio y de cada zona de incendio.*

* *El desembarco no compartimentado de la escalera para evacuación ascendente proporciona la ventilación suficiente para cumplir la protección frente al humo exigible a la escalera, según los criterios para la interpretación y aplicación del Documento Básico DB SI publicados por el Ministerio de Fomento.*

Tabla 8. "Escaleras y pasillos de evacuación del edificio. Fuentes: Cypecad".

5.4. Protección de las escaleras

Según lo estipulado en la norma las escaleras solo podrán ser especialmente protegidas.

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Administrativo, Docente,	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Comercial, Pública Concu- rrencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽³⁾	Se admite en todo caso
Hospitalario			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Otro uso:	$h \leq 2,80$ m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
	$2,80 < h \leq 6,00$ m	$P \leq 100$ personas	
	$h > 6,00$ m	No se admite	

Tabla 9. "Protección de las escaleras. Fuente CTE"

5.5. Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3) se utilizará señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1998, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas del recinto se señalarán con el rótulo “SALIDA”.
- El rótulo “Salida de emergencia” solo se utilizará en todas las salidas prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos visibles desde todo origen de evacuación.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “ZONA DE REFUGIO”.
- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.
- Las señales deben ser visibles incluso en el caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-135, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

5.6. Control del humo de incendio

No es necesario instalar un sistema de control de humo de incendio en los aparcamientos abiertos, es decir, los que tengan un 1/20 de la superficie permanentemente abierta en fachada uniformemente distribuida entre las dos partes opuestas más cercanas. En este caso, en todo el perímetro del edificio hay huecos permanentemente abiertos que superan el 1/20 de la superficie construida, por lo que no se dispondrá instalación alguna.

5.7. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

Según la norma, en aparcamientos de más de 1500m² de planta, se ha de disponer de la posibilidad de pasar a un sector de incendio alternativo por una salida de planta accesible o zona de refugio.

Al ser una planta, y la dimensión del aparcamiento longitudinal de 130 metros, se dispondrá una salida con accesibilidad para personas de movilidad reducida. Las 3 plazas de aparcamiento para este colectivo se situarán al lado contiguo, con su espacio para maniobrar y tener facilidad para el proceso de evacuación en caso de emergencia.

Además, se ha instalado un sistema de interfonos que conectan con toda la zona de aparcamiento con la central de control para poder comunicar cualquier incidencia.

6. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

6.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Como norma general, se instalarán extintores portátiles de eficacia 21A -113B como mínimo a 15m de recorrido en planta como máximo. Además, para aparcamientos se dispondrán las siguientes instalaciones:

Aparcamiento

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² ⁽⁷⁾ . Se excluyen los aparcamientos robotizados.
Columna seca ⁽⁵⁾	Si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
Sistema de detección de incendio	En aparcamientos convencionales cuya superficie construida exceda de 500 m ² ⁽⁸⁾ . Los aparcamientos robotizados dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m ² y uno más cada 10.000 m ² más o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	En todo aparcamiento robotizado.

Imagen 3. "Instalaciones en aparcamientos".

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles ⁽¹⁾	Bocas de incendio equipadas ⁽²⁾	Columna seca	Sistema de detección y alarma ⁽³⁾	Instalación automática de extinción ⁽⁴⁾
Sc_Aparcamiento_1 (Uso 'Aparcamiento')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	No
Proyecto	Sí (17)	Sí (5)	No	Sí (55)	Sí (375)
Notas: ⁽¹⁾ Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4. ⁽²⁾ Se indica el número de equipos instalados, de 25 mm, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4. ⁽³⁾ Los sistemas de detección y alarma de incendio se distribuyen uniformemente en las zonas a cubrir, cumpliendo las disposiciones de la norma UNE 23007:96 que los regula. ⁽⁴⁾ Se indica el número de rociadores dispuestos en el sector de incendio. El reparto y disposición de rociadores se ha realizado en base a las disposiciones de la norma UNE EN 12845:05. En los sectores protegidos con una instalación automática de extinción, las longitudes permitidas de los recorridos de evacuación aumentan un 25%, en aplicación de la nota al pie de la tabla 3.1, DB SI 3. Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-144B-C.					

Tabla 10. "Dotación instalaciones en aparcamientos."

Además de estas dotaciones, se disponen 1 hidrantes exteriores a menos de 100 m de la fachada accesible del edificio, para el abastecimiento de agua del personal de bomberos en caso de incendio. Los

EVACUACION DE INCENDIOS

requerimientos para número de hidrantes exteriores a instalar en el edificio, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4, son los siguientes:

La superficie construida de uso 'Aparcamiento' es de 6552,88 m². Requiere, al menos, un hidrante.

6.2. Cálculos hidráulicos de instalación de bocas de incendio

El dimensionado de la red de PCI se ha realizado atendiendo a las presiones mínimas necesarias en los puntos de consumo, hallando la zona más desfavorable de la red conforme a la simultaneidad de uso para los equipos presentes en la misma:

Simultaneidad para bocas de incendio equipadas (BIE): 2

Rociadores simultáneos: 18

Clase de riesgo: Ordinario – G2

El punto de trabajo requerido para el grupo de presión 'A1 (Planta baja)' es:

Presión de salida: 56.86 m.c.a

Caudal de salida: 45.252 l/s

Cumpliendo también que, para un caudal de salida un 40% superior al nominal, la presión de salida del grupo es superior al 70% del punto de trabajo calculado.

Se muestra a continuación la justificación del cálculo hidráulico en la zona más desfavorable para el grupo de presión seleccionado:

Tramo	L	Q	v	J	P _i	∅h	∅P	P _f	∅	DN
A1 -> A (Sótano)	2.56	45.254	5.1	343	56.86	2.56	0.88	53.42	105.3	4"
A -> B	0.93	45.254	5.1	343	53.42	--	0.32	53.10	105.3	4"
B -> C	3.51	3.169	0.4	3	53.10	--	0.01	53.09	105.3	4"
C -> I	0.57	3.169	1.4	73	53.09	--	0.04	53.05	53.1	2"
I -> J	21.07	3.169	1.4	73	53.05	--	1.54	51.51	53.1	2"
J -> K	0.55	1.589	1.6	135	51.51	--	0.07	51.43	36.0	1 1/4"
K -> A5	1.26	1.589	1.6	135	51.43	-1.26	0.17	52.52	36.0	1 1/4"
A5, BIE 25 mm (K = 42), (Sótano)		1.589						52.52		
J -> L	32.20	1.580	0.7	20	51.51	--	0.65	50.86	53.1	2"
L -> A6	1.26	1.580	1.6	134	50.86	-1.26	0.17	51.95	36.0	1 1/4"
A6, BIE 25 mm (K = 42), (Sótano)		1.580						51.95		
B -> A7	0.51	42.085	11.0	2361	53.10	--	1.21	51.90	68.9	2 1/2"
A7, Rociador (K = 80), (Sótano)		3.008						51.90		
A7 -> A8	2.76	39.077	10.3	2061	51.90	--	5.70	46.20	68.9	2 1/2"

EVACUACION DE INCENDIOS

A8, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.839							46.20		
A8 -> A9	2.76	36.238	9.5	1788	46.20	--	4.94	41.26	68.9	2 1/2"	
A9, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.682							41.26		
A9 -> A10	2.76	33.556	8.8	1552	41.26	--	4.29	36.97	68.9	2 1/2"	
A10, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.539							36.97		
A10 -> M	1.38	31.017	8.1	1344	36.97	--	1.86	35.11	68.9	2 1/2"	
M -> N	2.76	2.310	0.6	12	35.11	--	0.03	35.08	68.9	2 1/2"	
N -> A192	1.38	2.310	4.0	1079	35.08	--	1.49	33.59	27.3	1"	
A192 -> A193	2.76	2.310	4.0	1079	33.59	--	2.98	30.60	27.3	1"	
A193, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.310							30.60		
M -> AK	2.76	28.706	7.5	1157	35.11	--	3.20	31.91	68.9	2 1/2"	
AK -> AL	2.76	17.582	4.6	462	31.91	--	1.28	30.64	68.9	2 1/2"	

Tramo	L	Q	v	J	P _i	⊗h2	⊗P	P _f	Ø	DN	
AL -> AM	2.76	6.680	1.7	75	30.64	--	0.21	30.43	68.9	2 1/2"	
AM -> A350	1.38	6.680	4.6	846	30.43	--	1.17	29.26	41.9	1 1/2"	
A350, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.259							29.26		
A350 -> A351	2.76	4.421	3.1	396	29.26	--	1.09	28.17	41.9	1 1/2"	
A351, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.216							28.17		
A351 -> A352	2.76	2.204	1.5	109	28.17	--	0.30	27.86	41.9	1 1/2"	
A352, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.204							27.86		

AL -> A359	1.38	8.598	6.0	1374	30.64	--	1.90	28.74	41.9	1 1/2"
A359, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.239						28.74		
A359 -> A360	2.76	6.360	4.5	792	28.74	--	2.19	26.55	41.9	1 1/2"
A360, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.152						26.55		
A360 -> A361	2.76	4.208	3.0	370	26.55	--	1.02	25.52	41.9	1 1/2"
A361, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.110						25.52		
A361 -> A362	2.76	2.098	1.5	102	25.52	--	0.28	25.24	41.9	1 1/2"
A362, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.098						25.24		
AL -> A363	1.38	2.304	1.7	134	30.64	--	0.19	30.45	41.9	1 1/2"
A363, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.304						30.45		
AK -> A368	1.38	8.772	6.2	1471	31.91	--	2.03	29.88	41.9	1 1/2"
A368, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.283						29.88		
A368 -> A369	2.76	6.489	4.5	814	29.88	--	2.25	27.63	41.9	1 1/2"
A369, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.195						27.63		
A369 -> A370	2.76	4.294	3.0	381	27.63	--	1.05	26.58	41.9	1 1/2"
A370, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.153						26.58		
A370 -> A371	2.76	2.141	1.5	105	26.58	--	0.29	26.28	41.9	1 1/2"
A371, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.141						26.28		
AK -> A372	1.38	2.352	1.7	134	31.91	--	0.19	31.73	41.9	1 1/2"
A372, Rociador (K = 80), (Sótano)		2.352						31.73		

Notas:

L:
 Longitud
 real del
 tramo Q:
 Caudal

v: Velocidad

J: Pérdida de
 carga en el
 tramo P_i: Presión
 de entrada al
 tramo @h: Altura
 salvada por el
 tramo @P: Caída
 de presión en el
 tramo P_i:
 Presión de salida

Ø: Diámetro
 interior de la
 tubería DN:
 Diámetro nominal
 de la tubería

Tabla 11. "Cálculo instalación bocas de incendio. Fuentes Cypecad"

6.3. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035- 4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

7. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

En este caso serán de aplicación los siguientes conceptos, definidos en las tablas:

- Para elementos estructurales:

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.
⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.
⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.
⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Imagen 4. "Resistencia requerida. Fuenete Cypecad"

- Para elementos estructurales en zonas de riesgo:

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

Imagen 5. "Resistencia requerida. Fuenetes Cypecad"

7.1. Partición interior

La resistencia de las particiones interiores se cumple para todas ellas, ya que se han empleado tabiques de dos hojas con trasdosado en ambas caras, cumpliendo así con el requisito que tienen las escaleras protegidas de tener elementos separadores EI120.

7.2. ESTRUCTURA

La resistencia al fuego de la estructura se comprobará mediante el programa informático Cype Ingenieros 2017. Según el CTE-DB-SE-I la resistencia al fuego debe ser R-120, por lo que se procederá a comprobar los elementos característicos de la estructura siendo suficiente si cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Alcanzan la clase indicada en la tabla 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial y de la altura de evacuación del edificio.
- Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial ⁽¹⁾	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado ⁽²⁾			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales ⁽³⁾
			Soportes	Vigas	Forjados	
Sc_Aparcamiento_1	Aparcamiento	Planta baja	estructura de hormigón	estructura de hormigón	estructura de hormigón	R 120
Sc_Aparcamiento_1	Aparcamiento	Cubierta	estructura de hormigón	estructura de hormigón	estructura de hormigón	R 120

Notas:

⁽¹⁾ Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

⁽²⁾ Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

⁽³⁾ La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

Tabla 12. "Resistencia al fuego de la estructura. Fuentes: Cype cad"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

ANEJO 13- URBANIZACION EXTERIOR

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 2

2. ELEMENTOS 2

 BANCOS 2

 PAPELERAS 2

 PARQUE INFANTIL 3

Columpio de Cesta: 4

Balancín de muelle 4

3. VEGETACION 4

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1. "BANCO DE MADERA. FUENTE: GOOGLE" 2

IMAGEN 2. "PAPELERA METÁLICA DE 64 LITROS. FUENTES PROPIA 3

IMAGEN 3. "COLUMPIO INFANTIL MIXTO" 3

IMAGEN 4. "COLUMPIO DE CESTA" 4

IMAGEN 5. "BALANCIN CON MUELLE" 4

1. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente anejo se definirá el conjunto de elementos que formarán parte del mobiliario urbano que se situará en la cubierta del edificio, ya que la intención es mimetizar el aparcamiento con el entorno.

Para más información, véase en el “Documento nº2: planos- urbanización exterior”.

En este sentido, se considera mobiliario urbano a los elementos utilizados para el uso público como: asientos, mesas, papeleras, bolardos, etc. Teniendo en cuenta la Orden VIV/561/2010, publicada en el BOE-A-2010-4057.

2. ELEMENTOS

BANCOS

Los bancos se situarán a lo largo de los caminos pavimentados que conectan las 4 salidas y entradas que se disponen alrededor de la cubierta del parque. Se ha optado por no colocar bancos en la zona donde días puntuales se realiza el mercadillo, para que estos no obstaculicen a los transeúntes en dichos días.

Se ha elegido el modelo del banco, igual a los existentes en los parques de la zona, ya que son muy usuales en el municipio de Portugalete.



IMAGEN 1. "BANCO DE MADERA. FUENTE: GOOGLE"

PAPELERAS

Las papeleras se dispondrán en todo el recinto, guardando una distancia acorde para facilitar el uso a los usuarios. Estas, tendrán un emplazamiento tal que favorezca su utilización, no deberán molestar el tráfico peatonal, ocupando una posición discreta.

El tipo de papelera que se dispondrá son las utilizadas en la Noble villa de Portugalete. Metálicas de 64 litros, hechas de acero galvanizado en frío y termocalada con pintura epoxi de polvo de poliéster.



IMAGEN 2. "PAPELERA METÁLICA DE 64 LITROS. FUENTES PROPIA

PARQUE INFANTIL

Se disponen distintos tipos de juegos para niños cumpliendo las normativas pertinentes:

- Columpio Infantil de dos plazas con asientos planos, cuna o mixtos:



IMAGEN 3. "COLUMPIO INFANTIL MIXTO"

El columpio estará certificado mediante UNE EN 1176-1:2009 y UNE EN 1176-2.

COLUMPIO DE CESTA:



IMAGEN 4. "COLUMPIO DE CESTA"

BALANCÍN DE MUELLE



IMAGEN 5. "BALANCIN CON MUELLE"

El balancín infantil o “caballito del mar” cuenta con un muelle termo lacado, plástico de polietileno de alta densidad con protección UV, componentes metálicos galvanizados y tornillería protegida con tapones de polipropileno.

3. VEGETACION

Se dispondrá vegetación en casi la totalidad de la superficie de la cubierta, dejando el camino peatonal libre, que será pavimentado como se explica en su anejo correspondiente. Se colocarán los arbustos y árboles similares a los de alrededor del aparcamiento para garantizar la continuidad del entorno.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 14- REPORTAJE FOTOGRAFICO

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018/2019

Fecha: 22/07/2019



INDICE

1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO 2

INDICE DE ILUSTRACIONES

IMAGEN 1 “VISTA AÉREA DE LA ZONA DONDE SE UBICARÁ EL NUEVO APARCAMIENTO” 2
IMAGEN 2. “IMÁGENES DE LA DESORGANIZACIÓN DEL APARCAMIENTO ACTUAL” 3
IMAGEN 3. “PLAZAS DE APARCAMIENTO PINTADAS DE MANERA QUE PUEDE LLEGAR A ERROR DEBIDO A QUE NO SE BORRAN LAS ANTIGUAS MARCAS VIALES” 4

1. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

El presente anejo tiene como finalidad ilustrar, mediante fotografías tomadas en la zona de actuación, la situación actual y la consecuente necesidad del aparcamiento.

Se presentan a continuación diversas imágenes del ámbito y zona de influencia del proyecto.



Imagen 1 "Vista aérea de la zona donde se ubicará el nuevo aparcamiento"

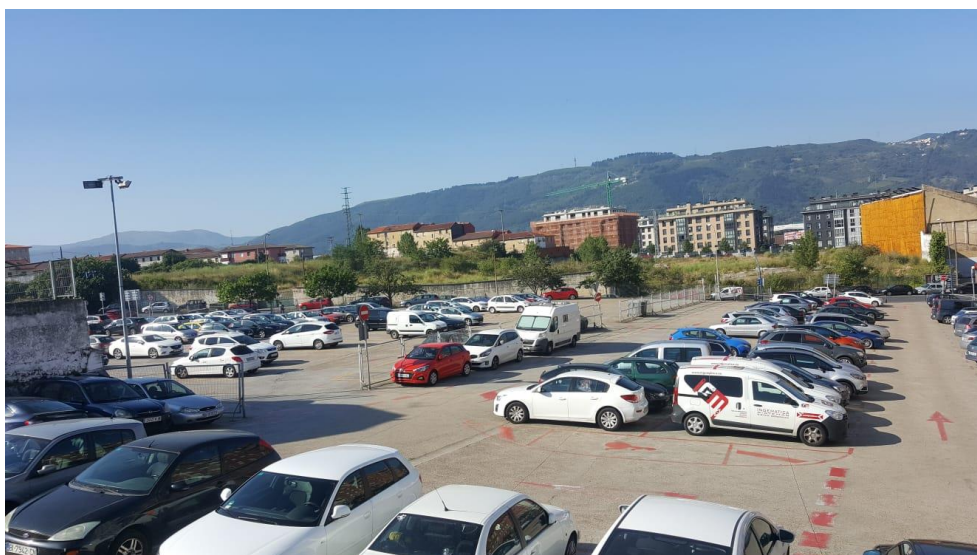


Imagen 2. "Imágenes de la desorganización del aparcamiento actual"

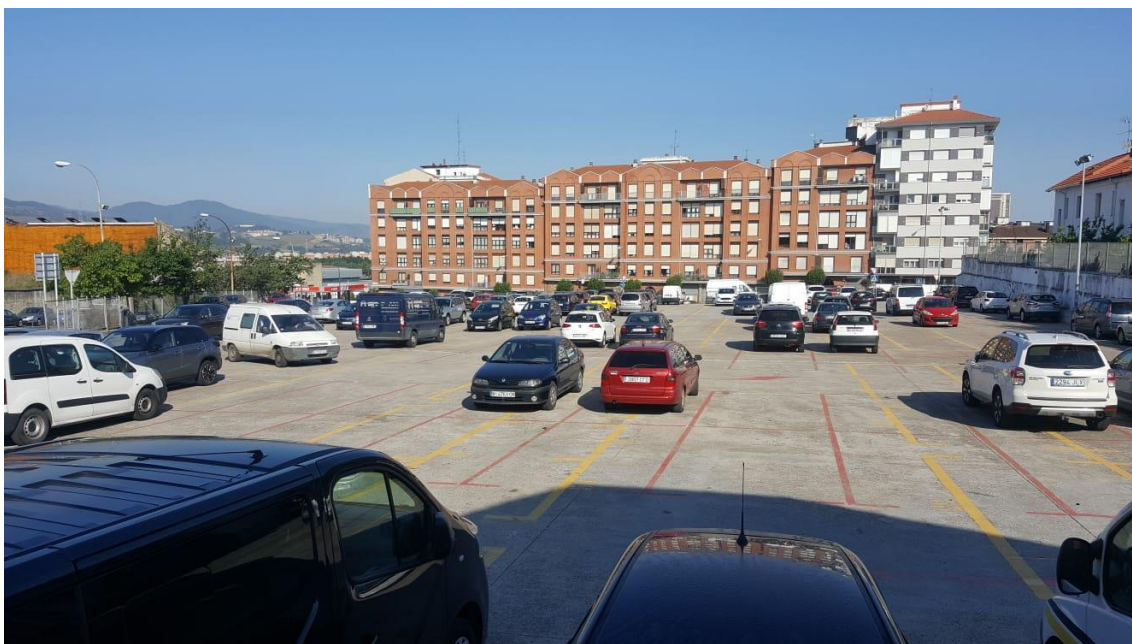


Imagen 3. "Plazas de aparcamiento pintadas de manera que puede llegar a error debido a que no se borran las antiguas marcas viales"

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 15- CONTROL DE CALIDAD

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018-2019

Fecha: 22/07/2019

INDICE

1.1.- OBJETO.....	2
1.2.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	3
1.3.- CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	4
1.4.- CONTROL DE CALIDAD DE LA EJECUCION	5
2.- RELACION DE MATERIALES OBJETO DE CONTROL.....	5
2.1.- AGUA.....	5
2.2.- ARIDOS	5
2.3.- CEMENTOS	6
2.4.- HORMIGON	7
2.5.- ACERO PARA ARMAR.....	8
2.6.- SUELOS: RELLENOS, M. FILTRANTES, BASES Y SUBBASES	9
2.6.1. <i>Control de Calidad</i>	9
2.6.2.- CONTROL DE LA EXTENSIÓN.....	10
2.6.3.- CONTROL DE LA COMPACTACIÓN	10
2.6.4. CONTROL GEOMÉTRICO	11
2.6.5 CONTROL DE ASIENTOS.....	12
2.7.- ENCOFRADOS.....	12
2.8.- ANCLAJES PROVISIONALES.....	12
ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.	13
2.9- INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO.....	14
2.10- INSTALACIÓN DE PLUVIALES Y SANEAMIENTO.....	14
2.11- INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS Y EMERGENCIAS.....	14
2.12- INSTALACIÓN VENTILACIÓN Y DETECCIÓN DE CO.....	14
2.13- ENERGÍA ELÉCTRICA, VIGILANCIA Y COMUNICACIONES.....	14
2.14- LADRILLOSCERÁMICOS Y SÍLICO-CALCAREOS	14
3.- DOCUMENTOS DE IDENTIFICACION Y GARANTIA DE MATERIALES.....	14
4.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO:.....	17
SE ADJUNTAN A CONTINUACIÓN LAS FICHAS CORRESPONDIENTES AL CONTROL DE CALIDAD Y EL PRESUPUESTO DEL MISMO.....	17

1.- MEMORIA

1.1.- OBJETO

El objeto de este documento, es desarrollar el PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD, especificando las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra correspondientes a la ejecución completa del **“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)”**.

Pretende especificar los criterios para la recepción de los materiales, según estén éstos avalados o no por sellos o marcas de calidad, los ensayos, análisis y pruebas a realizar, la determinación de lotes y de todos aquellos parámetros necesarios para el correcto control de calidad de los materiales.

La elaboración del Programa de Control se ha llevado a cabo según el Decreto 238/1996 de 22 de Octubre, por el que se regula el Control de Calidad en la construcción, y tiene por objeto garantizar la verificación y el cumplimiento de la normativa vigente, creando el mecanismo necesario para realizar los Ensayos y Pruebas que avalen la idoneidad técnica de los materiales empleados en la ejecución y su correcta puesta en obra, conforme a los documentos del proyecto.

Para ello se han extraído de la Memoria de proyecto las características y requisitos que deben cumplir los materiales, así como los datos necesarios para la elaboración del Programa, que consta de los siguientes apartados:

- Memoria
- Relación de materiales objeto de control
- Mediciones
- Documentos de identificación y garantía de materiales
- Partidas, lotes y muestras, relación de ensayos.
- Valoración

El Programa de Control, una vez terminado, se visará por el Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del País Vasco y el Promotor lo adjuntará como Documento Anexo al **“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)”**.

Para la realización de los ensayos, análisis y pruebas se contratará, con el conocimiento de la Dirección Facultativa, los servicios de un Laboratorio de Ensayos debidamente acreditado y antes del comienzo de la obra, dará traslado del “Programa de Control de Calidad” a dicho laboratorio, con el fin de coordinar de manera eficaz el control de calidad.

Una vez comenzada la obra, la Dirección Facultativa anotará en el “Libro de Control de Calidad” los resultados de cada ensayo y la identificación del laboratorio que los ha realizado, así como los certificados de origen, marcas o sellos de calidad de aquellos materiales que los tuvieran.

Para darse por enterada de los resultados de los ensayos, la Dirección Facultativa firmará en el “Libro de Control de Calidad” y reflejará en el correspondiente “Libro de Órdenes” los criterios a seguir en cuanto a la aceptación o no de materiales o unidades de obra, en el caso de resultados discordes con la calidad definida en el Proyecto.

Finalmente, para la expedición del “Certificado Final de Obra”, se presentará en el Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Bizkaia “Certificado de Control de Calidad”, siendo preceptivo para su visado la aportación del “Libro de Control de Calidad”. Este Certificado de Control

será el documento oficial garantía del control realizado.

1.2.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Las obras a realizar han sido detalladas en la memoria del Proyecto de Ejecución. En el ámbito de las infraestructuras el proyecto contempla los siguientes conceptos:

- Desvío de servicios afectados.
 - Demoliciones y movimientos de tierras.
 - Estructura.
- Muro perimetral. - Pantallas
 - Muros por bataches
 - Anclajes
- Estructura interior. - Zapatas
 - Pilares y vigas
 - Soleras
 - Forjados
 - Rampas de acceso
 - Rampas interiores.
 - Rampas de escalera
 - Núcleos de acceso
- Estructura metálica. - Pilares edificios comerciales
 - Celosías cubierta edificios comerciales
 - Pilares marquesina
 - Celosías cubierta marquesina
- Impermeabilización. - Cubierta aparcamiento
 - Solera
 - Forjados cubierta núcleos escaleras
- Albañilería. - Cerramientos ladrillo perforado
 - Divisiones de ladrillo hueco.
 - Encofrados y maestrados.
 - Fachadas ventiladas Alucobond
 - Aislamientos
- Solados - Pavimento de pintura de resina epoxi
 - Baldosas de gres antideslizante
 - Gradas de gres antideslizante
 - Baldosa hidráulica, punta diamante.
 - Baldosa granito pavimento plaza
 - Bordillos granito jardinería plaza
- Alicatados. - Alicatados de gres.
 - Alicatados de gresite
 - Revestimiento de granito muros accesos vehículos

- Revestimiento de granito accesos a aparcamiento

Falsos techos. - Falsos techos de cartón- yeso.
- Falso techo de Alucobond

Carpintería metálica. - Puertas acero galvanizado
- Barandillas acero inoxidable
- Ventanas aluminio lacado.
- Muro cortina cierres edificios comerciales

Pintura - Pintura plástica pilares
- Pintura plástica paredes.
- Pintura plástica techos.

Cubierta - Cubierta Deck edificios comerciales
- Cubierta policarbonato celular.
- Cubierta chapa ondulada
- Cubierta invertida nucleos de acceso
- Cubierta transitable urbanización de plaza
- Cubierta ajardinada urbanización de plaza

Instalaciones - Ascensor.
- Equipo de bombeo
- Agua potable.
- Saneamiento y drenaje.
- Detección y extinción de incendios.
- Ventilación y detección de CO.

- Energía eléctrica y alumbrado.
- Gestión de aparcamiento
- Guiado plaza a plaza
- Recarga vehículos eléctricos
- Detección de incendios
- Telecomunicaciones

Señalización y balizamiento

Urbanización exterior - Reposición redes de servicio afectadas
- Ejecución de redes de servicios para la urbanización
- Firmes y pavimentos
- Jardinería

1.3.- CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a utilizar en esta obra deberán estar homologados por Organismos autorizados y deberán cumplir todas las características especificadas para ellos en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

El Control de los diferentes materiales se realizará en general comprobando la existencia de un Sello de Calidad y comprobando que éstos cumplen las exigencias determinadas en los Pliegos de

Condiciones.

En el caso particular de los materiales referidos en el apartado 2 del presente documento, el control de calidad de los mismos se realizará según lo especificado en el citado apartado.

1.4.- CONTROL DE CALIDAD DE LA EJECUCION

En general se realizará el control de la ejecución de los trabajos basándose en el cumplimiento de lo especificado expresamente en los Pliegos de Condiciones correspondientes y a las normas de la buena construcción.

2.- RELACION DE MATERIALES OBJETO DE CONTROL

2.1.- AGUA

Si su procedencia corresponde a la red de agua potable se considera válida, sin necesidad de ningún tipo de control.

Se exigirá a la central de hormigonado que indique la procedencia del agua empleada en la elaboración del hormigón suministrado.

En caso de procedencia desconocida las aguas empleadas deberán satisfacer los límites siguientes:

➤	Contenido de sustancias disueltas	< 15.000 mg/l.
➤	Contenido de iones cloro (cloruro)	< 3.000 mg/l.
➤	Contenido de sulfatos (SO ₄)=	< 1.000 mg/l.
➤	Contenido de sustancias orgánicas solubles en éter (aceites y grasa)	< 15.000 mg/l.
➤	Hidratos de carbono	NO
➤	Exponente de hidrógeno (pH)	5 < pH < 8

Cuando no se posean antecedentes de su utilización y/o en caso de duda, se realizarán los ensayos de idoneidad contemplados en la EHE, comprendiendo:

➤	Contenido de sulfatos	S/UNE 7131
➤	Contenido de cloruros	S/UNE 7178
➤	Sustancias disueltas	S/UNE 7130
➤	Aceites y grasas	S/UNE 7235
➤	Hidratos de carbono	S/UNE 7132
➤	Determinación del pH	S/UNE 7234

La toma de muestras destinada al análisis químico se realizará según UNE 7.236. Los criterios de aceptación y rechazo están reflejados en la EHE - 08.

2.2.- ARIDOS

Tipo: Áridos calizos procedentes de roca de machaqueo.

El tamaño máximo de los áridos será de 25/40mm en las cimentaciones, pilares y muros y será de 12mm en la capa de compresión de los forjados.

Se pondrá especial cuidado en mantener las mismas características en los áridos suministrados, vigilando las variaciones del frente de cantera y los cambios de humedad, para evitar dispersiones en la resistencia del hormigón.

Los áridos a utilizar deberán ajustarse en todo momento a lo dictado por el artículo 28º de la EHE - 08.

Se exigirá a la central de hormigón preparado certificado de ensayos de cada tipo y tamaño de árido, tanto al inicio de la obra como con la periodicidad que la Dirección Facultativa considere oportuno.

En el caso de hormigones sin distintivo reconocido o CC-EHE, o para hormigones procedentes de centrales sin Sello o Marca de Calidad, antes de comenzar la obra, si varían las condiciones de suministro o se van a emplear para otras aplicaciones distintas a las ya sancionadas por la práctica y siempre que lo indique el Director de Obra, se realizarán los ensayos de identificación mencionados en 28.1. y los correspondientes a las condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas, especificados en 28.3.1, 28.3.2 y 28.3.3 de la EHE - 08.

El Contratista facilitará a la Dirección de Obra el acceso al lugar de fabricación y procedencia de los áridos para realizar las comprobaciones oportunas.

Los criterios de aceptación o rechazo están señalados en la EHE - 08 Art. 81.3.3.

2.3.- CEMENTOS

Tipo: El cemento a utilizar en la ejecución de las obras será el tipo CEM II/A.

La central de hormigón comprobará que el cemento que vaya a utilizar en la elaboración del hormigón que llegue a obra llega acompañado del "Documento de Identificación" (albarán y hoja de características). En el caso de que no disponga del mismo, deberán realizarse los ensayos de recepción y control establecidos en la EHE - 08. La toma de muestras se efectuará según UNE 80.401.

El Contratista deberá facilitar a la Dirección Facultativa una copia del Documento de Identificación del cemento utilizado en la central de hormigón para la fabricación del hormigón suministrado en obra.

Tanto los ensayos Previos como los Característicos son preceptivos salvo experiencia previa de la central de hormigonado, avalada por documentos que lo justifiquen y que deberán ser presentados a la Dirección Facultativa.

En el caso de hormigones sin distintivo reconocido o CC-EHE, o para hormigones procedentes de centrales sin Sello o Marca de Calidad, antes de comenzar la obra, el Contratista informará a la Dirección de Obra el fabricante que suministrará el cemento y el

nombre comercial de éste, adjuntando la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones requeridas de acuerdo con el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos.

- No se variará durante la ejecución de la obra, el suministrador, ni el tipo de cemento sin autorización de la Dirección de Obra.
- La dosificación a utilizar en la obra quedará determinada en los Ensayos Previos y en las condiciones dictadas por el artículo 86º de la Norma EHE - 08.
- Si fuera necesario variar las características de algún componente del hormigón, en algún momento de la obra, sería condición indispensable la nueva ejecución de Ensayos Previos.

Se comprobará a la recepción del producto que llega acompañado del “Documento de Identificación” (Albarán y hoja de características).

Se realizarán los ensayos de recepción y control según EHE - 08, en el caso de que el material no posea dicho documento. La toma de muestras se efectuará según UNE 80.401.

2.4.- HORMIGON

En todos los elementos estructurales se empleará un hormigón con características mínimas de HA-30/B/20/IIa y HA-30/B/20/IIa+Qb según elementos

Como ya se ha indicado la consistencia será Plástica o Blanda para compactar con vibradores de aguja con frecuencia inferior a 6.000 ciclos / minuto, excepto en el caso de que el hormigón deba ser bombeado admitiéndose entonces una consistencia Blanda o fluida que se conseguirá mediante superfluidificantes.

El hormigón será en todos los casos suministrado por una central de hormigón en posesión de Sello o Marca de Calidad, que estará homologada e inscrita en el Registro Industrial, según Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el real Decreto 697/1995, de 28 de abril, estando dicha inscripción a disposición de la Dirección Facultativa (en el eventual caso de que ésta considerara oportuno consultarla). Dicha central deberá cumplir todos los requisitos de la Normativa vigente y Organismos correspondientes.

El Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa los documentos que justifiquen y avalen la posesión del Sello o Marca de Calidad.

El Contratista comprobará que cada amasada de hormigón suministrada esté acompañada por una hoja de suministro debidamente cumplimentada según el apartado 69.2.9.1 de la EHE - 08 y firmada por una persona física. El Contratista archivará dichas hojas de suministro (estando siempre a disposición de la Dirección Facultativa) hasta la entrega de la documentación final de control.

En el caso de que el suministro por una central de hormigón en posesión de Sello o Marca de Calidad fuera imposible, serán preceptivos tanto los ensayos Previos como los Característicos del hormigón, así como de cada uno de sus componentes, todo ello de acuerdo con lo

establecido en la EHE - 08.

El fabricante justificará por experiencias anteriores que con estos materiales, la dosificación y el proceso de ejecución previstos conseguirá un hormigón con las condiciones exigidas; sin embargo podrán ejecutarse a juicio de la Dirección Facultativa los ensayos característicos sobre probetas procedentes de seis masas diferentes de hormigón, enmoldando tres probetas por masas, las cuales se ejecutarán, conservarán y romperán s/ EHE - 08.

La fabricación del hormigón, así como el transporte, deberá ajustarse al artículo 69º de la EHE - 08.

Con el fin de asegurar el suministro de hormigón a la obra, la planta dispondrá de materiales acopiados en cantidad suficiente como para producir hormigón al máximo de producción durante 10 horas. La planta dispondrá para su manejo, personal especializado en este trabajo y mantendrá las mismas personas con el fin de asegurar un hormigón homogéneo. La planta dispondrá de los medios necesarios para determinar la cantidad de agua en los áridos y poder corregir la cantidad de agua de amasado. El transporte al punto de vertido se realizará con cubas giratorias de espas fijas.

Caso de que en un momento determinado se vea la necesidad o conveniencia del empleo de un cierto tipo de aditivo, éste necesitará la aprobación de la Dirección de Obra, para lo cual el Contratista propondrá el suministrador y el tipo de producto, adjuntando la especificación técnica del mismo. También se realizarán ensayos previos para poder apreciar lo que afecta a la resistencia del hormigón.

El Contratista entregará para su aprobación a la Dirección Facultativo, el tipo y marca de los morteros especiales y adhesivos, en el caso de que fuera necesaria su utilización, así como las características técnicas de los mismos. Entregará asimismo resultados de ensayos de composición y análisis de aditivos.

Los ensayos de control del hormigón se realizarán de acuerdo con las prescripciones correspondientes a un control estadístico, dividiendo la obra en lotes s /cuadro 88.4.a de la EHE - 08.

Por cada lote se realizarán dos amasadas de seis probetas cada una, para romper dos probetas a 7 días y tres probetas a 28 días, dejando una de reserva.

La Dirección Facultativa podrá variar el número de amasadas por cada lote, el número de probetas por amasada, así como el número de días tras los cuáles se deben romper dichas probetas.

La toma de muestras, conservación y rotura se hará de acuerdo a lo dictaminado por las normas UNE 83.300, 83.301 y 83.304.

La puesta en obra del hormigón se hará siguiendo las indicaciones del artículo 70º de la EHE - 08.

Queda totalmente prohibida la adición de agua en obra, en las cubas de transporte, al hormigón elaborado procedente de la planta de hormigonado.

Se tendrá especial cuidado para el vertido continuo y si es necesario se colocarán conducciones adecuadas de forma que en ningún caso se produzca la segregación de la mezcla.

En general se garantizará para las armaduras un recubrimiento mínimo de 5cm en hormigones en contacto con el terreno y de 3,5cm en el resto de los casos.

La compactación del hormigón se realizará por vibrado, utilizando personal cualificado y evitando en lo posible el contacto del vibrador con las armaduras.

Siempre que se haga una junta de hormigonado por debajo del nivel freático se dispondrá una junta estanca y adhesivo de hormigón viejo-nuevo. Previamente a la aplicación del adhesivo se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto, se picará y retirará la capa superficial de mortero dejando los áridos al descubierto. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la EHE - 08.

Para el curado del hormigón se procederá de acuerdo con lo indicado en el artículo 74º de la EHE.

Como norma general, el plazo de desencofrado de cualquier elemento estructural no será inferior a 72 horas (excepto en el caso de los forjados), salvo que la Dirección Facultativa autorice un plazo menor o exija uno mayor.

2.5.- ACERO PARA ARMAR

Para el armado del hormigón se emplearán barras corrugadas, de diferentes diámetros, B 500 S y con características según UNE 36.068.

Todo el acero suministrado para el armado del hormigón en esta obra deberá estar certificado. El dimensionado y disposición de las armaduras se realizará tal como se establece en los planos del proyecto y siguiendo las indicaciones de la Norma EHE, artículo 66, en lo que a elaboración de ferralla y colocación de las armaduras se refiere.

El doblado y colocación de las armaduras se hará de acuerdo con las indicaciones del artículo 66 de la Norma EHE.

El Contratista comprobará a la recepción de cada partida que llega acompañada de la copia del “Certificado de Garantía del Fabricante” (en el que también se indicará que es apto para el soldeo y las condiciones y procedimientos en que éste debe realizarse) y además solicitará copia de los “Resultados de los Ensayos” de cada partida servida, estando ambos documentos firmados por persona física, de acuerdo con lo establecido en los artículos 31º y 32º de la EHE. El Contratista archivará dichas hojas de suministro (estando siempre a disposición de la Dirección Facultativa) hasta la entrega de la documentación final de control.

Los mismos certificados se exigirán para las barras que componen las mallas, así como los certificados propios de las mismas.

Todas las barras llevarán grabadas las marcas de identificación del tipo de acero y la marca del fabricante, según los códigos de homologación dados en UNE 36.068.

Se realizarán los ensayos según las prescripciones del artículo 90.3 de la EHE.

En el caso de utilizarse elementos de uniones de barras tales como manguitos roscados, Cadweld, etc., éstos deberán encontrarse homologados por algún Organismo Oficial a escala nacional. En cualquier caso la resistencia de la unión a rotura en ensayo de tracción deberá cumplir los siguientes requisitos:

Rotura de la unión: superior a la carga de rotura de la mayor de las barras a unir.

- Rotura de unión: superior a 1,2 veces la carga de rotura de la mayor de las barras de unir.
- Para controlar la calidad del acero se adopta un Control a Nivel Normal.

A efectos de control, las armaduras se dividirán en lote, correspondientes a un mismo suministrador, designación y serie.

Si el acero está certificado, el tamaño máximo de lote por diámetro estará constituido por 40t o fracción total del acero.

Se tomarán dos probetas por cada lote, para realizar sobre ellas las comprobaciones indicadas en el apartado 90.3.1 de la EHE.

Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en al menos una probeta de cada lote para las barras corrugadas, de acuerdo con el apartado 90.3.1 de la EHE.

Los criterios de aceptación o rechazo son los establecidos en la EHE, Art. 90.5.

El acero empleado deberá cumplir las características mecánicas y químicas especificadas en la norma NBE EA-95.

2.6.- SUELOS: RELLENOS, M. FILTRANTES, BASES Y SUBBASES

2.6.1. Control de Calidad

Se llevará a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- a) En el lugar de procedencia

Comprobar la retirada de la montera de tierra vegetal antes del comienzo de la explotación.

Comprobar la explotación racional del frente y en su caso, la exclusión de las vetas no utilizables. Tomar muestras representativas, de acuerdo con el criterio del Director de las Obras, del material excavado para efectuar los siguientes

Ensayos

➤ Por cada 5.000 m³ de material:

- 1 Próctor normal
- 1 Determinación granulométrica
- 1 Determinación de límites de Atterberg

➤ Por cada 20.000 m³ de material:

- 1 CBR de laboratorio
- 1 Determinación de materia orgánica

b) En el propio tajo o lugar de empleo

Examinar los montones procedentes de la descarga de camiones, desechando de entrada aquellos que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o bolos de mayor tamaño que el admitido como máximo y señalando aquellos otros que presenten alguna anomalía en cuanto al aspecto que debe tener el material que llega a obra de las procedencias aprobadas, tales como distinta coloración, exceso de plasticidad, etc.

Tomar muestras de los montones señalados como sospechosos para repetir los ensayos efectuados en el lugar de procedencia. Los resultados de los ensayos de los materiales en su lugar de procedencia o de empleo (en caso de que sea necesario repetirlos), serán siempre valores que cumplirán las limitaciones establecidas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

Dada la rapidez de la cadena operativa “extracción-compactación”, la inspección visual tiene una importancia fundamental en el control de los materiales para terraplenes.

2.6.2.- Control de la extensión

Comprobar “grosso modo” el espesor y anchura de las tongadas.

Los resultados de las mediciones “grosso modo” se interpretarán subjetivamente y, con tolerancia amplia, y deberán ajustarse a lo indicado en los Planos y Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

2.6.3.- Control de la compactación

Dentro del tajo a controlar se define:

Lote: Material que entra en 5.000m² de tongada, exceptuando las franjas de borde de 2,00m de ancho.

Si la fracción diaria es superior a 5.000m² y menor del doble se formarán dos Lotes aproximadamente iguales.

Muestra: Conjunto de 5 unidades, tomadas en forma aleatoria de la superficie definida como Lote. En cada una de estas unidades se realizarán ensayos de:

- Humedad
- Densidad

Franjas de borde: en cada una de las bandas laterales de 2,00m de ancho, adyacentes al Lote anteriormente definido, se fijará un punto cada 100m lineales. El conjunto de estos puntos se considerará una Muestra independiente de la anterior, y en cada uno de los mismos se realizarán ensayos de:

- Humedad
- Densidad

Complementaria o alternativamente al sistema de control anteriormente expuesto podrá establecerse, si así lo estima el Director como más eficaz, por las características especiales de una determinada obra, el sistema de control del procedimiento de ejecución, para ello se fijará previamente al comienzo de la ejecución el espesor de la tongada, el número de pasadas y el equipo a emplear, vigilando posteriormente, mediante inspecciones periódicas, su cumplimiento.

Las densidades secas obtenidas en la capa compactada deberán ser iguales o mayores que las especificadas en cada uno de los puntos ensayados. No obstante, dentro de una Muestra se admitirán resultados individuales de hasta un dos por ciento (2%) menores, que los exigidos, siempre que la media aritmética del conjunto de la Muestra resulte igual o mayor que el valor fijado en el Pliego.

El contenido de humedad de las capas compactadas no será causa de rechazo.

En el caso de que haya adoptado el control de procedimiento las comprobaciones de espesor, número de pasadas e identificación del equipo de compactación deberán ser todas favorables.

La humedad óptima obtenida en los ensayos de compactación se considerará como dato orientativo, debiendo corregirse en obra de acuerdo con la energía de compactación del equipo de apisonado utilizado y a la vista de los resultados obtenidos en cada caso particular.

En las determinaciones de densidades y humedades "in situ" podrán utilizarse métodos tales como los aparatos con isótopos radiactivos, picnómetros de aire, botella con carburo de calcio, etc., siempre que, por medio de ensayos previos, se haya logrado establecer una correspondencia razonable, a juicio del Director de las Obras, entre estos métodos y los especificados en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

Vigilar si durante la compactación se producen blandones, en cuyo caso deberán ser corregidos antes de proceder a efectuar los ensayos de control.

2.6.4. Control geométrico

Se comprobarán las cotas de replanteo, colocando estacas niveladas hasta mm.

Desde los puntos de replanteo se comprobará si aparecen desigualdades de anchura, de rasante o de pendiente transversal y se aplicará la regla de 3m donde se sospechen variaciones superiores a las tolerables.

Se aceptarán las secciones que cumplan las condiciones geométricas exigidas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista, mediante excavación o añadido de material, y escarificado previo de la superficie subyacente.

Una vez compactada la zona objeto de reparación, deberán repetirse en ella los ensayos de densidad, así como la comprobación geométrica.

Es conveniente también, realizar una comprobación geométrica “grosso modo” de la superficie que sirve de apoyo a la coronación del terraplén.

2.6.5 Control de asientos

Para el control de asientos habrá que tener en cuenta la capa de terreno de cimentación sobre la que se apoya el terraplén, rígida o compresible.

En caso de capa rígida, solo se controlará el asiento del terraplén propiamente dicho que podrá considerarse estable y por lo tanto apto, cuando las medidas de los asientos tomados en un intervalo igual o mayor de dos semanas difieran en menos de 1mm, medidos sobre clavos de asiento colocados en coronación de terraplén, los cuales permiten medir mediante topografía de precisión los movimientos producidos según tres ejes ortogonales trirectangulares.

Cuando la capa de terreno de cimentación del terraplén sea compresible, y no esté afectada por el nivel freático, se considerarán los asientos, no solo los producidos por el propio terraplén sino los que produce la capa de apoyo, considerándose estable y por lo tanto apto cuando las medidas de las mismas den los resultados indicados anteriormente.

Si la capa de terreno de cimentación fuera compresible y estuviera influenciada por el nivel freático, la Dirección de Obra, en el caso de que el Proyecto no lo haya previsto, y a la vista de la naturaleza de la misma estudiarán el método más adecuado (de consolidación del terreno) para disipar las tensiones intersticiales generadas por el agua.

En este caso ha de vigilarse la estabilidad del terraplén, limitándose la velocidad de su crecimiento y la evolución de los asientos por lo que se realizará:

- Control de presiones efectivas.
- Control de crecimiento del terraplén independientemente del método de consolidación, en caso de que existiera.
- Control de asientos.

El método correcto en cada caso se desarrollará mediante un Proyecto de Auscultación que detalle la sistemática y metodología a aplicar. Dicho Proyecto de auscultación así como las determinaciones que obligue será de abono por cuenta del porcentaje general de la obra para control de calidad.

2.7.- ENCOFRADOS.

En el caso particular del encofrado, y previamente a las operaciones de hormigonado, se procederá a la comprobación de la idoneidad y compatibilidad con las características del hormigón así como de las velocidades y sistemas de hormigonado, sobrecargas de obra, presiones. De igual manera se procederá a suprimir cuantos elementos deformados, desviados e insuficientemente limpiados para su empleo como encofrado.

2.8.- ANCLAJES PROVISIONALES.

Características de los materiales:

Acero de calidad St 1570/1770 para alambres lisos que serán estirados en frío, dotados de los correspondientes certificados de homologación de acero de tensado, debiendo superar asimismo los ensayos de fatiga.

Aglomerante de tipo Pórtland de resistencia mínima 350 kp/cm² pudiéndose emplear aditivos bajo la indicación de la dirección de obra.

Relación agua/ cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44, siendo la post-inyección en suelos adhesivos de 0,5.

Placa de acero de quince centímetros (15cm) de lado y veinte milímetros (20mm) de espesor como dimensiones mínimas.

Mortero de cabeza de anclaje M-450. El mortero de inyección en forma de lechada en la zona libre del anclaje tendrá una relación de agua cemento igual a dos (2).

El pH del mortero de cemento será de 12,6, como protección activa contra la corrosión. La superficie del acero se volverá eléctricamente pasiva por el medio alcalino del mortero de cemento por lo que independientemente del potencial existente no se producirá corrosión.

Vainas lisas y corrugadas que separaran el mortero interior y exterior, creando una barrera estanca al gas. Debido a las condiciones de transporte, montaje y a las exigencias mecánicas, se emplearán tubos de PVC, PPH o PE con un espesor mínimo de 1mm en vainas corrugadas.

Grasas protectoras que proceden a rellenar los huecos existentes y permiten la deformación durante el tesado, debiendo poseer los certificados de calidad y homologación especiales estando en posesión de las características exigibles de pureza, absorción de agua, resistencia eléctrica, saponificación, durabilidad y aplicación como viscosidad, resistencia a la temperatura.

Elementos fundamentales de la protección contra la corrosión.

- En Longitud de anclaje: recubrimiento de mortero de cemento, de 20mm alrededor del tendón en suelos cohesivos y de 10mm en roca.
- En la longitud libre de tensión: una vaina de plástico obturada en el extremo inferior, que ofrece protección suficiente y libre dilatación durante el tensado, deberá resistir los golpes de manipulación.
- En la cabeza del anclaje: una vez unida herméticamente con la vaina se aplicara un recubrimiento o una caperuza para proteger la tuerca o la unión con cuñas.
- De control:
 - Control de calidad de los Materiales.
No necesario si existen sellos de calidad reconocidos.
 - Cada anclaje realizado:
Prueba de Recepción comprobación capacidad portante de cada uno de los anclajes.
 - Cada 5 anclajes realizados:
Control estadístico de la Longitud no sellada de los anclajes
 - Cada 5 anclajes realizados:
Control estadístico de las longitudes libres de anclaje

- En los tres (3) primeros anclajes realizados:
Prueba de aptitud

2.9- *INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO.*

- Control y prueba del funcionamiento de la red de abastecimiento.

2.10- *INSTALACIÓN DE PLUVIALES Y SANEAMIENTO.*

- Comprobación de los sistemas de bombeo.

2.11- *INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS Y EMERGENCIAS.*

- Comprobación de los sistemas de detección de humos y fuego y funcionamiento de los sistemas de emergencia y alarma.
- Comprobación del sistema de iluminación de Emergencia.

2.12- *INSTALACIÓN VENTILACIÓN Y DETECCIÓN DE CO.*

- Comprobación de los sistemas de detección de CO y funcionamiento de los sistemas de extracción y ventilación.

2.13- *ENERGÍA ELÉCTRICA, VIGILANCIA Y COMUNICACIONES.*

- Comprobación y pruebas de los sistemas de vigilancia.
- Prueba de funcionamiento de pares y coaxiales de comunicaciones.
- Pruebas del reglamento electrotécnico de alta y media tensión.

2.14- *LADRILLOSCERÁMICOS Y SÍLICO-CALCAREOS .*

- Ensayos de densidad aparente, características dimensionales, absorción de agua, succión de agua, formación de eflorescencias, heladicidad, resistencia a la compresión y de expansión por la humedad.

3.- DOCUMENTOS DE IDENTIFICACION Y GARANTIA DE MATERIALES

AGUAS

- Documento que indique la procedencia de las aguas.
- Certificado de ensayos de la central de hormigonado (únicamente cuando no proceda de la red potable).

ARIDOS

- Certificado de idoneidad para cada tamaño y tipo de la central de hormigonado.

ADICIONES

- Certificado de garantía del fabricante.
- Certificado de ensayos previos de la central de hormigonado.
- Albarán de suministro.

ADITIVOS

- Certificado de garantía del fabricante.
- Certificado de ensayos previos de la central de hormigonado.
- Albarán de suministro.

CEMENTOS

- Documento de identificación.
- Albarán de suministro.
- Hoja de características.
- Certificado de posesión marca N.
- Certificado de ensayos previos de la central de hormigonado.
- Certificado de garantía del fabricante.

ACEROS PARA ARMAR

- Certificado de homologación de adherencia de cada Ø y tipo de acero.
- Certificado de garantía de cada partida del fabricante.
- Certificado de posesión de Sello o Marca de Calidad.
- Albarán de suministro.
- Distintivo de la marca N.

HORMIGON

- Certificado de inscripción en el registro industrial de central de hormigón preparado.
- Certificado de posesión de Sello o Marca de Calidad.
- Certificado de ensayos de control de producción de la central.
- Hoja de suministro del hormigón.

ACEROS ESTRUCTURALES

- Certificados de calidad de los perfiles laminados, los cuales deberán de provenir, necesariamente, de un fabricante en posesión del sello AENOR o similar.
- Planos taller del despiece de la estructura.
- Homologación procedimiento soldadura.
- Homologación de soldadores actualizada.
- Características técnicas de los equipos de soldadura.
- Certificados de calidad de los electrodos y metales de aportación.

MATERIALES VARIOS

- Certificado de garantía del fabricante.
- Certificado de ensayos previos del fabricante.
- Certificado de posesión de Sello o Marca de Calidad.
- Albarán de suministro.

4.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO:

Se adjuntan a continuación las fichas correspondientes al control de calidad y el presupuesto del mismo.

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL
APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO EN EL
MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)***

ANEJO 16- GESTION DE RESIDUOS

Alumna: JORDE, GUTIERREZ, JAIONE

Director: ETXEBERRIA, RAMIREZ, PAULO

Curso: 2018-2019

Fecha: 22/07/2019



INDICE

1. - ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD, EXPRESADA EN TONELADAS Y EN METROS CÚBICOS, DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA	2
2.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DE PROYECTO	4
3.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS	5
4.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA	7
5.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA	7
6.- PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	8
7.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN CAPÍTULO INDEPENDIENTE	9

DOCUMENTO Nº 7

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRANEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)

EMPLAZAMIENTO: BARRIO REPELEGA (PORTUGALETE)

PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE PORTUGALETE

A continuación, se desarrolla un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs) redactado para dar cumplimiento a las especificaciones del Decreto 112/2012 de 26 de junio, por el se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOPV de 03/09/12).

El Adjudicatario de las obras de construcción se convertirá en Poseedor de RCDs, y quedará obligado a redactar un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs), y presentarlo a la propiedad. Este Plan de Gestión de RCDs deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la Propiedad.

1. - ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD, EXPRESADA EN TONELADAS Y EN METROS CÚBICOS, DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

La estimación se realizará siguiendo las tablas del Decreto 112/2012 de Gobierno Vasco.

El Anejo I del Decreto 112/2012 de Gobierno Vasco sobre esta materia recoge tabulados y con reparto en porcentajes según el material y código LER que refiera, el ratio en tonelada /m² construido, mínimo, según tipología de obra, que se puede emplear para el cálculo (estimación) de cantidades a contener en el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción, que son los siguientes:

APARCAMIENTOS

Tipo de Obra en la que se generan Residuos de	Clase de Estructura	Cantidad de Residuos (estimada)a gestionar (Ratio/m ² constr.)
Demolición OBRA NUEVA DE EDIFICIO (aparcamientos)	hormigón	0,0841 t/m ² c

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

S^o m ² superficie construida	V m ³ volumen residuos (S x 0,0841)	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 tn/m ³	Tn tot toneladas de residuo (v x d)
6552,88 m ²	551,09 m ³	1,00 t/m ³	551,09 t

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a las tablas del Anejo I del decreto 112/2012 la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos plasmados en el Plan Nacional de RCDs 2001-2006, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

Evaluación teórica del peso por tipología de RC	Código LER	% en peso (según ANEJO I del 112/2012)	T Toneladas de cada tipo de RC (T total x %)
RC: Naturaleza no pétreo			
1. Asfalto	17 03	1,5 0	8,26
2. Madera	17 02	9,5 0	52,35
3. Metales (incluidas sus aleaciones)	17 04	8,0 0	44,08
4. Papel	20 01	2,0 0	11,02
5. Plástico	17 02	2,7 5	14,87
6. Vidrio	17 02	0,2 5	1,10
Total estimación (t)		24, 00	132,26
RC: Naturaleza pétreo			
1. Tierras y rocas no contaminadas	17 05	5,1 0	28,10
2. Hormigón	17 01	33, 10	181,86
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01	30, 00	165,32

GESTION DE RESIDUOS

4. Otros residuos de construcción y demolición	17 09	2,5 0	13,77
Total estimación (t)		70, 70	385,76
RC: Potencialmente peligrosos y otros			
1. Basura	20 02 -20 03	1,0 0	5,5109
2. Potencialmente peligrosos y otros	07 07 - 08 01 - 13 02 - 13 07 14 06 - 15 01 - 15 02 - 16 01 16 06 - 17 01 17 02 - 17 03 17 04 - 17 05 - 17 06 - 17 08 17 09 - 20 01	4,3 0	23,69
Total estimación (t)		5,3 0	29,20

Estimación del volumen de los RCD según el peso evaluado:

	RC: Naturaleza no pétreo (T)	RC: Naturaleza pétreo (T)	RC: Potencialmente peligrosos y otros (T)
Aparcamientos	132,26	385,76	29,20
TOTAL	132,26	385,76	29,20

2.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DE PROYECTO

Se establecen las siguientes pautas las cuales deben interpretarse como una clara estrategia por parte del poseedor de los residuos, aportando la información dentro del Plan de Gestión de Residuos, que él estime conveniente en la Obra para alcanzar los siguientes objetivos.

X	Separación en origen de los residuos peligrosos contenidos en los RC
	Reducción de envases y embalajes en los materiales de construcción
	Aligeramiento de los envases
X	Envases plegables: cajas de cartón, botellas, ...
X	Optimización de la carga en los palets
	Suministro a granel de productos
	Concentración de los productos
X	Utilización de materiales con mayor vida útil

	Instalación de caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables
	Otros (indicar)

3.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se señalan las operaciones planteadas de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en la obra objeto del Proyecto, operaciones que deberán ser recogidas en el Plan de Gestión de RCDS:

	Operación prevista	Destino previsto
	No se prevé operación de reutilización alguna	
X	Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Propia obra
X	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización	Externo (1)
X	Reutilización de materiales cerámicos	Externo (1)
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	
	Reutilización de materiales metálicos	
	Otros (indicar)	

(1) El destino externo se determinará en el Plan de Gestión de los RCDs.

Previsión de operaciones de valoración "in situ" de los residuos generados.

	No se prevé operación alguna de valoración "in situ"
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
X	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
X	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)

ELIMINACIÓN	
	No se prevé operación de eliminación alguna
X	Depósito en vertederos de residuos inertes
X	Depósito en vertederos de residuos no peligrosos
	Depósito en vertederos de residuos peligrosos
	Otros (indicar)



Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ".

RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino
x	Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
x	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RN
x	Metales: cobre, bronce, latón, hierro, acero, mezclados o sin mezclar	Reciclado	Gestor autorizado Residuos No Ps
x	Papel , plástico, vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RN
x	Yeso		Gestor autorizado RN
RCD: Naturaleza pétreo			
x	Residuos pétreos trituradas distintos del código 01 04 07		Planta de Reciclaje RCD
x	Residuos de arena, arcilla, hormigón,...	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
x	Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
x	RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de Reciclaje RCD
RCD: Potencialmente peligrosos y otros			
	Mezcla de materiales con sustancias peligrosas ó contaminados	Depósito Seguridad	Gestor autorizado de Residuos Peligrosos (RPs)
	Materiales de aislamiento que contienen Amianto	Depósito Seguridad	
	Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	Depósito Seguridad	
	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	Depósito Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad	
	Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas		Gestor autorizado RPs
x	Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	Tratamiento / Depósito	
	Tubos fluorescentes	Tratamiento / Depósito	
	Pilas alcalinas, salinas y pilas botón	Tratamiento / Depósito	
x	Envases vacíos de plástico o metal contaminados	Tratamiento / Depósito	

GESTION DE RESIDUOS

x	Sobrantes de pintura, de barnices, disolventes,...	Tratamiento / Depósito	
	Baterías de plomo	Tratamiento / Depósito	

En el presente Estudio de Gestión de RCDs se plantea que todos los RCDs sean enviados al vertedero autorizado siguiente:

VERTEDERO ALTO DE ENEKURI (ERANDIO)

EMPRESA: VOLBAS S.A.
 RAZON SOCIAL: C/RODRÍGUEZ ARIAS 6, DPTO. 606 (48008 BILBAO)
 TFNO.: 94.4478932
 RESPONSABLE: ITXARONE AMANTEGI

El Plan de Gestión de RCDs podrá plantear alternativas si resultaran más convenientes.

4.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los RCDs generados en la obra se separarán en las siguientes fracciones cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón	10,0 T
- Ladrillos, tejas, cerámicos	10,0 T
- Metal	En todos los casos
- Madera	En todos los casos
- Vidrio	0,25 T
- Plástico	En todos los casos
- Papel y cartón	0,25 T

La separación en fracciones y su almacenaje provisional (acopio) se llevará a cabo dentro de la propia obra

5.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE

LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA

En este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que se redacta como Documento nº7 del “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL APARCAMIENTO SUBTERRANEO EN EL MUNICIPIO DE PORTUGALETE (BIZKAIA)” redactado en Julio de 2019, se plantea la colocación de contenedores para las distintas fracciones de RCDs, ubicados a lo largo de la zona de actuación en base al grado de avance de las obras.

6.- PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

En relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

x	Actuaciones previas en derribos: se realizará el apeo, apuntalamiento,... de las partes ó elementos peligrosos, tanto en la propia obra como en los edificios colindantes. Como norma general, se actuará retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.
x	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
x	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
x	El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
x	En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de RCD.
x	Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.



x	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.
x	La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente, la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
x	Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombros".
x	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
x	Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
x	Ante la detección de un suelo como potencialmente contaminado se deberá dar aviso a las autoridades ambientales pertinentes, y seguir las instrucciones descritas en el Real Decreto 9/2005.
	Otros (indicar)

7.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE FORMARÁ PARTE DEL PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN CAPÍTULO INDEPENDIENTE

	RC: Naturaleza no pétreo (T)	RC: Naturaleza pétreo (T)	RC: Potencialmente peligrosos y otros (T)
Aparcamientos	132,26	385,76	29,20
TOTAL	132,26	385,76	29,20

Tipo de RCD	Estimación RCD en Tn	Coste gestión en €/Tn <i>planta, vertedero gestor autorizado</i>	Importe €
TIERRAS Y PETREOS DE LA OBRA	551,09 m ³	----	
DE NATURALEZA NO PETREA	132,26	12,50	1.653,25
DE NATURALEZA PETREA	385,76	12,50	4.822



GESTION DE RESIDUOS

POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y	29,20	350	10.220
TOTAL PEM			16.695,25

Se establecen los siguientes precios obtenidos de análisis de obras de características similares, si bien, el contratista posteriormente se podrá ajustar a la realidad de los precios finales de contratación y especificar los costes de gestión de los RCDs de Nivel II por las categorías LER (Lista Europea de Residuos según Orden MAM 304/2002/) si así lo considerase necesario

Julio de 2019

Fdo. Jaione Jorde Gutierrez