



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos

ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL E INSTALACIONES DE OBRA CIVIL DEL RECINTO PARA ESPECTÁCULOS TAURINOS EN LA LOCALIDAD DE SARRIÓN, PROVINCIA DE TERUEL

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

ALUMNO: SARA CONTEL MARTÍN

TUTOR: JULIÁN ALCALÁ GONZALEZ

FECHA DE ENTREGA: 13/06/2014

ÍNDICE:

1. DOCUMENTO 1: MEMORIA

ANEJO N°1. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL

ANEJO N°2. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ANEJO N°3. CÁLCULO ESTRUCTURAL

ANEJO N°4: DRENAJE

2. DOCUMENTO 2: PLANO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO
2. LOCALIZACIÓN
3. ANTECEDENTES
4. SOLUCIÓN ADOPTADA
5. LEGISLACIÓN APLICABLE
6. ESTADO ACTUAL
7. ESTUDIOS PREVIOS
8. DEFINICIÓN DE LAS OBRAS
 - 8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL
 - 8.2. ESTRUCTURA
 - 8.3. CÁLCULO
 - 8.4. DRENAJE
9. VALORACIÓN ECONÓMICA
10. ANEJOS
 - ANEJO 1. SITUACIÓN Y ESTADO ACTUAL
 - ANEJO 2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - ANEJO 3. CÁLCULO ESTRUCTURAL
 - ANEJO 4. DRENAJE

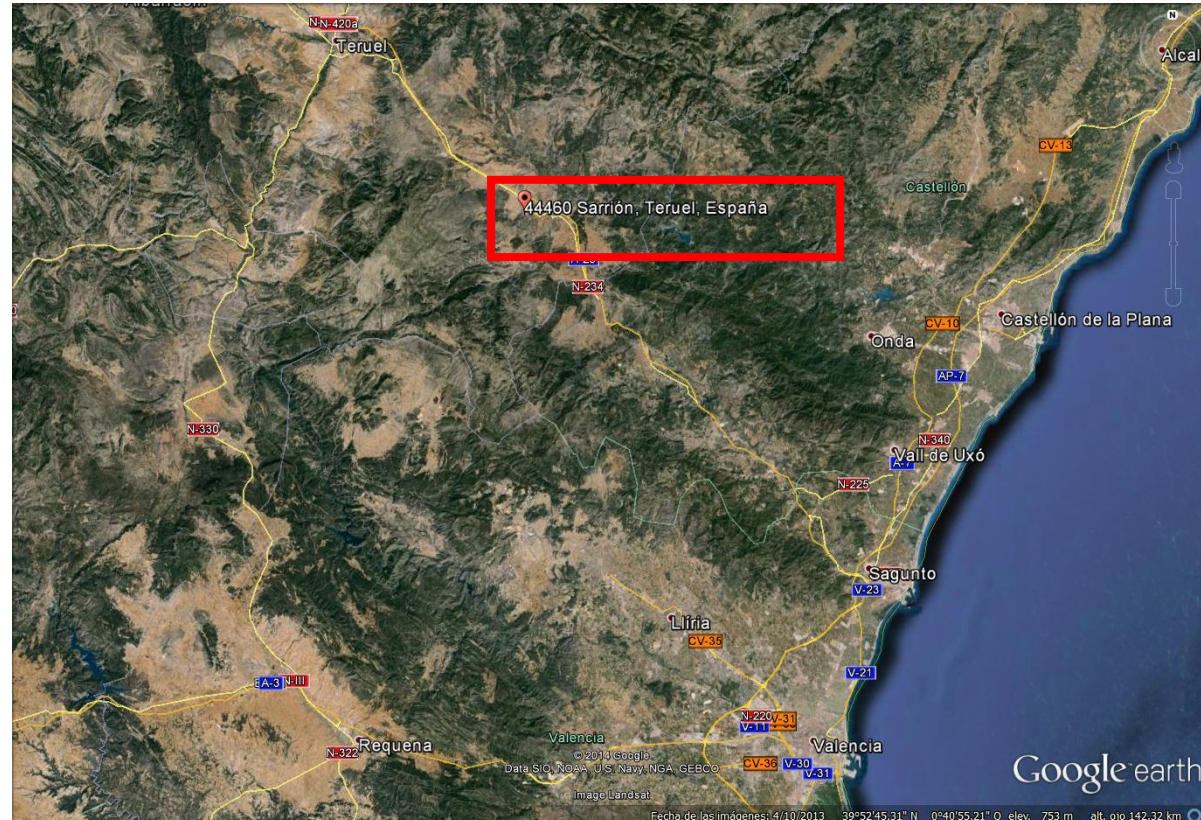
1. OBJETO

El objeto del presente proyecto, denominado **ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL E INSTALACIONES DE OBRA CIVIL DEL RECINTO PARA ESPECTÁCULOS TAURINOS EN LA LOCALIDAD DE SARRIÓN, PROVINCIA DE TERUEL**, es completar los créditos necesarios para finalizar la titulación de Grado en Ingeniería Civil. Para ello, a continuación se presenta, de acuerdo con la legislación vigente, los documentos necesarios para definir justificadamente la obra civil necesaria para la instalación de un recinto destinado a espectáculos taurinos que permita la sustitución de la actual plaza de estructura metálica desmontable en la localidad de Sarrión.

2. LOCALIZACIÓN

Las obras descritas en este Proyecto se encuentran en la población de Sarrión, situada en la Comarca Gúdar-Javalambre de la provincia de Teruel, Aragón. A continuación se especifican sus coordenadas UTM:

- X= 686.3 00 m
- Y=4.445.850 m



Desde Teruel, así como desde Valencia, a la población de Sarrión se accede desde la Autovía Mudéjar (A-23).

El área afectada comprende un descampado situado a la izquierda de la segunda entrada a la localidad desde la nacional N-234 (Sagunto-Burgos). Este descampado limita al norte con la propia nacional N-234, al oeste con la carretera de entrada al pueblo y la carretera de acceso al cementerio de la localidad y la zona industrial, al este con la zona de pajares del pueblo conocida como “Las Eras” y al sur con las primeras edificaciones de la localidad.

En el Plano 1 del Documento 2: Planos del presente Proyecto, se incluye una descripción más detallada sobre la localización de las obras.

3. ANTECEDENTES

La localidad de Sarrión es una de las que cuenta con mayor tradición taurina de la comarca de Gudar-Javalambre.

A lo largo de los años, los festejos taurinos de la población se han desarrollado en recintos con localizaciones y condiciones muy variadas, no obstante, en todos, ellos se han desarrollado numerosos problemas y aún no se ha llegado a una solución que satisfaga a todos los interesados.

Actualmente, el recinto se sitúa en uno de los bordes de la población y consiste en un conjunto de estructuras metálicas desmontables diseñadas en dos niveles, que se unen entre sí mediante cuerdas y se calzan y acoplan al terreno mediante tacos de madera. En la siguiente imagen se puede observar la disposición general durante la celebración de la festividad en la población:



Los problemas de seguridad de esta disposición son numerosos: accidentes por caídas desde el nivel superior, problemas de accesibilidad para personas con movilidad reducida, fugas del ganado entre los barrotes metálicos, estado degradado de las estructuras, problemas de acceso para los vecinos de los alrededores, falta de higiene, etc. Además, estas estructuras son de propiedad privada, lo que, por un lado, imposibilita el disfrute de los festejos desde una zona cómoda y con buena visibilidad para los aficionados que provienen de otras poblaciones o que no poseen una estructura propia y, por otro lado, en muchas ocasiones resulta imposible instalar la plaza debido a que los propietarios no se encuentran en la población en ese momento, lo que supone tener que recurrir a recintos improvisados con estructuras de madera.

En cuanto al diseño, el recinto presenta una geometría irregular y con obstáculos, por lo que aparecen partes del ruedo que no son visibles desde todos los ángulos. Además, las condiciones del terreno no son las adecuadas ni para la ganadería ni para los aficionados, puesto que se trata de una zona de descampado llena de vegetación espontánea y otros residuos en la que no se realiza ningún tratamiento previo a los festejos.

También cabe destacar el creciente deseo e interés de los habitantes en los últimos años en lo que concierne a los espectáculos taurinos, hecho que ha conducido a la creación de una asociación taurina que encuentra numerosos problemas a la hora de innovar y ofrecer festejos de mayor calidad por las limitaciones del recinto.

4. SOLUCIÓN ADOPTADA

Se ha adoptado por una solución (detallada en el apartado 8 de la presente memoria y en los correspondientes anejos) que se basa en los siguientes puntos:

- Diseño y cálculo de la estructura circular correspondiente a la plaza de toros de 3ª categoría y los edificios anexos necesarios, en este caso, toriles y patio de caballos, así como su distribución interior.
- Red de drenaje de las aguas pluviales.
- Valoración económica de la solución estructural estudiada.

5. LEGISLACIÓN APLICABLE

En la redacción del **proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente** normativa:

- Decreto 223/2004, de 19 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de Espectáculos Taurinos.
- Código Técnico de la edificación (CTE), incluyendo el Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE) y el Documento Básico de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA).

- Eurocódigo 2.

6. ESTADO ACTUAL

El lugar elegido para la construcción de la obra consiste en un descampado de unos 7500 m². Se trata de un solar exento de edificaciones, a excepción de un pajar situado en la parte este y una vivienda en la parte suroeste del terreno. La mayor parte del terreno se encuentra cubierta de vegetación natural de la zona crecida de manera espontánea.

En cuanto accesos, la situación presenta un único acceso asfaltado a la zona que recorre el terreno de suroeste a noroeste y que coincide con la carretera que conduce al cementerio y el polígono industrial de la población. El resto de accesos se sitúan en la parte este y están sin asfaltar, pero permiten el acceso directo al terreno.

En el Anejo 1: Situación y estado actual, se incluye una descripción detallada de la zona, acompañada de un reportaje fotográfico.

7. ESTUDIOS PREVIOS

7.1. Topografía

En la página Web del Sistema de Información Territorial de Aragón (SITAR) existe cartografía disponible de la zona a escala 1:1000, correctamente acotada.

El terreno donde se sitúan las obras de este Proyecto es prácticamente llano, que según esta cartografía se encuentra a una cota variable entre los 970 m de la zona sur del terreno y los 968 m de la zona norte, sobre el nivel del mar.

Así mismo, en plano nº 3 del Documento 2: Planos, se incluye el replanteo de la obra.

7.2. Geología y geotecnia

La población de Sarrión se encuentra en las Sierras de Gúdar, localizadas en el sector centrorienta de la Cordillera Ibérica, al Este de la provincia de Teruel.

La extensión consiste en un extenso macizo montañoso de unos 2500 Km² entre los que se encuentra la llanura de Sarrión. Esta gran depresión central cuenta con una gran variedad de materiales: arcillas, areniscas, margas, conglomerados, niveles calizos y una alta presencia de yesos. La resistencia a la erosión de estos materiales es baja y su estabilidad natural es buena.

Su morfología presenta formas de relieve variables, de suave a acusado, con existencia de áreas de relieve muy acusado por aparición de los efectos de una activa erosión.

En conjunto, la capacidad de carga de estos terrenos es media y los asentamientos también de magnitud media. Al igual que en todas las formaciones yesíferas, deberá tenerse en cuenta la posible aparición de asientos bruscos por disolución de yesos en aquellas zonas que éstos se presentan.

En cuanto a trabajos de campo, se han realizado dos sondeos mecánicos y la toma de cuatro muestras inalteradas (categoría A), así como ocho ensayos SPT (categoría B).

Tras los trabajos de campo, se puede dividir el terreno en tres niveles geotécnicos.

- Un primer nivel de rellenos, formado por tierra vegetal y rellenos formados a base de arena limosa y gravas.
- Nivel intermedio de limos arenosos con formaciones encostradas y costras carbonatadas. Se trata de un nivel con una compacidad densa.
- Último nivel de arenas limosas con nódulos carbonatados y costras.

Según criterios SUCS, el suelo se clasifica como SM-SC y SM

En base a los trabajos de campo y a los ensayos de laboratorio, se ha definido el modelo geotécnico del terreno, es decir, se le ha atribuido unos valores característicos al terreno que recogen, para cada nivel, sus magnitudes resistentes.

Los ensayos efectuados han consistido en dos ensayos de corte directo y tres ensayos de compresión simple, en los que se han obtenido como resultado los siguientes parámetros para cada nivel geotécnico definido:

PARÁMETROS	Nivel II	Nivel III
Densidad aparente (kN/m ³)	22,0	21,0
υ	0,35	0,35
C _u (kPa)	60	65
ϕ'	23°	28°
C' (kPa)	18	20
k (m/s)	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸
E' (MPa)	12-14	10-12

Toda esta información se detalla y especifica en el Anejo 2: Geología y geotecnia que acompaña a la Memoria.

7.3. Hidrología.

Para el diseño del drenaje del recinto, ha sido necesario realizar un estudio para conocer las características hidrológicas y las precipitaciones de la cuenca en la que se sitúa la localidad.

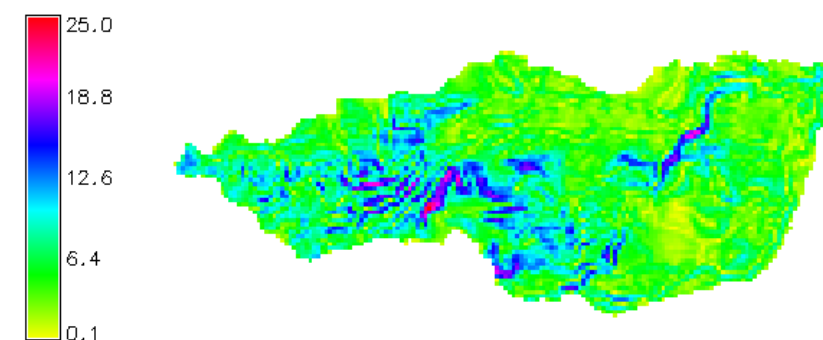
Todos los detalles del cálculo hidrológico y del estudio de precipitación se encuentran detallados en el Anejo 4. Drenaje que acompaña a este documento. Los resultados de dichos estudios se utilizarán para el cálculo de la red de drenaje de la zona que se resume en el capítulo 8.4 del presente documento.

Para el cálculo hidrológico se ha estimado, en primer lugar, el área de la cuenca en la que se sitúan las obras. El tamaño del área obtenida es de 68.6 Km² y tiene el siguiente aspecto:



Una vez conocida el área, se han definido las principales características físicas del terreno:

- Pendientes:



- Tipos de suelo:



Donde:

Mapa de usos del suelo (creado a partir del mapa CORINE 2006)

Código del mapa raster suministrado	Tipo de uso
0	Zonas urbanas
1	Zonas agrícolas
2	Zonas forestales y seminaturales
3	Zonas húmedas
4	Zonas de embalse

Donde:

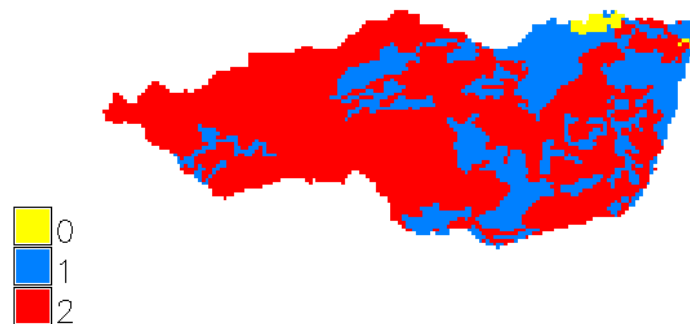
Mapa de texturas del suelo (creado a partir del mapa de texturas de la UE del 'European Soil Database')

Código del mapa raster suministrado	Textura	Grupo
1	Arenosa Areno-limosa	A
2	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	B
3	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	C
4	Arcillosa	D

Finalmente, se ha hecho un análisis donde se consideran conjuntamente todas estas características físicas y la tabla para la estimación del umbral de escorrentía de la instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial" se ha obtenido el umbral de escorrentía del medio, que para el caso de nuestra cuenca ha resultado el siguiente:



- Usos del suelo:



Por otro lado, también se ha realizado un estudio de precipitaciones con el objetivo de obtener la precipitación máxima diaria anual (P_d) correspondiente a los dos períodos de retorno que nos interesan para el cálculo de la red de drenaje: $T=2$ años y $T=25$ años.

Una vez obtenida la precipitación máxima diaria anual, se han calculado los Hietogramas con la tormenta de diseño para los dos periodos de retorno especificados en el párrafo anterior y cuyos resultados se muestran en el Anejo 4. Drenaje de la memoria.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

8.1. Descripción general.

En este proyecto se definen las obras necesarias para la construcción del recinto taurino en la localidad de Sarrión. Este recinto consta de tres partes diferenciadas en planta: coso circular, que ocupa la parte central del terreno y está orientado hacia la zona sur donde se encuentra la población; y dos edificios anexos: toriles y patio de caballos, situados al norte de la plaza.

El coso circular cuenta con un diámetro total hasta cerramiento de 70.8 m y tiene la capacidad de albergar hasta 1920 espectadores. De dentro hacia fuera, el recinto se compone de:

- Ruedo: con un radio de 22.5 m y dotado de cuatro burladeros equidistantes y normalizados, así como de cuatro puertas equidistantes entre sí también: la puerta grande y puerta de cuadrillas, con acceso directo de la calle al ruedo, una tercera puerta que accede directamente al callejón y la puerta de toriles, que da paso a la zona de chiqueros.
- Callejón: se encuentra inmediatamente después al ruedo, al cual rodea cuenta con una anchura de 2 metros.
- Zona de gradas: el recinto cuenta con 5 filas de gradas, a las cuales se acceden a través de cuatro vomitorios equidistantes y que cubren toda la longitud de la plaza, excepto por un punto. Este punto se corresponde con el acceso de la puerta grande, que se deja totalmente despejado para la entrada de maquinaria o quipos auxiliares y con la zona de minusválidos. La zona de minusválidos se compone de un forjado horizontal al que se accede a través de un elevador adaptado para PMR y que tiene una superficie de 18 m².
Las gradas, además, cuentan con una zona peldañeada para facilitar el acceso a las zonas más altas por 6 puntos repartidos a lo largo del diámetro.
- Zona de servicio: la zona de servicio es la correspondiente a la planta baja, quedando por debajo de las gradas y del segundo forjado. Esta zona se destina a los servicios propios de la plaza de toros, como lavabos, bares, almacenes, oficinas, taquillas, etc. y a la circulación de personas. La zona de servicio se encuentra dividida en tres sectores debido a las dos puertas que dan acceso directo de la calle al ruedo y a la zona de enfermería y chiqueros. Cada uno de estos sectores cuenta con lavabos suficientes para dar servicio a los espectadores del sector, con una escalera de acceso a la planta superior y con una puerta de entrada y salida del recinto al exterior.
- Zona de nayas: está formada por una corona circular de 2,5 metros de ancho situada en el segundo forjado. Se divide en 24 espacios de 21 m² a los que se accede por un pasillo posterior de 2 metros de anchura. A la zona de nayas se accede a través de unas escaleras situadas en la zona de servicio.

- Zona de chiqueros: la plaza de toros cuenta con 9 chiqueros con comunicación directa con los toriles y con el ruedo. Sus dimensiones son de 2x2.5 m y su función es dar cobijo a las reses desde que son seleccionadas hasta que salen al ruedo.
- Enfermería: la zona sanitaria cuenta con un quirófano, una sala de curas, una sala de espera, un lavabo y un pequeño almacén. Presenta acceso directo al ruedo y a la calle para facilitar la evacuación de heridos.

Los toriles están formados por un espacio anexo a la plaza de 680 m² con la cual se comunica a través de los chiqueros. El espacio está formado por 3 corrales de dimensiones variadas comunicados entre sí por un pasillo y con acceso directo a la zona de chiqueros y de un cuarto corral extra, por donde entran las reses directamente desde el camión. También tiene acceso por uno de sus laterales a una zona reservada para la estancia de los mayores durante la duración de los festejos.

El patio de caballos también es un espacio anexo de 90 m², cerrado y descubierto donde se preparan y esperan los caballos. El patio de caballos presenta acceso directo a unos vestuarios y un almacén para guardar todo lo relacionado con esta práctica.

Todos los detalles geométricos de los espacios definidos anteriormente, así como la distribución de estos en el conjunto de la obra se encuentran detallados en los planos 5 y 6 del Documento 2: Planos del Proyecto.

8.2. Estructura

De los tres espacios definidos anteriormente, sólo dos de ellos presentan interés estructural y, por lo tanto, serán sometidos a un estudio de cálculo y dimensionamiento: la estructura circular y los toriles.

8.2.1. Estructura circular.

La estructura circular está compuesta por tres anillos de pilares concéntricos de 24,5 m, 30 m y 34,9 m de radio respectivamente, arriostrados entre sí en las dos direcciones mediante vigas colgadas e inclinadas y que consta de 2 alturas de forjados (cotas +2,20 m y +4,40 m respectivamente, siendo +0.00 la cota del terreno) más una cubierta inclinada (cota alero de +8,00 m y cota en cumbre de +9,60).

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
4	cubierta interior	4	Alero cubierta	1.60	9.60
3	cubierta exterior	3	Cumbrera cubierta	3.60	8.00
2	Forjado 2	2	Planta nayas	2.20	4.40
1	Forjado 1	1	Forjado 1	4.70	2.20
0	Cimentación				-2.50

Cada anillo está compuesto por 28 pilares (P) con una sección de 40x40 cm cada uno, separados entre sí 15° con respecto al centro de la plaza (Primer anillo de P1-P28, segundo anillo de P29-P56 y tercer anillo de P57-P84).

Todos los pilares están cimentados sobre unas zapatas superficiales a la cota -2,50 m. Las dimensiones de estas zapatas son variables y se especifican en los planos nº 9 “Cimentación Estructura circular” del Documento 2: Planos del presente Proyecto y en el capítulo. Las zapatas se encuentran unidas por vigas de atado o vigas centradoras, según sea necesario, cuyas dimensiones también son variables y se especifican en los planos nº 9 “Cimentación estructura circular” del Documento 2: Planos.

Las vigas empleadas son de sección variable, en función de la altura de forjado:

- Arriostramiento entre columnas de un mismo anillo:
 - Vigas colgadas del primer forjado (sólo primer anillo): 40x40 cm
 - Vigas colgadas del segundo forjado (sólo segundo anillo): 40x50 cm
 - Vigas colgadas del segundo forjado (sólo tercer anillo): 40x60 cm
 - Vigas colgadas del alero de cubierta (sólo tercer anillo): 40x40 cm
 - Vigas colgadas de la cumbrera de la cubierta (sólo segundo anillo): 40x40
- Arriostramiento de columnas entre anillos diferentes:
 - Vigas inclinadas del primer forjado (primer anillo cota +2,20 m) al segundo forjado (segundo anillo cota +4,40m): 40x40 cm
 - Vigas colgadas en el segundo forjado del segundo anillo al tercer anillo: 40x40 cm
 - Vigas inclinadas del alero de la cubierta (tercer anillo cota +8,00) a la cumbrera de la cubierta (segundo anillo cota +9,60 m): 40x40 cm.

Sobre las vigas inclinadas del primer forjado al segundo forjado se asentarán los elementos de las gradas.

En el segundo forjado se dispondrá de un forjado de viguetas de hormigón de 30 cm con una capa de compresión de 5cm en la dirección perpendicular a las vigas de arriostramiento entre pilares del mismo anillo. Además, este forjado queda protegido de las inclemencias meteorológicas por una cubierta inclinada formada por correas de madera vistas y con tejas de cerámica curva. Los detalles de la cubierta pueden consultarse en el plano nº 8.4 del Documento 2: Planos del Proyecto.

Con el fin de asegurar los desplazamientos de la estructura debidos a cambios de temperatura u otros fenómenos, la planta se ha dividido en cuatro secciones independientes, lo cual permite el movimiento de la misma frente a estos fenómenos.

8.2.2. Toriles.

La estructura a calcular y diseñar en los toriles es la que comprende la cubierta a dos aguas y su sustentación sobre pilares arriostrados entre sí mediante vigas colgadas y vigas inclinadas.

Esta está formada por tres filas de pilares con 6 pilares en cada fila de sección 30x30 cm. Las dos filas exteriores tienen una cota de +4,00 m (siendo +0,00 la cota del terreno) y la fila interior alcanzan una cota de +5,45 m.

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	cubierta interior	2	cubierta interior	1.45	5.45
1	cubierta exterior	1	cubierta exterior	6.50	4.00
0	Cimentación				-2.50

Todos los pilares están cimentados sobre unas zapatas superficiales a la cota -2,50m. Las dimensiones de estas zapatas son variables y se especifican en los planos nº 13 “Cimentación Toriles”. Las zapatas se encuentran unidas por vigas de atado, cuyas dimensiones también son variables y se especifican en los planos nº 13 “Cimentación Toriles” del Documento 2: Planos.

Las vigas que atan el perímetro tienen una sección de 30x30 cm y las vigas inclinadas que unen las filas entre sí tienen una sección de 30x30 cm.

La cubierta diseñada consiste en una cubierta a dos aguas de tejas cerámicas curvas sobre una losa de hormigón. Los detalles de la cubierta a dos aguas pueden observarse en el Plano nº 8.5 del Documento 2: Planos del presente Proyecto.

8.3. Cálculo

El cálculo de las dos estructuras escritas anteriormente se ha realizado mediante el programa CYPECAD versión 2014.

El dimensionamiento de las estructuras se ha realizado según los principios de la mecánica racional y teoría de estructuras, adaptadas al diseño estructural. Se han seguido las prescripciones recogidas en la normativa vigente en el territorio español y detallada en el capítulo 4 del presente Documento. De acuerdo con lo anterior, el cálculo se ha realizado siguiendo el principio de Estados Límites, que establece que la seguridad de la estructura en su conjunto, o en cualquiera de sus partes, se garantiza comprobando que la sollicitación no supera la respuesta última de las mismas. Este requisito para la seguridad se expresa resumidamente mediante la siguiente desigualdad:

$$S_d \leq R_d$$

Siendo S_d la sollicitación de cálculo aplicable en cada caso, y R_d la respuesta última de la sección o elemento.

Para la aplicación de este criterio de seguridad, se consideran las situaciones de agotamiento y de servicio, esto es, Estados Límites Últimos (ELU) y Estados Límites de Servicio (ELS).

Los Estados Límites Últimos están asociados a la rotura de secciones o elementos. Por ello, se han calculado todos los esfuerzos que intervienen en solicitan los pilares y las vigas que forman la estructura, se ha dimensionado la armadura de cada elemento en función de esos esfuerzos y se han realizado las comprobaciones que estipula la normativa.

Los Estados Límites de servicio están asociados a la pérdida de funcionalidad de la estructura, por ello, en su cálculo se ha realizado la comprobación de resistencia, de fisuración y de flecha de todos los pórticos de la obra.

Todas las comprobaciones, tanto de esfuerzos (E.L.U) como de flechas y fisuración (E.L.S) se encuentran detalladas en el Anejo 3. Cálculo estructural que acompaña al presente Documento.

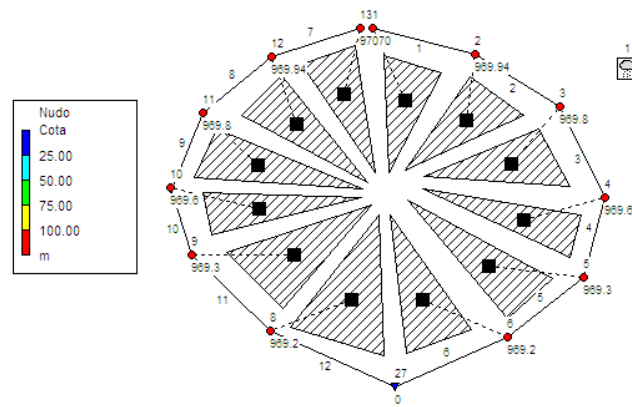
Tras el análisis de estos resultados, se puede afirmar que todos los elementos de la estructura cumplen con la teoría de los Estados Límites.

8.4. Drenaje

En base a los resultados obtenidos en el estudio hidrológico y en el estudio de precipitaciones, se ha diseñado una red unitaria de drenaje con la intención de que todas las aguas pluviales que recoja la plaza de toros sean evacuadas mediante tuberías a este perímetro exterior de drenaje.

Para ello, se ha realizado una distribución en planta de la red en forma de dodecágono con radio 43.5 m. cuyo centro coincide con el centro de la estructura circular. En la parte superior del polígono, que coincide con la parte alta del terreno, se ha establecido el punto alto de la red que distribuye el agua por los laterales del polígono de nodo en nodo y hasta llegar a la parte inferior de este donde se sitúa el punto de desagüe que conducirá las aguas al colector.

En la siguiente imagen se muestra la representación de los nodos y sus cotas correspondientes para evacuar:



Una vez introducidos los parámetros geométricos, se procede a realizar un cálculo iterativo caudal-diámetro mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1.548 \cdot \frac{n \cdot Q}{(j^{1/2})^{3/8}}$$

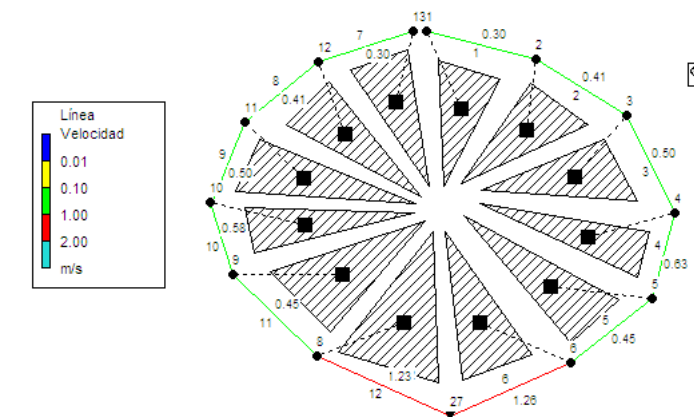
El cálculo finaliza cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- Que ningún colector de la red entre en carga. En la siguiente tabla podemos observar que se cumple esta condición.

Conducto	Caudal Máximo LPS	Instante de Caudal Máx. días hr:min	Veloc. Máxima m/seg	Factor Longl.	Máximo /Diseño Caudal	Total Minutos En carga
1	0.78	0 02:11	0.31	1.00	0.04	0
2	1.55	0 02:11	0.42	1.00	0.00	0
3	2.30	0 02:11	0.52	1.00	0.00	0
4	3.06	0 02:11	0.64	1.00	0.00	0
5	3.80	0 02:12	0.46	1.00	0.00	0
6	31.16	0 01:43	31.50	1.00	0.00	0
7	0.78	0 02:11	0.31	1.00	0.04	0
8	1.55	0 02:11	0.42	1.00	0.00	0
9	2.30	0 02:11	0.52	1.00	0.00	0
10	3.06	0 02:11	0.60	1.00	0.00	0
11	3.80	0 02:12	0.46	1.00	0.00	0
12	31.12	0 01:43	31.47	1.00	0.00	0

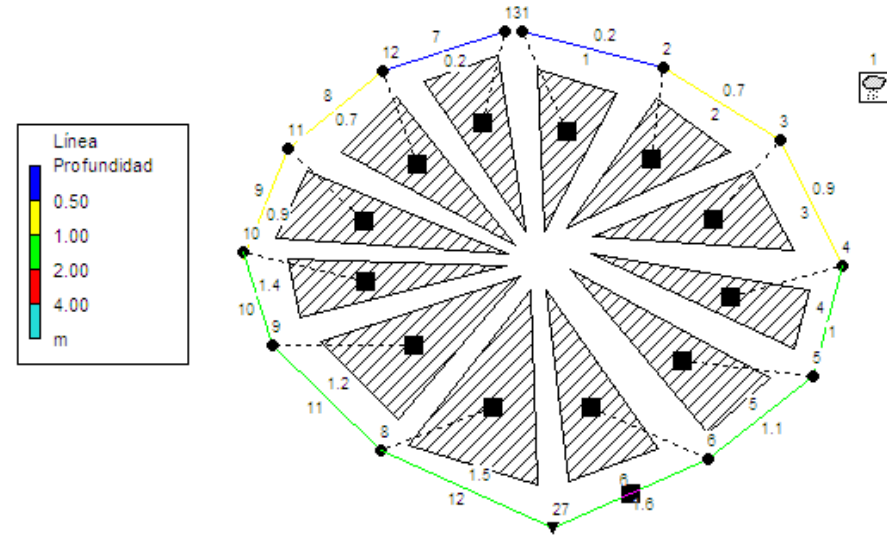
- Comprobación de velocidades:
Se debe cumplir:
 - $V \geq 0.3$ m/s para T=2, para asegurar la autolimpieza de las mismas.
 - $V \leq 4$ m/s para T=25, para que no se produzca erosión.

En la siguiente imagen se muestran las velocidades, para el hietograma de T=2 años, en los colectores y se puede observar que se cumple la condición de autolimpieza:



En la imagen anterior se demuestra como todos los conductos cumplen con los requisitos de velocidad.

Los diámetros para los cuales las condiciones anteriores han sido satisfactorias se muestran en la siguiente imagen:



COMUNES					
CÓDIGO	UNIDAD	UO	MEDICIÓN	PRECIO (€)	TOTAL (€)
1	m2	Limpieza y desbroce del terreno realizada con retroexcavadora y carga mecánica sobre camión	7853,98	1,75	13744,465
2	m3	Excavación a cielo abierto en terreno compacto (SPT 20-50) realizada con pala excavadora y carga directa sobre camión	35342,9	3,13	110623,277
3	m3	Transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con contenedor de 12 m3	35342,9	13,48	476422,292
4	m3	Relleno con zorra artificial procedente de préstamos, como base de pavimento, incluso adquisición, carga, transporte, vertido, extensión, riego y compactación al	19634,95	14,04	275674,698
TOTAL					876464,732

VALORACIÓN ECONÓMICA.

En el presente capítulo se detalla la valoración económica de la solución estructural presentada en los capítulos anteriores.

Los precios empleados se han obtenido del banco BEDEQ del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña y del generador de precios del programa CYPE.

Las mediciones correspondiente a cuantías de armado, volúmenes de hormigón y superficies de forjados y encofrados se han obtenido de los resultados del cálculo con el programa CYPE. El resto de mediones se han obtenido por estimación.

En los siguientes cuadros se muestra, en primer lugar, el coste de las unidades de obra comunes a ambas estructuras estudiadas, que se corresponden con las de movimiento de tierras. En segundo lugar, se presenta un cuadro con los precios y mediciones de las unidades de obra correspondientes a la estructura circular. Por último lugar se representa la tabla con el coste de la solución estructural de los toriles.

ESTRUCTURA CIRCULAR					
CÓDIGO	UNIDAD	U.O	MEDICIÓN	PRECIO (€)	TOTAL (€)
5	m2	Superficie de encofrado, con placas metálicas en paramentos horizontales planos, en zapatas de cimentación y vigas de atado y centradoras, incluso suministro de las placas, colocación, desencofrado y parte proporcional de apeos, apuntalamientos y desencofrante.	629,84	16,56	10430,1504
6	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en zapatas de cimentación, vigas de atado y centradoras, incluso fabricación, transporte, vertido, vibrado y curado.	209,56	76,88	16110,9728
7	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en zapatas de cimentación y vigas de atado y centradoras, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	9999,05	0,86	8599,183
8	m2	Superficie de encofrado, con plafones metálicos y contrafuentes metálicos para pilares, vigas y forjados de sección rectangular, para dejar el hormigón visto, de altura hasta 10 m	2123,78	33,47	71082,9166
9	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en pilares, colocado con cubilotes	223,4	94,22	21048,748
10	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en pilares, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	20464	0,86	17599,04
11	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en vigas, con vertido con cubilote	533,45	96,82	51648,629
12	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en vigas, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	40458	0,86	34793,88
13	m2	Forjado unidireccional de hormigón armado, horizontal, canto 35=30+5 cm, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero B-500-S con una cuantía total de 2kg/m2, sobre sistema de encofrado parcial; semiviguetas pretensadas, bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; malla electrosoldada ME 20x20 Ø5-5 B 500 T, en capa de compresión	1620,26	50,55	81904,143
14	m	Correa de madera aserrada de pino silvestre, de 7x15 cm de sección y hasta 5 m de longitud; calidad estructural ME-2, clase resistente C-18, protección de la madera con clase de penetración P", trabajada en taller	205	6,09	1248,45
15	m2	Cubierta inclinada con una pendiente media del 30%, compuesta de: formación de pendientes: tablero hidrófugo de madera de pino machihembrada, sobre entramado estructural (no incluido en este precio); impermeabilización: placa bajo teja; cobertura: cerámica curva, 40x19x16 cm, color rojo; fijada con tornillos rosca-madera sobre rastreles de madera.	1087,27	73,01	79381,5827
16	m	Grada prefabricada (tipo L), realizada con hormigón HA-25 y armadas con acero B-500-S, con árido rodado de diámetro máximo 15 mm, transportado y puesto en obra según instrucción, incluso p.p de bases de apoyo formadas por mortero autonivelante y plancha de neopreno.	1028,3	84,01	86387,483
TOTAL					480235,179

ESTRUCTURA TORILES					
CÓDIGO	UNIDAD	UO	MEDICIÓN	PRECIO (€)	TOTAL (€)
17	m2	Superficie de encofrado, con placas metálicas en paramentos horizontales planos, en zapatas de cimentación y vigas de atado y centradoras, incluso suministro de las placas, colocación, desencofrado y parte proporcional de apeos, apuntalamientos y desencofrante.	163,6	16,56	2709,216
18	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en zapatas de cimentación, vigas de atado y centradoras, incluso fabricación, transporte, vertido, vibrado y curado.	57,97	76,88	4456,7336
19	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en zapatas de cimentación y vigas de atado y centradoras, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	3698,01	0,86	3180,2886
20	m2	Superficie de encofrado, con plafones metálicos y contrafuentes metálicos para pilares, vigas y forjados de sección rectangular, para dejar el hormigón visto, de altura hasta 10 m	233,47	33,47	7814,2409
21	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en pilares, colocado con cubilotes	21,48	94,22	2023,8456
22	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en pilares, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	3852	0,86	3312,72
23	m3	Hormigón para armar, tipo HA-25/P/20/IIa (de resistencia característica de 25 N/mm2) de consistencia plástica, tamaño máximo de árido 20 mm, para ambiente de exposición normal, en vigas, con vertido con cubilote	41,16	96,82	3985,1112
24	kg	Acero corrugado en redondos, tipo B-500-S (de límite elástico 500N/mm2), en vigas, incluso suministro, ferrallado, colocación, y parte proporcional de separadores, despuntes y solapes.	3134	0,86	2695,24
25	m2	Cubierta inclinada con una pendiente media del 30%, compuesta de: formación de pendientes; forjado inclinado (no incluido en este precio); cobertura: teja cerámica curva, 40x19x16, color rojo, recibida con mortero de cemento M-2,5	292,5	40,98	11986,65
26	m2	Losa maciza de hormigón armado, inclinada, canto 10 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero B-500S, cuantía 22 Kg/m2, montaje y desmontaje del sistema de encofrado de madera, altura libre de planta entre 4 y 5 m.	292,5	72,53	21215,025
TOTAL					63379,071

Por tanto, el coste total de la propuesta de solución estructural planteada en este proyecto asciende a 1.377.914,9a € (Un millón trescientos setenta y siete mil novecientos catorce coma noventa y cuatro euros)