



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



ESTUDIO DEL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO “NUEVO PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA EN VIRGEN DE LA PEÑA (CANTABRIA) TRAMO: PUENTE DE VIRGEN DE LA PEÑA”

Trabajo realizado por:

Diego Ruiz Morales

Dirigido:

M^a Antonia Pérez Hermandó

David García Sánchez

Titulación:

**Máster Universitario en Ingeniería
de Caminos, Canales y Puertos**

Santander, septiembre de 2022

TRABAJO FIN DE MASTER



Resumen

La huella de carbono es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que genera un producto, proceso o persona. En las obras civiles, debido al gran número de procesos constructivos, materiales involucrados y personas que forman parte del ciclo de vida una obra, la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera es difícil cuantificarla.

En este estudio se propone una metodología sencilla para el cálculo de las emisiones de CO₂ producidas en la fase de construcción y en la fase de explotación. Esta metodología consiste en el cálculo de las emisiones generadas por los conceptos básicos que forman parte de una obra en el caso de la fase de construcción (mano de obra, maquinaria y materiales), mientras que, en la fase de explotación, se propone calcular la huella de carbono mediante la cantidad de combustible que utilizan los coches que circulan por la vía proyectada.

Este análisis se ha realizado sobre el proyecto constructivo “NUEVO PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA EN VIRGEN DE LA PEÑA (CANTABRIA) TRAMO: PUENTE DE VIRGEN DE LA PEÑA”, calculando de forma aproximada la cantidad emitida de CO₂ durante las fases de construcción y explotación.



Abstract

The carbon footprint is the amount of greenhouse gas emissions generated by a product, process, or person. In civil works, due to the large number of construction processes, materials involved and people who are part of the life cycle of a work, the amount of CO₂ emitted to the atmosphere is difficult to quantify.

This study proposes a simple methodology for calculating the CO₂ emissions produced in the construction phase and in the exploitation phase. This methodology consists of calculating the emissions generated by the basic concepts that are part of a work in the case of the construction phase (labor, machinery and materials), while, in the exploitation phase, it is proposed to calculate the carbon footprint through the amount of fuel used by the cars that circulate on the projected road.

This analysis has been carried out on the construction project “NUEVO PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA EN VIRGEN DE LA PEÑA (CANTABRIA) TRAMO: PUENTE DE VIRGEN DE LA PEÑA”, calculating approximately the amount of CO₂ emitted during the construction and operation phases.



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	7
2	METODOLOGÍA DE CÁLCULO HUELLA CARBONO INFRAESTRUCTURAS	8
2.1	FASE DE CONSTRUCCIÓN	8
2.1.1	Mano de Obra	8
2.1.2	Maquinaria	10
2.1.3	Materiales	15
2.1.4	Unidades de Obra.....	21
2.1.5	Unidades Auxiliares	22
2.2	FASE DE EXPLOTACIÓN.....	24
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	25
3.1	GEOTECNIA.....	25
3.2	HIDROLOGÍA.....	26
3.3	TRAZADO	26
3.4	TRÁFICO.....	27
3.5	DRENAJE	27
3.6	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	28
3.7	ESTRUCTURAS	28
3.8	PROGRAMA DE TRABAJOS	31
4	HUELLA DE CARBONO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	34
4.1	CONSTRUCCIÓN.	34
4.1.1	TRABAJOS PREVIOS Y EXPLANACIONES.....	34
4.1.2	DRENAJE	38
4.1.3	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	42
4.1.4	ESTRUCTURAS	46
4.1.5	RESULTADOS DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN	61
4.2	SERVICIO.....	64
4.2.1	RESULTADOS DE LA FASE DE SERVICIO	65
4.3	HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA.....	66
5	COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	67
	CONCLUSIONES	69
	REFERENCIAS.....	70
	APÉNDICE Nº1: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE TRABAJOS PREVIOS Y EXPLANACIONES ...	71
	APÉNDICE Nº2: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE DRENAJE	76



APÉNDICE Nº3: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE FIRMES Y PAVIMENTOS.....	84
APÉNDICE Nº4: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE ESTRUCTURAS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Factor de emisión de la mano de obra	9
Tabla 2 - Consumos de calculados de la maquinaria	10
Tabla 3 - Factores de emisión de la maquinaria.....	14
Tabla 4 - Consumo de cemento de los hormigones y morteros	15
Tabla 5 - Factores de emisión de hormigones, cementos y morteros	16
Tabla 6 - Factores de emisión de áridos.....	17
Tabla 7 - Factores de emisión de aceros	19
Tabla 8 - Factores de emisión de madera para encofrados	19
Tabla 9 - Factores de emisión del resto de materiales utilizados	21
Tabla 10 - Ejemplo del cálculo de kg de CO2 para una unidad de obra	21
Tabla 11 - Unidades auxiliares calculadas	24
Tabla 12 - Unidades de obra de Trabajos Previos y Explanaciones	34
Tabla 13 - Huella de carbono de Trabajos Previos y Explanaciones	36
Tabla 14 - Unidades de obra de Drenaje.....	39
Tabla 15 - Huella de Carbono de Drenaje	41
Tabla 16 - Unidades de Obra de Firmes y Pavimentos.....	43
Tabla 17 - Huella de Carbono de Firmes y Pavimentos.....	44
Tabla 18 - Unidades de Obra de Estructuras.....	52
Tabla 19 - Huella de Carbono de Estructuras.....	58
Tabla 20 - Tabla comparativa entre el PEM del proyecto y el estudiado.....	61
Tabla 21 - Emisiones de CO2 de la fase de explotación	65
Tabla 22 - Huella de carbono total	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Metodología seguida.....	8
Ilustración 2 - Distancia entre la obra y Torrevallega	9
Ilustración 3 - Relación entre potencia y consumo de la maquinaria	11
Ilustración 4 - Alzado del Puente en Virgen de la Peña	29
Ilustración 5 - Sección transversal del Puente en Virgen de la Peña	30
Ilustración 6 - Proceso constructivo del Puente en Virgen de la Peña	33
Ilustración 7 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Trabajos Previos y Explanaciones..	36
Ilustración 8 - Materiales de Trabajos Previos y Explanaciones	37
Ilustración 9 - Maquinaria de Trabajos Previos y Explanaciones	38
Ilustración 10 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Drenaje	41
Ilustración 11 - Materiales de Drenaje.....	42
Ilustración 12 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Firmes y Pavimentos.....	45
Ilustración 13 - Materiuales de Firmes y Pavimentos	46
Ilustración 14 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Estructuras.....	59
Ilustración 15 - Materiales de Estructuras	60



Ilustración 16 - Materiales Relevantes de Estructuras.....	61
Ilustración 17 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales del proyecto.....	62
Ilustración 18 - Gráfico de la huella de carbono por capítulos	62
Ilustración 19 - Huella de carbono de los materiales del proyecto	63
Ilustración 20 - Naturaleza de los materiales del proyecto	64

1 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se engloba en el contexto de la realización del “Trabajo de Fin de Máster”, de la titulación “Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos” de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.

Este proyecto pretende definir la metodología a seguir para poder calcular la huella de carbono emitida durante la fase de construcción y la fase de explotación.

La huella de carbono o footprint en inglés hace referencia a la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de manera directa o indirecta por una persona, producto, empresa u organización.

Actualmente, las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) tienen un gran impacto negativo sobre nuestro planeta. Todos los sectores tienen su impacto emitiendo gases contaminantes, y la construcción de obra civil no es diferente, llegando suponer el

Además, hay que sumar el agravante de que el sector de la construcción civil es más complicado cuantificar y calificar las emisiones de CO₂ a la atmosfera, debido a la propia naturaleza de la construcción, ya que se lógicamente, cada construcción se hace en un entorno único y cada actuación es diferente entre sí, teniendo particularidades entre ellas que hacen imposible que un análisis sea válido para todas ellas.

Para ello, en este proyecto se propone una metodología a seguir para el cálculo de las emisiones de CO₂ a la atmósfera para una estructura.

De esta manera podemos dar una visión diferente, de manera que todos los agentes implicados en el proyecto (administración, proyectista, constructora, sociedad...) puedan disponer del coste medioambiental que supone una obra civil. Esto tiene un impacto positivo ya que la toma de decisiones será más precisa, cuanta más información dispongamos de la problemática.

2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO HUELLA CARBONO INFRAESTRUCTURAS.

El cálculo de la huella de carbono se basa en identificar todos los agentes que intervienen en el proyecto, desde su planificación, hasta el fin de su vida útil.

En este trabajo nos vamos a centrar en desarrollar una metodología de cálculo para la fase de construcción y la fase de explotación. Estas fases son las que más relevancia tienen en cuanto emisiones en CO₂.

2.1 FASE DE CONSTRUCCIÓN

La metodología de cálculo de la huella de carbono en esta fase se basa en tres fases principales.

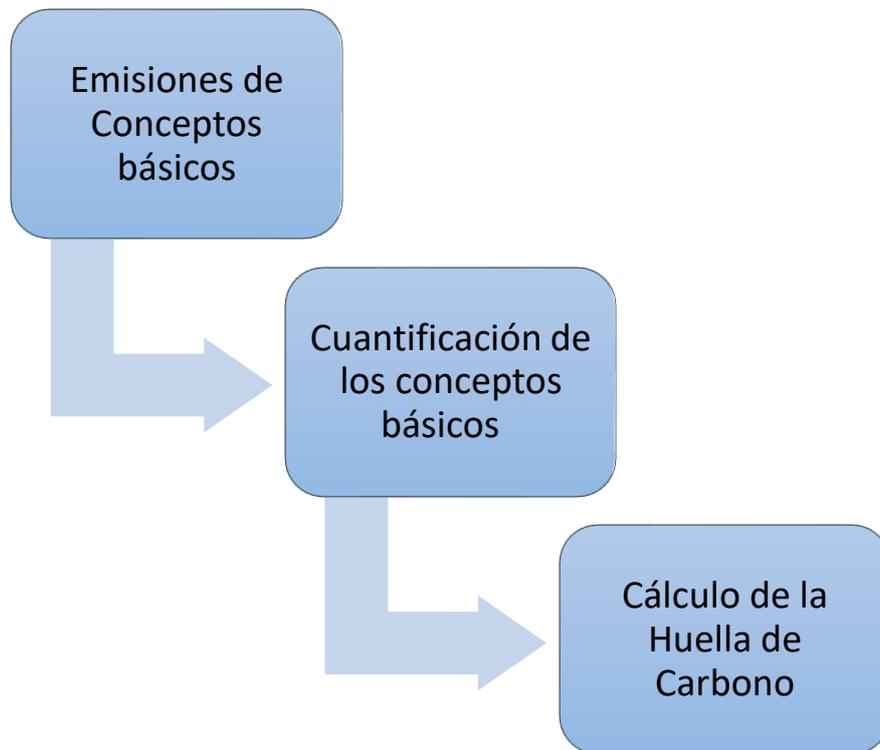


Ilustración 1 - Metodología seguida

En primer lugar, se trata de obtener el factor de emisión de los conceptos básicos que componen la obra.

Estos conceptos básicos hacen referencia a las unidades mínimas en las que se puede dividir la obra, es decir, en mano de obra, maquinaria y materiales.

2.1.1 Mano de Obra

La mano de obra es una de las principales fuentes de emisión de CO₂, tanto en obra civil como fuera de ella, ya que todo ser humano por el hecho de existir tiene un impacto en huella de carbono.

La cantidad de CO₂ generan las personas que forman parte directa de la fase de construcción se calcula a partir del consumo de combustible generado en los trayectos que se realizan desde un núcleo de población hasta el centro de trabajo, en este caso la propia obra.

Para la obtención del factor de emisión de CO₂ (kg/h) es necesario establecer una serie de parámetros que nos permitan realizar el cálculo de una forma coherente.

En primer lugar, debemos definir el núcleo de población desde donde los trabajadores realizarán los viajes de ida y vuelta hasta el centro de trabajo. En este caso, se ha decidido ubicar este punto en la localidad cántabra de Torreavega, ya que es una localidad que puede nutrir sin problema a la obra de trabajadores debido a su población (50.000 habitantes aproximadamente), y su cercanía al centro de trabajo, Virgen de la Peña, que se encuentra unos 15 km. Por lo tanto, considerando un viaje de ida y un viaje de vuelta al día, obtenemos que la distancia recorrida al día por trabajador es de 30 km.

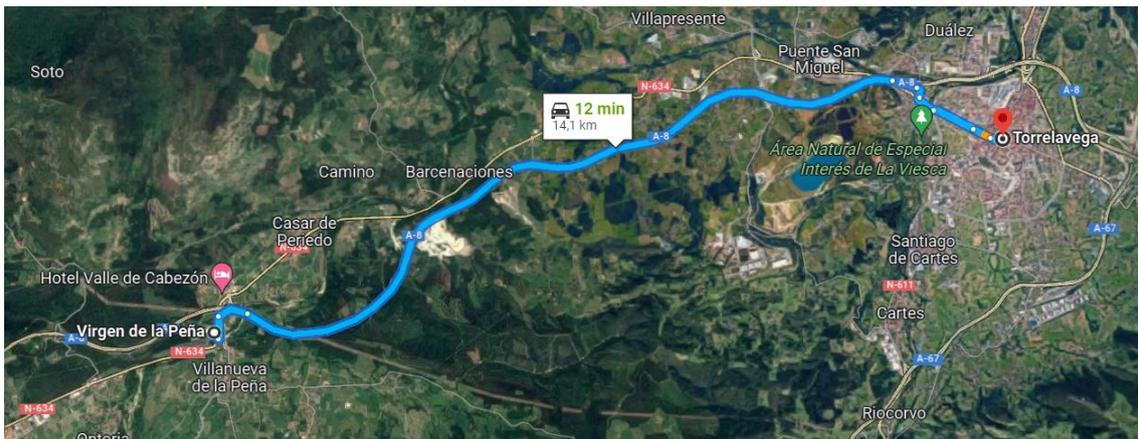


Ilustración 2 - Distancia entre la obra y Torreavega

Asumiendo, que todos los trabajadores están en la obra alrededor de 8 horas por día, con un consumo medio de 14 km/l y un factor de emisión de 2,471 Kg de CO₂ / litro de combustible consumido¹, obtenemos la siguiente formulación:

$$FE \text{ Mano de Obra} \left(\frac{Kg \text{ CO}_2}{h} \right) = 2,471 \left(\frac{Kg \text{ CO}_2}{l} \right) * \frac{1}{14} \left(\frac{l}{km} \right) * 30 \left(\frac{km}{día} \right) * \frac{1}{8} \left(\frac{día}{h} \right) = 0,662 \frac{Kg \text{ CO}_2}{h}$$

De esta manera, se obtiene un factor de emisión de la mano de obra de 0,662 Kg de CO₂/ h. Para obtener la huella de carbono generada por la mano de obra, deberíamos calcular el número de horas totales trabajadas por todos los trabajadores directos de la obra y multiplicarlo por el factor de emisión.

MANO DE OBRA				
CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	FACTOR EMISIÓN (KG CO ₂ /H)
MO.001	h	Capataz.	22,81	0,66
MO.002	h	Oficial 1ª.	22,72	0,66
MO.004	h	Peón especialista.	19,94	0,66
MO.005	h	Peón ordinario.	19,74	0,66
MO.006	h	Peón señalista.	19,74	0,66

Tabla 1 - Factor de emisión de la mano de obra

¹ Fuente: Proyecto de Fin de Carrera: “Estudio y desarrollo del cálculo de la Huella de Carbono. Aplicación práctica a Proyecto de construcción de plataforma de vía de Alta Velocidad ferroviaria.”, septiembre 2014, Laura Ecenarro Díaz-Tejeiro.

2.1.2 Maquinaria

Para el cálculo del factor de emisión generado por la maquinaria que forma parte de la obra, se ha seguido un procedimiento similar.

El factor de emisión de la maquinaria vendrá dado por la cantidad de Kg de CO₂ emitidos por hora de trabajo de la maquinaria. Para obtener este factor de emisión, simplemente necesitamos saber cuál es el consumo horario (l/h) de combustible de cada maquinaria y aplicar un factor de emisión (Kg de CO₂ / litro de combustible).

En primer lugar, para calcular el factor de emisión de la maquinaria, debemos obtener el consumo de la maquinaria. Para ello se han consultado catálogos de casas comerciales para obtener el consumo. En muchas de ellas, no ha sido posible obtener el consumo, pero se ha observado que existe una relación directa entre los consumos de la maquinaria y la potencia de la misma. Para aquella maquinaria que ha sido imposible encontrar un dato fiable de su consumo, se ha utilizado esta relación para obtener el consumo, y por lo tanto, su factor de emisión.

Potencia (kW)	Consumo (€/h)		
	Principal	Secundario	Total
1	0,14	0,03	0,17
3	0,43	0,09	0,52
3	0,18	0,01	0,19
4	0,57	0,11	0,68
5,4	0,77	0,15	0,92
10	1,43	0,29	1,72
20	2,85	0,57	3,42
25	3,56	0,71	4,27
39	5,56	1,11	6,67
45	6,41	1,28	7,69
50	7,13	1,43	8,56
60	8,55	1,71	10,26
67	9,55	1,91	11,46
90	12,83	2,57	15,4
91	12,97	2,59	15,56
98	13,97	2,79	16,76
105	14,96	2,99	17,95
110	15,68	3,14	18,82
120	17,1	3,42	20,52
121	17,24	3,45	20,69
129	18,38	3,68	22,06
130	18,53	3,71	22,24
140	19,95	3,99	23,94
150	21,38	4,28	25,66
150	21,38	4,28	25,66
160	22,8	4,56	27,36
179	25,51	5,1	30,61
184	26,22	5,24	31,46
190	27,08	5,42	32,5
199	28,36	5,67	34,03
245	34,91	6,98	41,89
258	36,77	7,35	44,12
297	42,32	8,46	50,78
370	52,73	10,55	63,28

Tabla 2 - Consumos de calculados de la maquinaria

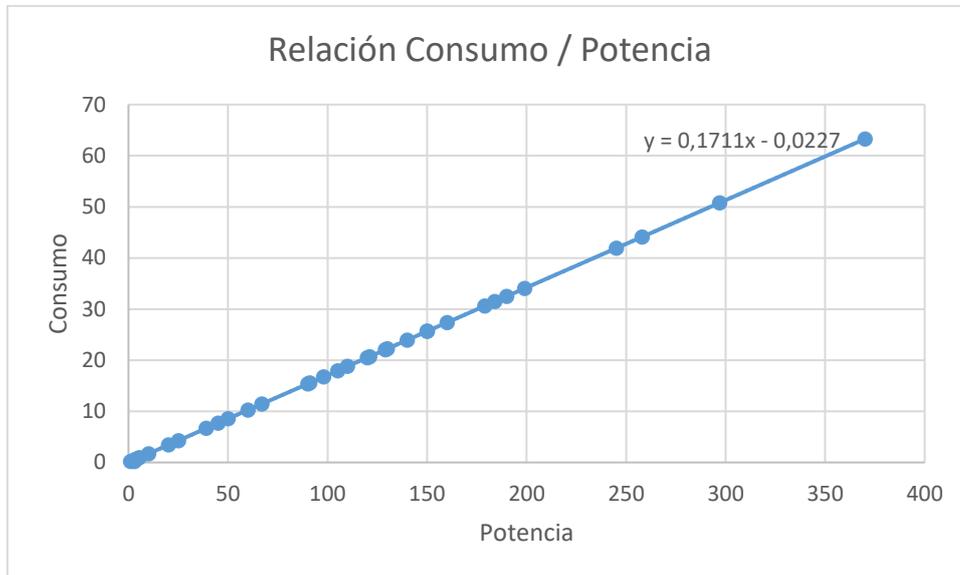


Ilustración 3 - Relación entre potencia y consumo de la maquinaria

Una vez obtenido la relación entre consumo (€/h) y potencia (KW), podemos obtener el factor de emisión. Para ello, se considera que el precio del gasóleo es 1,20 €/l. A continuación, se expone 2 ejemplos de la metodología seguida.

En primer lugar, se expone el factor de emisión de la maquinaria para la que hemos encontrado un consumo:

$$FE_{MQ.110} \left(\frac{Kg CO2}{h} \right) = 10,3 \left(\frac{l}{h} \right) * 2,471 \left(\frac{Kg CO2}{l} \right) = 25,35 \frac{Kg CO2}{h}$$

Por otro lado, un ejemplo del cálculo del factor de emisión considerando la relación entre potencia y consumo:

$$FE_{MQ.510} \left(\frac{Kg CO2}{h} \right) = \frac{40 (CV) * \frac{1}{1,34102} \left(\frac{KW}{CV} \right) * 0,1711 - 0,0227}{1,2 \left(\frac{€}{h} \right)} = 4,38 \left(\frac{Kg CO2}{h} \right)$$

En el caso de la planta de aglomerado bituminoso en caliente de 200 Tn/h (MQ.615), el factor de emisión se ha considerado de 18,5 Kg CO2 /h.²

A continuación, se presenta una tabla con la relación de la maquinaria utilizada y el factor de emisión obtenido. Para aquellas que no ha sido posible obtener un consumo en litros de combustible o no se ha encontrado la potencia del equipo, se han dejado como 0.

² Fuente: Determinación de la huella de carbono de las mezclas asfálticas y sus técnicas sostenibles. Sampedro Rodríguez, Ángel. Publicado como artículo en el número Especial de la Revista Carreteras 225 (julio/agosto 2019)



CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	CONSUMO (Kg CO2/ud)
MAQUINARIA				
MQ.110	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 15/20 Tn	53,24	25,348
MQ.111	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 20/25 Tn	57,74	38,220
MQ.112	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,4	52,482
MQ.113	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn con martillo picador	122,41	52,482
MQ.114	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 35/45 Tn	130,08	71,267
MQ.120	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de peso 12/17 Tn	53,24	15,608
MQ.121	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de peso 12/17 Tn con martillo picador	75,19	15,608
MQ.130	h	Bulldozer con escarificador de peso 8/12 Tn	68,61	26,949
MQ.131	h	Bulldozer con escarificador de peso 13/18 Tn	73	33,697
MQ.132	h	Bulldozer con escarificador de peso 30/40 Tn	120,92	80,138
MQ.140	h	Pala cargadora sobre orugas de peso 12/15 Tn	55,44	41,351
MQ.141	h	Pala cargadora sobre neumáticos de peso 8/12 Tn	51,6	43,438
MQ.144	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,91	31,262
MQ.145	h	Dúmpster articulado de 25 Tn.	49,1	88,661
MQ.149	h	Dumper de obra de 1 m3.	26,37	6,680
MQ.152	h	Camión de tres ejes.	33,67	88,661
MQ.156	h	Camión bañera de 15 m3.	42,39	60,831
MQ.170	h	Cisterna de agua de 6 m3.	18,58	49,352
MQ.172	h	Camión cisterna de 9 m3.	34,65	55,613
MQ.173	h	Camión pluma con capacidad de transporte de 6 Tn y de elevación de 3 Tn.	37,4	37,176
MQ.174	h	Camión cisterna espera llenado silo.	58,43	55,613
MQ.177	h	Camión de dos ejes con pluma.	29,97	37,176
MQ.178	h	Tractor con cisterna de 6 m3 para abonado.	34,65	20,880
MQ.188	h	Camión bituminador equipado con lanza.	49,43	44,829
MQ.255	h	Motoniveladora de peso 12/15 Tn	60,93	36,132
MQ.260	h	Motoniveladora de peso 15/20 Tn	74,1	57,353
MQ.290	h	Extendidora automotriz para aglomerado.	77,19	36,828



MQ.300	h	Extendidora de hormigón autopropulsada.	221,89	48,926
MQ.302	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,12	6,355
MQ.306	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 7 Tn.	37,95	26,044
MQ.308	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	34,045
MQ.310	h	Mochila de fumigación 20 l.	3,21	0,000
MQ.315	h	Rodillo vibratorio mixto de 12 Tn.	47,55	40,655
MQ.352	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,08	1,171
MQ.356	h	Compactador de neumáticos.	58,69	39,536
MQ.400	h	Plataforma autopropulsada para 230 kg y altura de elevación de 22 m.	32,6	0,000
MQ.402	h	Grúa telescópica sobre neumáticos de 20 Tn.	73,34	73,142
MQ.404	h	Grúa autopropulsada 15 Tn.	66,53	48,656
MQ.405	h	Grúa telescópica sobre neumáticos de 20 Tn con cesta homologada.	78,2	45,873
MQ.408	h	Grúa autopropulsada 100 Tn.	131,87	138,376
MQ.414	h	Grúa autopropulsada 400 Tn.	779,21	171,240
MQ.462	h	Cortadora de disco para pavimento.	22,79	0,000
MQ.465	h	Motodesbrozadora de hilo.	1,86	0,302
MQ.470	h	Máquina fresadora de pavimento.	192,95	244,629
MQ.480	h	Barredora mecánica con tractor.	40,52	6,094
MQ.481	h	Barredora autopropulsada.	6,11	17,347
MQ.510	h	Compresor de 40 CV con 2 martillos	22,91	0,53
MQ.520	h	Equipo de perforación de pilote "in situ".	467,52	0,000
MQ.523	h	Equipo de inyección con batidora y bomba para micropilotes	179,38	0,000
MQ.525	h	Equipo de inyección con batidora y bomba para morteros.	199,88	0,000
MQ.530	h	Maquina perforadora de micropilote con elementos suficientes para perforación en todo tipo de terrenos.	256,25	2,471
MQ.542	h	Equipo de auscultación ultrasónica de pilotes "in situ"	50	0,000
MQ.545	h	Bomba de achique de 5 CV.	6,38	4,38
MQ.550	h	Grupo electrógeno 25 KVA.	11	6,911
MQ.552	h	Equipo de soldadura eléctrica.	6	0,000
MQ.570	h	Vibrador de hormigón.	3,5	0,741
MQ.578	h	Hormigonera de 250l.	2,99	1,345



MQ.582	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,5	64,246
MQ.615	h	Planta de aglomerado bituminoso en caliente, de 200 Tn/h.	251,75	18,500
MQ.632	h	Silo.	9,23	0,000
MQ.701	h	Máquina pintabandas automotriz.	31,52	8,651
MQ.703	h	Marcador automotriz universal.	8,23	0,000
MQ.705	h	Máquina hincadora de postes.	29,3	12,129
MQ.730	h	Equipo y elementos auxiliares de corte oxiacetilénico.	7	0,000

Tabla 3 - Factores de emisión de la maquinaria



2.1.3 Materiales

Para el cálculo de la emisión de CO₂ de los materiales hay que tener en cuenta que la lista de materiales utilizados en una obra civil es muy larga, por lo que en este estudio nos vamos a centrar principalmente en los materiales que tienen mayor relevancia dentro del proyecto.

Podemos diferenciar principalmente entre:

- Hormigones
- Áridos
- Aceros
- Madera para encofrados
- Otros

2.1.3.1 HORMIGONES

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ de los hormigones, nos basamos en las emisiones generadas por la fabricación del cemento que componen estos hormigones. Este ratio se ha obtenido de consultar varios artículos académicos, siendo esta emisión 0,8 kg de CO₂ / kg de cemento.³

La relación entre la cantidad de cemento que se utiliza en cada hormigón se obtiene de “Introducción de hormigón estructural (EHE-08)”, donde queda establecido las siguientes relaciones:

Material	Código	Kg de cemento / m ³ de material
Hormigón HL-150/B/20.	MA.HM102	250
Hormigón HNE-20/B/20.	MA.HM104	250
Hormigón HNE-25/B/20.	MA.HM106	300
Hormigón HA-25/B/20/IIa.	MA.HM120	300
Hormigón HA-30/B/20/IIa.	MA.HM134	300
Mortero M-250 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM010	361
Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM011	361
Mortero M-700 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM013	361
Mortero de planta para inyectar con aditivo.	MA.VA054	361

Tabla 4 - Consumo de cemento de los hormigones y morteros

En el caso de la semilosa para tablero de puente (MA.PF999), la medición es por m², por lo que la cantidad de cemento por m², vendrá dado por la cantidad de m³. Como es una semilosa de 0,25 m de canto, la cantidad de Kg de cemento / m² de losa será:

³ Fuente: Proyecto de Fin de Carrera: “Estudio y desarrollo del cálculo de la Huella de Carbono. Aplicación práctica a Proyecto de construcción de plataforma de vía de Alta Velocidad ferroviaria.”, septiembre 2014, Laura Ecenarro Díaz-Tejeiro.



Por lo tanto, si cada kg de cemento utilizado produce una emisión de 0,8 kg de CO₂, obtenemos:

$$\frac{\text{Kg de cemento}}{\text{m}^2 \text{ de losa}} = 300 \left(\frac{\text{Kg de Cemento}}{\text{m}^3 \text{ de hormigón}} \right) * 0,25 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \right) = 75 \frac{\text{Kg de Cemento}}{\text{m}^2 \text{ de losa}}$$

Material	Código	Unidad	Kg de CO ₂ / unidad
Hormigón HL-150/B/20.	MA.HM102	m ³	200
Hormigón HNE-20/B/20.	MA.HM104	m ³	200
Hormigón HNE-25/B/20.	MA.HM106	m ³	200
Hormigón HA-25/B/20/IIa.	MA.HM120	m ³	240
Hormigón HA-30/B/20/IIa.	MA.HM134	m ³	240
Mortero M-250 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM010	m ³	288,8
Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM011	m ³	288,8
Mortero M-700 fabricado en central y puesto en obra.	MA.HM013	m ³	288,8
Mortero de planta para inyectar con aditivo.	MA.VA054	m ³	288,8
Semilosa para tablero de puente.	MA.PF999	m ²	60
Cemento CEM II/B 32,5.	MA.VA045	T	800
Cemento para lechada.	MA.VA051	T	800
Materia seca (mezcla de cemento y arena), cualquiera que sea su dosificación.	MA.VA052	T	800
Semilosa para tablero de puente.	MA.PF999	m ²	60

Tabla 5 - Factores de emisión de hormigones, cementos y morteros

2.1.3.2 ÁRIDOS

La cantidad de CO₂ emitida por los áridos se ha obtenido tras consultar varios artículos académicos y científicos, donde se expone el factor de emisión que se debe considerar de la utilización de estos áridos, considerando su extracción, machaqueo y transporte a obra.

En este caso, se incluyen para el cálculo de la huella de carbono los áridos y el polvo mineral utilizados en las mezclas bituminosas.⁴ Y el betún.⁵

⁴ Fuente: Proyecto de Fin de Carrera: “Estudio y desarrollo del cálculo de la Huella de Carbono. Aplicación práctica a Proyecto de construcción de plataforma de vía de Alta Velocidad ferroviaria.”, septiembre 2014, Laura Ecenarro Díaz-Tejeiro.

⁵ Fuente: <https://hueco2.tecniberia.es/>



Del que obtenemos los siguientes factores de emisión:

MATERIAL	CÓDIGO	UNIDAD	KG DE CO2 / UNIDAD
Polvo mineral.	MA.AR004	t	13,51
Arena 0/6 mm.	MA.AR010	t	5,86
Árido silíceo para espolvorear en impermeabilización.	MA.AR022	t	5,86
Zahorra artificial procedente de cantera.	MA.AR023	t	5,86
Árido clasificado para capa de rodadura, puesto en obra.	MA.AR030	t	5,86
Árido clasificado de cantera.	MA.AR032	t	5,86
Material para pedraplén	MA.AR038	t	5,86
Escollera de peso >500 kg.	MA.AR065	t	5,86
Escollera seleccionada de peso entre 10 y 500 kg.	MA.AR068	t	5,86

Tabla 6 - Factores de emisión de áridos

2.1.3.3 ACEROS

El factor de emisión de los aceros se ha obtenido tras una investigación de artículos científicos. Tras esta investigación, se ha llegado a la conclusión de que el factor emisión para estos materiales es de 1,85 kg de CO₂ por kg de acero en barras⁶, mientras que para el acero galvanizado es de 3,79 kg de CO₂ por kg de acero.⁷

Para este estudio, no se ha encontrado más información sobre las diferentes emisiones de CO₂ para cada tipo de acero, por lo que para todo el proyecto se ha supuesto el mismo factor de emisión.

En aquellos casos donde las unidades de materiales no vengan definidas por kg, se ha calculado cuantos kg hay por unidad del material.

Por ejemplo, para la unidad “Cable de 36 mm. de diámetro de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm², con los alambres interiores galvanizados y los alambres exteriores en forma de "Z" galvanizados.”, se ha calculado cuantos kg de acero hay por unidad de cable. En este caso la longitud del cable no viene la descripción del material, si no en la descripción de la unidad de obra donde se utiliza este

⁶ Fuente: Proyecto de Fin de Carrera: “Estudio y desarrollo del cálculo de la Huella de Carbono. Aplicación práctica a Proyecto de construcción de plataforma de vía de Alta Velocidad ferroviaria.”, septiembre 2014, Laura Ecenarro Díaz-Tejeiro.

⁷ Fuente: “Model for quantifying CO₂ emissions in buildings due to material resources consumed during construction”, M. P. Mercader, A. Ramírez de Arellano, M. Olivares,.



material: “Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm², de 36 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 1,524 y 9,996 metros.”, por lo tanto, se considera una longitud media de cable de 5,76 m.

Por cada metro lineal de cable, para ese diámetro descrito, se puede asumir que por metro lineal de cable el peso en acero es de 6 kg. Por lo tanto, el factor de emisión será:

$$FE \text{ MA.VA273NS} \left(\frac{\text{Kg CO}_2}{\text{ud}} \right) = 5,76 \left(\frac{\text{m}}{\text{ud}} \right) * 6 \left(\frac{\text{kg acero}}{\text{m}} \right) * 3,79 \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg acero}} \right) = 130,94 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{ud}}$$

De igual forma calculamos las emisiones generadas por el pretil metálico de acero galvanizado (“MA.SB333, Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.”), considerando que, por metro lineal de pretil, tenemos 67 kg de acero galvanizado.⁸

De esta manera obtenemos los siguientes factores de emisión:

MATERIAL	CÓDIGO	UNIDAD	KG DE CO ₂ / UNIDAD
Alambre recocido.	MA.VA252	Kg	1,85
Acero S 275 J2 en chapas o perfiles laminados en caliente.	MA.VA264	Kg	1,85
Acero S 355 J2 en chapas o perfiles laminados en caliente.	MA.VA265	Kg	1,85
Acero B-500-S.	MA.VA270	Kg	1,85
Acero galvanizado de alta resistencia en cordones.	MA.VA271	Kg	3,79
Cable de 36 mm. de diámetro de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , con los alambres interiores galvanizados y los alambres exteriores en forma de "Z" galvanizados.	MA.VA273NS	Ud	130,94
Cable de 92 a 96 mm. de diámetro de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , con los alambres interiores galvanizados y los alambres exteriores en forma de "Z" galvanizados.	MA.VA274NS	Ud	1591,25
Acero activo de alta resistencia (fu=1030 N/mm ² , fy=835 N/mm ²) en barras.	MA.VA275NS	Kg	1,85

⁸ Fuente: Marca comercial <https://metalesa.com/productos/pretil-metalico-meta16/>



Acero BST 500 S (fu= 550 N/mm ² , fy= 500 N/mm ²) en barras.	MA.VA276NS	Kg	1,85
Placa galvanizada de anclaje de 20x20x5 mm ³ , pintada y colocada mediante spits.	MA.VA281	Ud	14,02
Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	MA.SB333	m	253,84

Tabla 7 - Factores de emisión de aceros

2.1.3.4 MADERA PARA ENCOFRADOS

La metodología seguida para calcular el factor de emisión para la madera de encofrados es similar a la metodología anteriormente seguida.

Para el cálculo se ha buscado información en artículos científicos, obteniendo un factor de emisión de 0,2 kg de CO₂ por kg de madera producido⁹.

Para calcular las emisiones que generan los encofrados, necesitamos saber los kg de madera que supone el m² de encofrado, ya que es la unidad en la que se mide. Se ha considerado 13 kg por m² de encofrado. Por lo tanto, el factor de emisión será:

$$FE \text{ m}^2 \text{ encofrado} \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^2} \right) = 13 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) * 0,2 \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kg}} \right) = 90 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^2}$$

Por lo tanto, el factor de emisión para las unidades de encofrado es:

MATERIAL	CÓDIGO	UNIDAD	KG DE CO ₂ / UNIDAD
Madera para encofrados.	MA.VA372	m ²	90
Tablón para encofrados.	MA.VA373	M ²	90
Madera machihembrada para encofrados.	MA.VA374	M ²	90

Tabla 8 - Factores de emisión de madera para encofrados

2.1.3.5 Otros

El resto de los materiales considerados para el cálculo en huella de carbono son importantes por las características de la obra. Estos materiales son el agua consumida en la obra, y las emulsiones bituminosas utilizadas tanto en el puente como en los accesos al mismo.

El factor de emisión del agua se considera de 0,319 kg de CO₂ por m³ de agua consumida¹⁰.

El factor de emisión de las mezclas bituminosas según se considera de 10,99 kg de CO₂ por tonelada.¹¹

⁹ Fuente: “Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential”, Ignacio Zabalza Bribián, Antonio Valero Capilla, Alfonso Aranda Usón,, 2011.

¹⁰ Fuente: <https://hueco2.tecniberia.es/>

¹¹ Fuente: ¹¹ Fuente: Determinación de la huella de carbono de las mezclas asfálticas y sus técnicas sostenibles. Sampedro Rodríguez, Ángel. Publicado como artículo en el número Especial de la Revista



Los tubos de PVC utilizados en el drenaje no tienen mucho impacto en las emisiones de CO₂ que tiene una obra como la que es objeto de estudio, aun así, se consideran los factores de emisión¹².

Los conceptos destinados al plus de transporte, en realidad se calculan como la maquinaria. En este caso se ha considerado un factor de emisión de 0,122 Kg CO₂ / t * km. Para cada concepto se considera una distancia, 45 km en el caso de “VAR.06, Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.”, se consideran 45 km y para “VAR.09; Plus de transporte de productos de cantera hasta 30 km.”, de 30 km. Por otro lado, para el cálculo de la unidad “VAR.03, Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.”, la medición es de m³, por lo que se considera para calcular el factor de emisión de este concepto 45 km y 2,40 t/m³.

MATERIAL	CÓDIGO	UNIDAD	KG DE CO ₂ / UNIDAD
Agua.	MA.VA001	m ³	0,319
Emulsión bituminosa ECI.	MA.VA604	t	10,99
Emulsión termoadherente.	MA.VA610	t	10,99
Emulsión bituminosa para impermeabilización de tableros de puentes.	MA.VA617	t	10,99
Betún de cualquier penetración.	MA.VA672	t	440
Tubo de PVC liso de 200 mm para saneamiento sin presión.	MA.TU103	m	17,67
Tubo de PVC liso de 250 mm para saneamiento sin presión.	MA.TU105	m	22,63
Tubo de PVC liso de 315 mm para saneamiento sin presión.	MA.TU107	m	31,84
Tubo de PVC liso de 400 mm para saneamiento sin presión.	MA.TU109	m	36,85
Tubo de PVC estructurado tipo B corrugado de 125 mm.	MA.TU223S	m	7,25
Tubo corrugado de polietileno para canalización de servicios de 110 mm de diámetro.	MA.TU250	m	6,75
Tubo corrugado de polietileno para canalización de servicios de 160 mm de diámetro.	MA.TU252	m	10,33

Tubo de PVC ranurado de 160 mm para drenaje.	MA.TU341	m	10,33
Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	VAR.03	m3	13,176
Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	VAR.06	t	5,49
Plus de transporte de productos de cantera hasta 30 km.	VAR.09	t	3,66

Tabla 9 - Factores de emisión del resto de materiales utilizados

2.1.4 Unidades de Obra

La metodología seguida para el cálculo de las emisiones de CO2 de cada unidad de obra que compone el proyecto se basa en calcular a partir de la justificación de la unidad de obra, basándonos en el anejo de justificación de precios, la cantidad de cada concepto básico que tiene cada unidad de obra. Esta cantidad se multiplica por la medición de la unidad, y por el factor de emisión de cada concepto básico que compone la unidad. La suma de todo ello supone las emisiones de CO2 de la unidad de obra.

Por ejemplo, la unidad “Desbroce del terreno”, a partir de su descomposición se obtiene:

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Importe	Cantidad total descompuesto	Kg de CO2/unidad	Kg CO2
C300/07	5.111,45	m2	Desbroce del terreno.	0,73	3723,69			1759,02
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,81	0,02	5,11	0,66	3,38
MO.005	0,005	h	Peón ordinario.	19,74	0,10	25,56	0,66	16,92
MO.006	0,001	h	Peón señalista.	19,74	0,02	5,11	0,66	3,38
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,00			
MQ.131	0,005	h	Buldozer con escarificador de peso 13/18 Tn	73,00	0,37	25,56	33,70	861,21
MQ.110	0,0015	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 15/20 Tn	53,24	0,08	7,67	25,35	194,35
MQ.152	0,0015	h	Camión de tres ejes.	33,67	0,05	7,67	88,66	679,78
VAR.01	0,1	m3	Canon de vertido.	0,50	0,05	511,15	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,04			

Tabla 10 - Ejemplo del cálculo de kg de CO2 para una unidad de obra

Para dar luz al procedimiento adoptado, nos centramos en un único concepto básico, “Capataz”. La cantidad total de horas que destina el capataz a estos trabajos vendrá de multiplicar el rendimiento que se fija en la justificación de precios, por la cantidad total de la unidad de obra. La cantidad obtenida multiplicada por el factor de emisión del Capataz, que se ha justificado en los apartados anteriores, se obtiene los kg de CO2 que genera el capataz en el desbroce.

$$Kg \text{ de } CO_2 \text{ del Capataz en el desbroce} = 0,001 \left(\frac{h}{m^2} \right) * 5.111,45 (m^2) * 0,66 \left(\frac{Kg \text{ } CO_2}{h} \right) = 3,38 \text{ Kg de } CO_2$$

Haciendo este ejercicio para todos los conceptos que forman la unidad de obra (mano de obra, maquinaria y materiales) y sumándolos todos ellos se obtiene la huella de carbono de una unidad de obra.

A su vez, si sumamos las emisiones generadas de las unidades de un capítulo, obtendremos los kg de CO2 generados por el capítulo. Y por último, si sumamos la de todos los capítulos, llegamos a la cantidad de CO2 generada por la construcción.

2.1.5 Unidades Auxiliares

Las unidades auxiliares son aquellas que por su naturaleza forman parte de otra unidad de obra, y son necesarias para definir esa unidad de obra a la que pertenecen.

La metodología seguida para el cálculo de las emisiones de CO₂ de las unidades auxiliares es igual a las unidades de obra normales. A continuación, se realiza un listado con las unidades auxiliares y el cálculo seguido para determinar las emisiones de CO₂ por unidad.

CÓDIGO	UD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FACTOR EMISIÓN	KG CO ₂ /UD
AUX.01	m3		Excavación mecánica en zanjas y pozos.		2,283
MO.001	h	0,002	Capataz.	0,662	0,001
MO.005	h	0,02	Peón ordinario.	0,662	0,013
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MQ.111	h	0,01	Retroexcavadora sobre orugas de peso 20/25 Tn	38,220	0,382
MQ.152	h	0,02	Camión de tres ejes.	88,661	1,773
MQ.545	h	0,01	Bomba de achique de 5 CV.	4,380	0,044
MQ.550	h	0,01	Grupo electrógeno 25 KVA.	6,911	0,069
CP.002			P.P. entibación.	0,000	0,000
VAR.01	m3	1	Canon de vertido.	0,000	0,000
AUX.02	m3		Relleno con productos procedentes de la excavación y/o préstamos.		4,263
MO.001	h	0,003	Capataz.	0,662	0,002
MO.005	h	0,03	Peón ordinario.	0,662	0,020
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MQ.110	h	0,03	Retroexcavadora sobre orugas de peso 15/20 Tn	25,348	0,760
MQ.152	h	0,03	Camión de tres ejes.	88,661	2,660
MQ.172	h	0,005	Camión cisterna de 9 m3.	55,613	0,278
MQ.308	h	0,015	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	34,045	0,511
MA.VA001	m3	0,1	Agua.	0,319	0,032
AUX.03	m3		Extensión y compactación de zahorra artificial.		24,621
MO.001	h	0,01	Capataz.	0,662	0,007
MO.005	h	0,05	Peón ordinario.	0,662	0,033
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MQ.144	h	0,05	Pala mixta de peso 9 Tn	31,262	1,563
MQ.302	h	0,05	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	6,355	0,318
MA.AR023	t	2	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,860	11,720
VAR.06	t	2	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,490	10,980
AUX.41	m2		Encofrado paramentos rectos.		1,354



MO.001	h	0,05	Capataz.	0,662	0,033
MO.002	h	0,25	Oficial 1ª.	0,662	0,165
MO.004	h	0,25	Peón especialista.	0,662	0,165
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MA.VA372	m3	0,011	Madera para encofrados.	90,000	0,990
MA.VA375	l	0,09	Desencofrante.	0,000	0,000
CP.035			Parte proporcional de,maquinaria y medios auxiliares para encofrados.	0,000	0,000
AUX.42			Encofrado paramentos curvos.		1,698
MO.001	h	0,07	Capataz.	0,662	0,046
MO.002	h	0,35	Oficial 1ª.	0,662	0,232
MO.004	h	0,35	Peón especialista.	0,662	0,232
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MA.VA372	m3	0,0132	Madera para encofrados.	90,000	1,188
MA.VA375	l	0,09	Desencofrante.	0,000	0,000
CP.035			Parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares para encofrados.	0,000	0,000
AUX.43			Encofrado recto con madera machihembrada.		3,930
MO.001	h	0,07	Capataz.	0,662	0,046
MO.002	h	0,35	Oficial 1ª.	0,662	0,232
MO.004	h	0,35	Peón especialista.	0,662	0,232
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MA.VA372	m3	0,01	Madera para encofrados.	90,000	0,900
MA.VA374	m3	0,028	Madera machihembrada para encofrados.	90,000	2,520
MA.VA375	l	0,09	Desencofrante.	0,000	0,000
CP.035			Parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares para encofrados.	0,000	0,000
AUX.46	m2		Encofrado curvo con madera machihembrada.		5,910
MO.001	h	0,07	Capataz.	0,662	0,046
MO.002	h	0,35	Oficial 1ª.	0,662	0,232
MO.004	h	0,35	Peón especialista.	0,662	0,232
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,000
MA.VA372	m3	0,02	Madera para encofrados.	90,000	1,800
MA.VA374	m3	0,04	Madera machihembrada para encofrados.	90,000	3,600
MA.VA375	l	0,09	Desencofrante.	0,000	0,000
CP.035			Parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares para encofrados.	0,000	0,000
AUX.17	kg		Hinca y extracción de entubación recuperable de acero para pilote moldeado "in situ".		0,0565
MO.001	h	0,0005	Capataz.	0,662	0,0003
MO.002	h	0,0005	Oficial 1ª.	0,662	0,0003



MO.004	h	0,0005	Peón especialista.	0,662	0,0003
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,000	0,0000
MQ.552	h	0,0005	Equipo de soldadura eléctrica.	0,000	0,0000
MA.TU610	kg	0,03	Acero en entubación para pilotes ejecutados "in situ".	1,850	0,0555

Tabla 11 - Unidades auxiliares calculadas

2.2 FASE DE EXPLOTACIÓN

La huella de carbono de la fase de explotación se calcula a partir del número de vehículos que circulará por la vía durante los años previstos de funcionamiento.

En este caso, no se estudia la huella de carbono generada por los trabajos de conservación y mantenimiento.

En este caso, la IMD de la vía es de 2000 vehículos por día, con un 2 % de vehículos pesados, por lo que suponiendo que la vía estará operativa durante 25 años, podemos saber el número de vehículos que circularán por la vía de manera aproximada.

Asumiendo un consumo para estos vehículos, un factor de emisión (2,417 kg de CO2 por litro de combustible, al igual que se ha considerado en la maquinaria), y una distancia tributaria de 205,193 metros, podemos calcular los kg de CO2 generados en la fase de explotación.



3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto contempla la construcción de un nuevo puente sobre el río Saja y sus accesos en la carretera CA-283 (Riocorvo-Virgen de la Peña), en el tramo que discurre entre las localidades de Villanueva de la Peña y Virgen de la Peña. Los accesos incluyen la construcción de una glorieta como solución al nudo formado por la intersección de la carretera autonómica CA-283 y la carretera nacional N-634.

Aparte de la construcción del nuevo puente sobre el río Saja, en el presente proyecto se contemplan los siguientes trabajos:

- Obras de explanación:
 - Trabajos preliminares: despeje y desbroce del terreno, demoliciones, etc.
 - Excavaciones y rellenos para la formación de las explanadas de los accesos al nuevo puente sobre el río Saja, glorieta y sus ramales.
- Construcción de elementos de drenaje superficial.
- Construcción de firmes y pavimentos peatonales.
- Construcción de una estructura en voladizo para la ampliación de la plataforma actual de la carretera CA-283 en el tramo comprendido entre el nuevo puente y Villanueva de la Peña.
- Construcción de unos muretes de hormigón armado para la contención de los recrecidos de rasantes.
- Pintado de las marcas viales de la señalización horizontal, colocación de los elementos de la señalización vertical y balizamiento, instalación de los sistemas de contención vehículos y peatones.
- Señalización, balizamiento y defensa de las obras.
- Instalación de los sistemas de iluminación para el alumbrado viario y peatonal.
- Reposición de servicios afectados por las obras.
- Obras varias: reposición de cierres, etc.
- Protección e integración ambiental:
 - Aplicación de medidas de protección ambiental durante el desarrollo de las obras.
 - Integración y restauración ambiental, visual y paisajística del entorno de la obra; realización de un seguimiento ambiental durante el desarrollo de las obras; eliminación y gestión correcta de todas aquellas especies catalogadas como invasoras existentes en el entorno; etc.
 - Realización de un seguimiento arqueológico durante el desarrollo de las obras.
- Remates de obra, limpieza y terminación de las obras.
- Conservación de la obra durante el periodo de garantía.

El objeto de este trabajo es el estudio de la huella de carbono de una infraestructura, por lo que a continuación se describen los aspectos más importantes que componen el proyecto.

3.1 GEOTECNIA

Para la elaboración del estudio geotécnico necesario para la redacción del presente proyecto se han realizado cinco sondeos.

- Un sondeo “S-1” en la ubicación del estribo 1 (lado de Virgen de la Peña) del nuevo puente proyectado, de 21’95 m. de profundidad.
- Dos sondeos “S-2A” y “S-2B”, de 21’30 m. y 20’30 m. de longitud respectivamente, en el lugar de ubicación de los encepados correspondientes a la cimentación de la pila 1.



- Un sondeo “S-3” en el punto de intersección de la alineación correspondiente al eje de la pila 2 con el eje del tablero (coincidente con el eje 1 de trazado), de 25´15 m. de profundidad.
- Un sondeo “S-4” de 34´38 m. de longitud realizado aproximadamente a 15 m. de la ubicación del encepado proyectado para el estribo 2 (lado Villanueva de la Peña). Este sondeo no se pudo ejecutar en la ubicación exacta del citado estribo por la imposibilidad de que la maquinaria accediera a ese emplazamiento.

Una vez terminados los sondeos, se han realizado los ensayos para determinar la geotecnia de los materiales afectados.

Se ha realizado ensayos de compresión simple en roca y ensayos de carga puntual.

De esta manera, se puede concluir que nos encontramos en una zona aluvial, exceptuando en el sondeo S-1 que se encontraron unos rellenos antrópicos. Por debajo de esta capa se han encontrado areniscas grises de grano fino, areniscas ocreas de grano fino a medio y alternancia de arcillas y arcillas arenosas. Todas ellas presentan un grado de recuperación del 100%.

3.2 HIDROLOGÍA

El puente se construye sobre el río Saja y un arroyo afluente de este, arroyo de la Fuente del Ojo.

El trazado en alzado viene condicionado por la necesidad hidráulica que supone las crecidas del río Saja, siendo necesario desaguar el caudal de avenida para un periodo de retorno de T=500 años, siendo este de 1021,518 m³/s.

Hay que tener en cuenta que, durante la construcción del nuevo puente, se mantiene el puente antiguo. Esto supone un riesgo adicional ya que se estima que, en esta situación de construcción, la lámina de agua para la avenida de T=500 años sufre una sobreelevación de 0.13 m.

Las condiciones mínimas que debe cumplir el puente en cuanto a las afecciones al río Saja son las siguientes:

- El puente proyectado debe tener una capacidad hidráulica suficiente para desaguar el caudal de la avenida de T= 500 años. En la situación final futura, es decir, una vez construido el nuevo puente y retirado el actualmente existente, no se pueden producir sobre-elevaciones en los niveles de la lámina libre del agua respecto a los existentes en la actualidad.
- La estructura debe contar con un vano principal de longitud suficiente para dejar libre el cauce habitual del río Saja, cuya anchura en la zona de implantación del puente es de aproximadamente 64 metros. Las pilas y los estribos del nuevo puente deben situarse fuera del cauce habitual del río Saja.
- Durante la ejecución de la obra se deben evitar ataguías o rellenos de cualquier tipo que invadan el cauce habitual del río Saja.

3.3 TRAZADO

El trazado en planta del nuevo puente discurre a lo largo de 205,193 m. desde la intersección de las carreteras CA-283 y N-634, hasta Villanueva de la Peña.

El nuevo puente se sitúa en alzado en un acuerdo parabólico convexo de parámetro Kv=16.000 y 96 m. de longitud que enlaza dos rasantes simétricas con pendientes del 0´30 %. Este trazado



simplifica las geometrías del puente y garantiza la correcta evacuación de las aguas. La cota más baja de la rasante del nuevo puente es $z = +102'51$, mientras que la cota más alta de la rasante del puente actual es $z = +102'46$.

Con el fin de conectar de la mejor forma posible el trazado en alzado proyectado para el nuevo puente, con la cota que tiene en la actualidad la carretera CA-283 en Villanueva de la Peña, se disponen en la parte final de este eje dos acuerdos parabólicos, uno convexo de parámetro $K_v = 623$ y una longitud de $35'5$ m., y otro cóncavo de parámetro $K_v = 804$ y 41 m. de longitud.

La pendiente longitudinal máxima del nuevo trazado es del $6'00$ %.

La sección propuesta para el nuevo puente se compone de 2 carriles de $3,5$ m., 2 arcenes de $0,5$ m. y un espacio destinado a aceras y a pretiles a cada lado, de $2,5$ m. Lo que supone que la anchura del puente debe de ser al menos de 13 m.

3.4 TRÁFICO

La categoría de tráfico pesado prevista será uno de los factores de dimensionamiento de los firmes, siendo uno de los datos de partida fundamental para la justificación de las secciones estructurales tipo a disponer en los tramos del proyecto.

La carretera CA-283 tiene una I.M.D. registrada en el año 2.006 de 2.807 vehículos/día, con un porcentaje de vehículos pesados del 10 %, lo que supone una I.M.D. de vehículos pesados en el año origen de 281 .

Considerando una evolución del tráfico con un crecimiento anual del 4 % para la carretera CA-283, hasta el año previsto de puesta en servicio de las obras (se considera el año 2.015), y suponiendo que sobre cada carril incide la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada, se obtiene la categoría de tráfico pesado que solicita el tramo objeto.

CA-283: $IMD_p = 281 \times 1,049 \times 0'50 = 200$ vehículos pesados/día.

$IMD_p = 200 \rightarrow$ Se considera una categoría de tráfico pesado: T2 ($200 \leq IMD_p < 800$).

3.5 DRENAJE

Los elementos de drenaje longitudinal proyectados son los siguientes:

- Ríogolas de 40 cm. de ancho, 4 cm. de calado y 12 cm. de espesor de revestimiento de hormigón (R-40).
- Cunetas prefabricadas de hormigón tipo caz, de 60 cm. de ancho (50 cm. de ancho hidráulicamente efectivo) y 3 cm. de calado.
- En la zona del desmonte de la carretera N-634 existe en la actualidad una cuneta que se debe reponer. En esta zona se dispone una cuneta triangular simétrica de 125 cm. de ancho, 24 cm. de calado y 12 cm. de espesor de revestimiento de hormigón (VS-125).
- Canaleta prefabricada de hormigón con rejilla, de 30 cm. de ancho y 39 cm. de calado.
- Sumideros sifónicos para la recogida de las aguas procedentes de las ríogolas, cunetas prefabricadas, etc.
- Se dispondrán sumideros horizontales en el tablero del puente y en la estructura en voladizo, para la recogida del agua procedente de sus plataformas y posterior vertido directo.



- Colectores con tubos de P.V.C., que junto con arquetas y pozos, sirven para la recogida y conducción al punto/s de desagüe del agua procedente de los sumideros dispuestos en las cunetas, ríogolas, etc.

Los elementos de drenaje transversal proyectados son los siguientes:

- El nuevo puente sobre el río Saja es el único elemento de drenaje transversal existente en los tramos de las carreteras sobre los que se desarrolla la actuación definida en el presente proyecto.

3.6 FIRMES Y PAVIMENTOS

En este caso, hay que diferenciar entre el paquete de firmes sobre la CA-283 y la N-634, con lo dispuesto sobre la estructura.

La sección estructural del firme en CA-283 y N-634 es:

- Pedraplén (según artículo C331/10 del P.P.T.P. del proyecto) con espesor mínimo de 70 cm. Dada la situación de la obra y la climatología de la zona se ha optado por la utilización del citado material debido a los buenos resultados que ha ofrecido en obras similares.
- Capa de regularización de 10 cm. de espesor de zahorra artificial.
- 25 cm. de base de zahorra artificial.
- Riego de imprimación mediante emulsión bituminosa ECI.
- 9 cm. de capa de base con mezcla bituminosa en caliente tipo “AC 32 BASE S” con betún B60/70.
- Riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente.
- 7 cm. de capa intermedia con mezcla bituminosa en caliente tipo “AC 22 BIN S” con betún B60/70.
- Riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente.
- 6 cm. de capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente tipo “AC 22 SURF D”, con áridos para capa de rodadura (según el artículo 542.2.2. del PG-3) y betún B60/70. La impermeabilidad que debe tener el firme para proteger la explanada se garantiza mediante esta capa, compuesta por una mezcla bituminosa en caliente de tipo denso.

La sección de firme sobre el tablero del puente es:

- Riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente (aplicado sobre la impermeabilización del tablero).
- 6 cm. de capa de rodadura con mezcla bituminosa en caliente tipo “AC 22 SURF D”, con áridos para capa de rodadura (según el artículo 542.2.2. del PG-3) y betún B60/70.

3.7 ESTRUCTURAS

La parte más importante del presente proyecto es la estructura que salva el río Saja. Esta estructura tiene una longitud total de 96 metros, divididos en 3 vanos de 14 + 68 + 14 metros. Las pilas centrales se sitúan fuera del cauce habitual del río mientras que en los laterales del margen del río se sitúan los estribos.

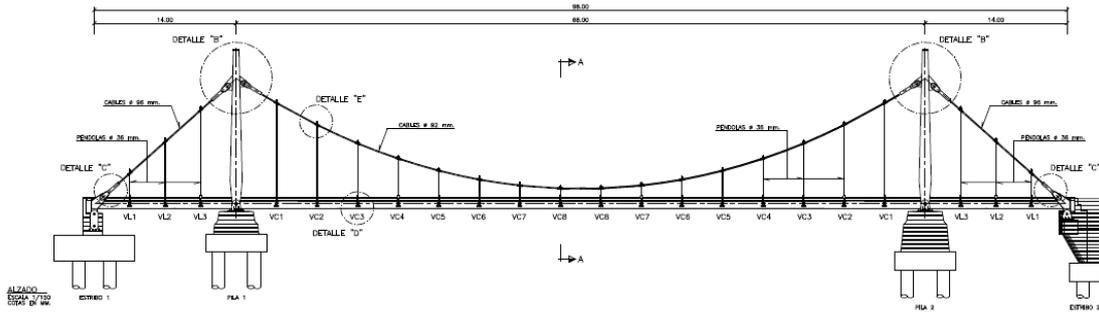


Ilustración 4 - Alzado del Puente en Virgen de la Peña

La sección del tablero está formada por una sección mixta tipo cajón de 13 metros de anchura, destinando 7 de ellos destinados al tráfico rodado, y el resto a aceras y arceñas.

La principal característica del puente es su sistema colgante, formado 2 planos verticales de cables, formado por cables de acero que cuelgan entre pilonos en forma de catenaria. De estos cables cuelgan otros cables denominados péndolas que se unen al tablero del puente. En el vano principal se anclan los cables mediante articulaciones a los pilonos, mientras que en los vanos laterales se anclan en el tablero del puente y en el pilono.

Las péndolas se disponen cada 4 metros en el vano principal y en los vanos laterales se disponen cada 3,5 metros. Estas péndolas se componen de cable de acero de alta resistencia de 36 mm. de diámetro exterior, mientras que los cables principales que sustentan las péndolas están formados por cables de acero de alta resistencia de 92 mm de diámetro exterior en el vano principal y de 96 mm. de diámetro exterior en los vanos laterales.

Todos los cables del sistema colgante del puente están formados por alambres de acero enrollados en espiral, de sección cerrada formada por un núcleo de alambres de sección circular y las últimas capas exteriores de alambres de sección con forma de “Z” Por durabilidad todos los alambres interiores están galvanizados con zinc y los alambres en “Z” de las capas exteriores con una aleación especial de aluminio y zinc (este último revestimiento, denominado “galvanizado”, tiene una mayor resistencia a la corrosión que el galvanizado).

La sección del tablero se compone de una sección mixta, formada por elementos de acero estructural y hormigón armado. El canto máximo del tablero es de 1,16 metros. La parte metálica del tablero está formada por vigas de doble “T” de 0.8 metros de canto, nervios transversales cada 3,5 o 4 metros durante toda la longitud del tablero, vigas riostras transversales de sección cajón rectangular cerrado y canto variable comprendido entre 0’80 y 0’91 metros, dispuestas sobre los ejes de apoyos de los estribos; y una serie de elementos secundarios para la rigidización longitudinal y el arriostramiento de los elementos principales. Los elementos principales de la parte metálica del tablero (vigas longitudinales, nervios y riostras transversales sobre ejes de apoyo de estribos) están constituidos por chapas de acero tipo S 355 J2, mientras que los elementos secundarios están formados por perfiles de acero tipo S 275 J2. Los nervios transversales tienen en sus extremos laterales unas orejetas con taladros de 67 mm. para conectar las péndolas, mientras que las vigas transversales dispuestas sobre los ejes de apoyo de los estribos tienen en la parte superior de sus extremos unas orejetas para anclar los cables principales al tablero.

La parte de hormigón que conforma el tablero está formada por una semilosa prefabricada que se apoya sobre el entramado metálico. Esta semilosa está compuesta de hormigón armado y tiene un canto de 0,25 metros y se dispone en todo el ancho del tablero. Esta losa se conecta mediante pernos de acero a las vigas longitudinales.

Los pilonos arranan como continuación de las pilas 1 y 2, y tienen una altura de 16,016 metros cada uno. El apoyo de estos sobre las pilas se realiza mediante articulaciones y la sección de los pilonos es de tipo cajón de canto variable entre 550 mm y 1200 mm y anchura constante de 450 mm, todo ello formado acero tipo S 355 J2.

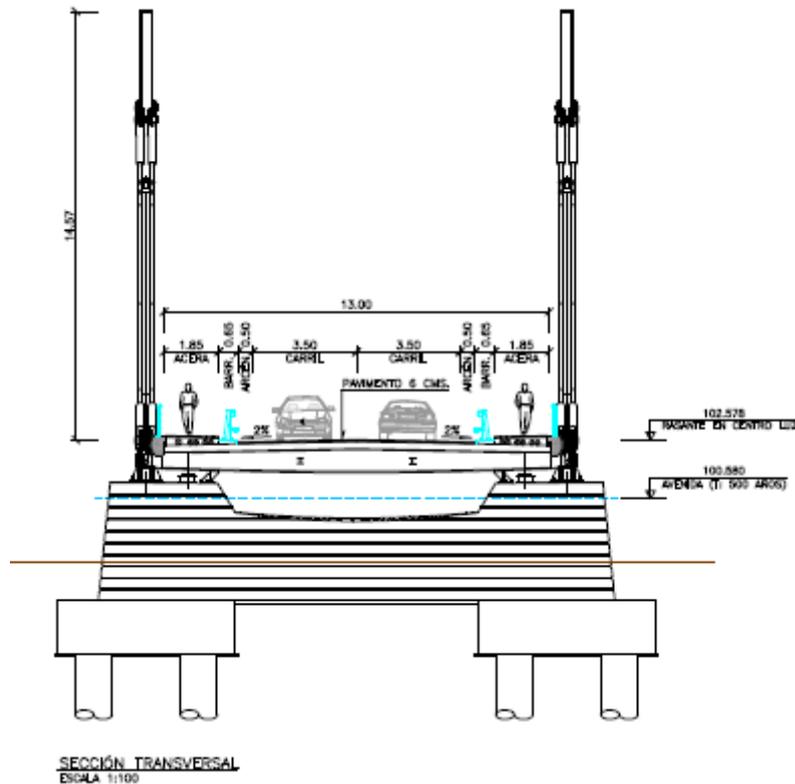


Ilustración 5 - Sección transversal del Puente en Virgen de la Peña

Los fustes de las pilas, de hormigón armado, tienen forma troncocónica. Su sección transversal es maciza con forma ovalada; de canto variable entre 4'26 metros en su coronación, y 4'45 metros en la base de la pila 1 o 4'80 metros en la de la pila 2; y anchura de 16'64 metros en su coronación, y 17'09 metros en la base de la pila 1 o 17'44 metros en la de la pila 2. En la coronación de los fustes se disponen dos salientes sobre los que se apoya el tablero y los mástiles. La altura del fuste de la pila 1 es de 2'25 metros, mientras que la de la pila 2 es de 4'00 metros. La cimentación de las pilas es de tipo profunda. Cada pila cuenta con dos encepados de hormigón armado con dimensiones de 6'00 x 6'00 x 1'80 metros y con ocho pilotes ejecutados in situ (4 por encepado) de hormigón armado de 1'25 metros de diámetro.

Los estribos, también de hormigón armado, son de tipo cerrado, con muros laterales en vuelta y cimentaciones profundas mediante encepados con ocho pilotes ejecutados in situ de 1'25 metros de diámetro en el caso del estribo 1, y doce pilotes de igual diámetro en el caso del estribo 2. Sus fustes son de 13 metros de ancho, de canto constante de 1'90 metros en el caso



del estribo 1, y de canto variable comprendido entre 2´80 y 0´80 metros en el caso del estribo 2. La altura del estribo 1 es de 3´81 metros, mientras que la del estribo 2 es de 6´56 metros.

3.8 PROGRAMA DE TRABAJOS

Las fases establecidas para la construcción del puente se realizarán en su mayor parte de forma secuencial, puesto que el tipo de obra imposibilita solapes significativos entre ellas. Se describen a continuación, de forma resumida, las diferentes etapas del proceso constructivo del puente proyectado:

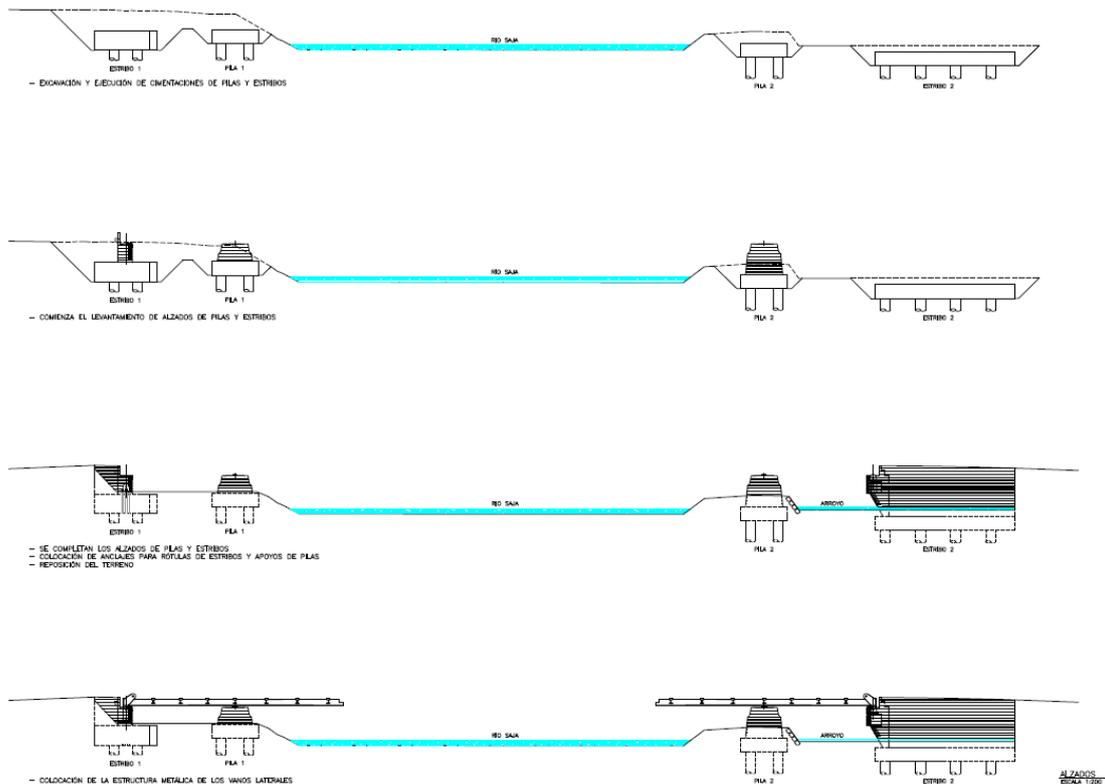
- 1) Ejecución de unos accesos provisionales a las zonas de emplazamiento de las cimentaciones y preparación de unas plataformas de trabajo en esas mismas zonas.
- 2) Ejecución de las excavaciones, pilotes y encepados, correspondientes a las cimentaciones de las pilas y los estribos del puente.
- 3) Construcción de los alzados de las pilas y los estribos. Se colocan sobre dichos alzados: las bases de las rótulas para el apoyo del tablero en los fustes de los estribos, las bases de las articulaciones para el apoyo de los mástiles en las cabezas de las pilas, previa disposición de los elementos de anclaje previstos, y el resto de aparatos de apoyo del tablero. Al tiempo se repondrá a su estado original el terreno previamente excavado en la fase de ejecución de las cimentaciones, y se dispondrán los rellenos y elementos de drenaje previstos en el trasdós de los estribos. Entre la pila 2 y el estribo 2 se adecúa el trazado del arroyo de la Fuente del Ojo, que desemboca en esta zona en el río Saja, reponiendo las protecciones de escollera existentes que delimitan su cauce principal.
- 4) Montaje y colocación desde ambos accesos al puente, mediante el empleo de grúas, de la estructura metálica del tablero correspondiente a los dos vanos laterales y a los extremos del vano central.
- 5) Colocación de los mástiles, cables principales y péndolas de los vanos laterales previamente montados. A su vez se colocarán unos tirantes provisionales anclados en los mástiles y en los tramos laterales del vano central de la estructura metálica del tablero.
- 6) Montaje desde los accesos al puente, mediante el empleo de grúas, de la estructura metálica del tablero correspondiente al tramo central del vano principal, y ensamblaje con los tramos previamente montados. Este tramo central del vano principal dispone de una estructura metálica de tipo celosía para el arriostamiento provisional del tablero. Dicha estructura de arriostamiento provisional debe ser mantenida hasta la posterior instalación de los cables principales y péndolas del vano central.
- 7) Colocación de los cables principales y péndolas del vano central. Se irá sustituyendo la estructura de arriostamiento provisional del tablero y los tirantes provisionales, por los cables principales y péndolas del vano central. Una vez colocados todos los cables del sistema colgante, se realizan las operaciones de tesado de las péndolas y cables principales.
- 8) Colocación de las semilosas colaborantes, que a su vez sirven como encofrado de la losa superior de forjado, sobre la estructura metálica del tablero correspondiente a los vanos laterales y a los extremos del vano central adyacentes a los primeros. Posteriormente, se procede al ferrallado y hormigonado de la losa superior del tablero sobre las semilosas previamente colocadas.

9) Colocación de las semilasas correspondientes a la parte central del vano principal. Una vez dispuestas las semilasas en esta zona, se ejecuta la losa superior del tablero de igual manera que en la fase anterior.

10) Se realiza el tesado definitivo de las péndolas y cables principales.

11) Construcción de las aceras; impermeabilización del tablero; colocación de las juntas de dilatación, impostas, barandillas, pretilas, elementos para el alumbrado viario y peatonal; extensión de la capa de rodadura (MBC) sobre el tablero del puente; ejecución de remates y acabados; y se finaliza con la realización de la preceptiva prueba de carga.

La construcción en taller de la estructura metálica del puente (tablero, mástiles, etc.), así como la fabricación de los cables (cables principales y péndolas), se desarrollan durante el transcurso de las fases previas al montaje y colocación en obra de dichos elementos, coincidiendo en el tiempo con el resto actividades planificadas para esas fases iniciales. El resto de las fases establecidas para la construcción del puente se realizarán en su mayor parte de forma secuencial, puesto que el tipo de obra imposibilita solapes significativos entre ellas.





4 HUELLA DE CARBONO DE LA INFRAESTRUCTURA

En este apartado se exponen los resultados obtenidos siguiendo la metodología propuesta en el apartado 2 de este documento. En primer lugar, se exponen las emisiones generadas en la construcción y seguido se calculan las emisiones de CO₂ para la fase de explotación.

4.1 CONSTRUCCIÓN.

En esta fase se consideran los trabajos necesarios para la construcción de la obra. La huella de carbono del proceso constructivo se ha obtenido a partir de las unidades de obra que representan el mayor impacto en emisiones de CO₂ o por su elevada medición o importe.

4.1.1 TRABAJOS PREVIOS Y EXPLANACIONES

Los trabajos a realizar de este capítulo se basan en la demolición del puente antiguo y del firme existente, el desbroce del terreno en aquellas zonas donde sea necesario, excavación de tierras y la formación de los muros de escollera.

Los cálculos realizados para la obtención de los factores de emisión de las unidades de obra se encuentran en “Apéndice N°1: Unidades de obra del capítulo de trabajos previos y explanaciones”.

4.1.1.1 Unidades de Obra

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Importe
C300/07	5111,45	m2	Desbroce del terreno.	0,729	3723,691
C301/04.02	648,1	m3	Demolición por fragmentación mecánica.	12,742	8258,285
C301/04.03N S	613,548	m3	Demolición de elementos estructurales de obras de fábrica.	24,309	14914,984
C305/04	183,05	m3	Demolición de firme mediante fresado en frío.	38,962	7132,049
C320/08.04	4238,8	m3	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en tierras y tránsito	2,717	11515,972
C331/08.01	3721,5	m3	Material para pedraplén procedente de cantera, puesto a pie de obra	2,108	7843,806
C331/08.02	4153,9	m3	Formación de pedraplén.	23,087	85917,526
C610/11.NE2 OB1	22,861	m3	Hormigón HNE-20/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	101,533	2321,144
C660/08.01	114,303	m3	Escollera seleccionada para formación de base de asiento de obras de fábrica procedente de cantera, puesta a pie de obra.	23,020	2631,255
C660/08.02	114,303	m3	Formación de base de asiento de obras de fabrica mediante escollera seleccionada.	7,915	904,731
C661/08.01	159,4	m3	Escollera seleccionada para formación de muro de escollera procedente de cantera, puesta a pie de obra.	26,343	4199,090
C661/08.02	186,4	m3	Formación de muro de escollera.	17,273	3219,762
C661/10.05	168	m2	Relleno de huecos en paramento de escollera con tierra vegetal.	1,692	284,323

Tabla 12 - Unidades de obra de Trabajos Previos y Explanaciones

4.1.1.2 Resultados

De esta manera obtenemos las emisiones totales del capítulo de trabajos previos y explanaciones, que es:

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Kg C02
C400/07.12	40	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-40.	13,876	555,048	517,239
C400/10.06	50	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VS-125.	33,080	1654,005	2328,334
C401/07.05	40	m	Cuneta prefabricada tipo caz de 60 cm.	33,681	1347,232	605,555
C403/07	25	m2	Trasdosado de cuneta.	15,402	385,043	596,361
C410/11/AC H02	2	ud	Arqueta de hormigón de 60 cm de diámetro interior, clase C-250.	351,424	702,848	334,590
C410/11/AC H04	4	ud	Arqueta de hormigón de 80 cm de diámetro interior, clase C-250.	487,550	1950,200	
C410/11/AC H06	1	ud	Arqueta de hormigón de 100 cm de diámetro interior, clase C-250.	544,840	544,840	
C410/11/AR H02	1	ud	Arqueta de hormigón para desagüe de cuneta, de dimensiones interiores de 80 x 60 cm2, clase C-250.	613,290	613,290	
C410/11/AR H12	2	ud	Arqueta prefabricada para drenaje, de dimensiones interiores 60x60 cm2, clase B-125.	282,070	564,140	
C410/11/PC H02	1	ud	Pozo de registro de hormigón de 120 cm de diámetro interior, clase C-250.	942,630	942,630	
C411/11.31	40	m	Canaleta de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con rejilla, clase C-250.	631,944	25277,764	1150,803
C413/11.01	11	ud	Sumidero sifónico prefabricado de hormigón de dimensiones interiores 50x50x50 cm3 , con rejilla de 41,5x41,5 cm, clase C-250.	127,320	1400,520	
C415/07/PL N01	35	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 200 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	25,443	890,498	956,663
C415/07/PL N02	20	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	33,651	673,018	665,439
C415/07/PL N03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	45,993	2299,670	2197,183
C415/07/PL R02	10	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	59,255	592,546	919,117
C415/07/PL R03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	75,845	3792,260	5718,409



C415/07/PL R04	80	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 400 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	103,849	8307,904	11147,157
TOTAL					8307,904	11147,157
						27136,851

Tabla 13 - Huella de carbono de Trabajos Previos y Explanaciones

El total de emisiones generadas por el capítulo de Trabajos Previos y Explanaciones es de 53.201,443 Kg de CO₂.

En el siguiente gráfico se muestra la relación entre la cantidad de emisiones generadas por la mano de obra, maquinaria y materiales, de las unidades estudiadas en este capítulo. Ha habido algunas unidades que por su poca representatividad en el presupuesto como “C313/05, Retirada de barrera de seguridad.”.

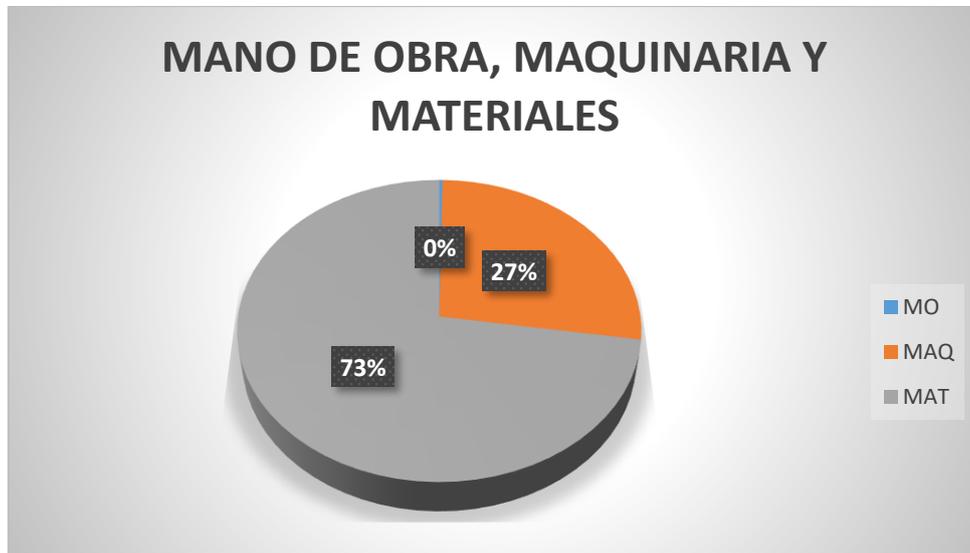


Ilustración 7 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Trabajos Previos y Explanaciones

Se observa que la mayoría de las emisiones generadas proviene de la utilización de materiales en este capítulo debido al gran uso de materiales granulares o procedentes de cantera que se utilizan en los rellenos.



MATERIALES

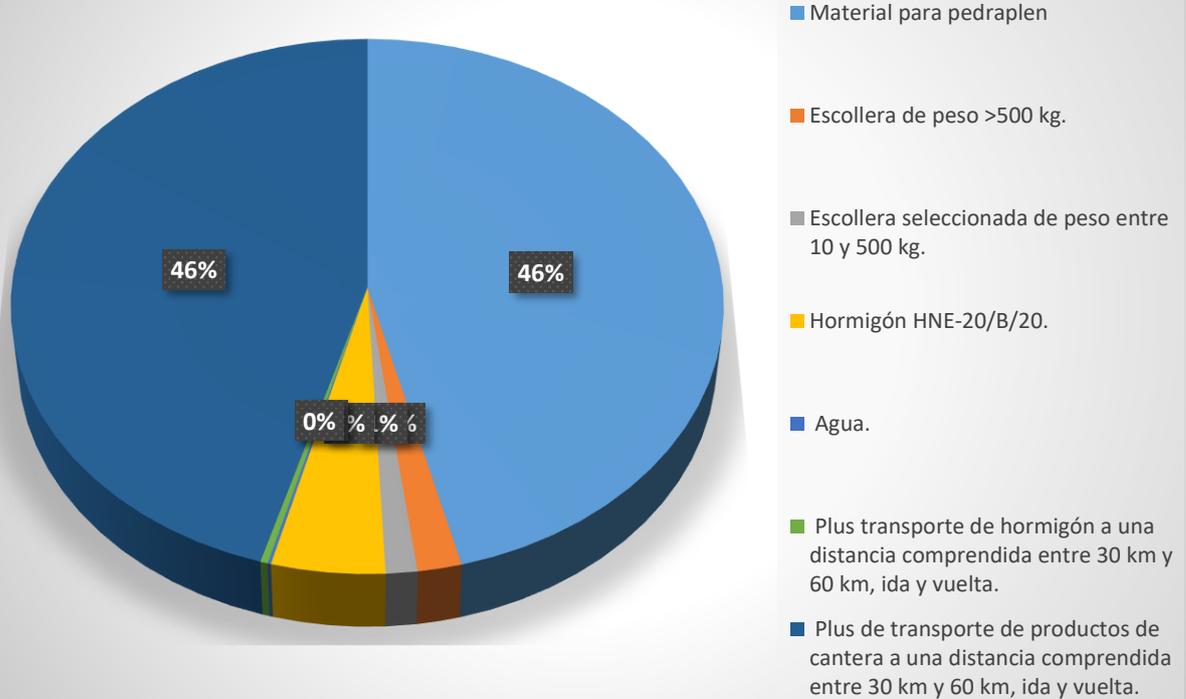


Ilustración 8 - Materiales de Trabajos Previos y Explanaciones

El material que más emisiones provoca es “material para pedraplén”, debido a su cantidad de volumen dentro del capítulo, y por consiguiente, lo que supone traerlo desde la cantera hasta la obra, también representa un gran porcentaje de las emisiones de los materiales del capítulo de trabajos previos y movimiento de tierras.

Como es lógico, la maquinaria supone un porcentaje representativo de la mayoría de las emisiones dentro del capítulo de trabajos previos y explanaciones, ya que todas las actividades recogidas en este capítulo requieren un gran número de horas trabajadas por la maquinaria.

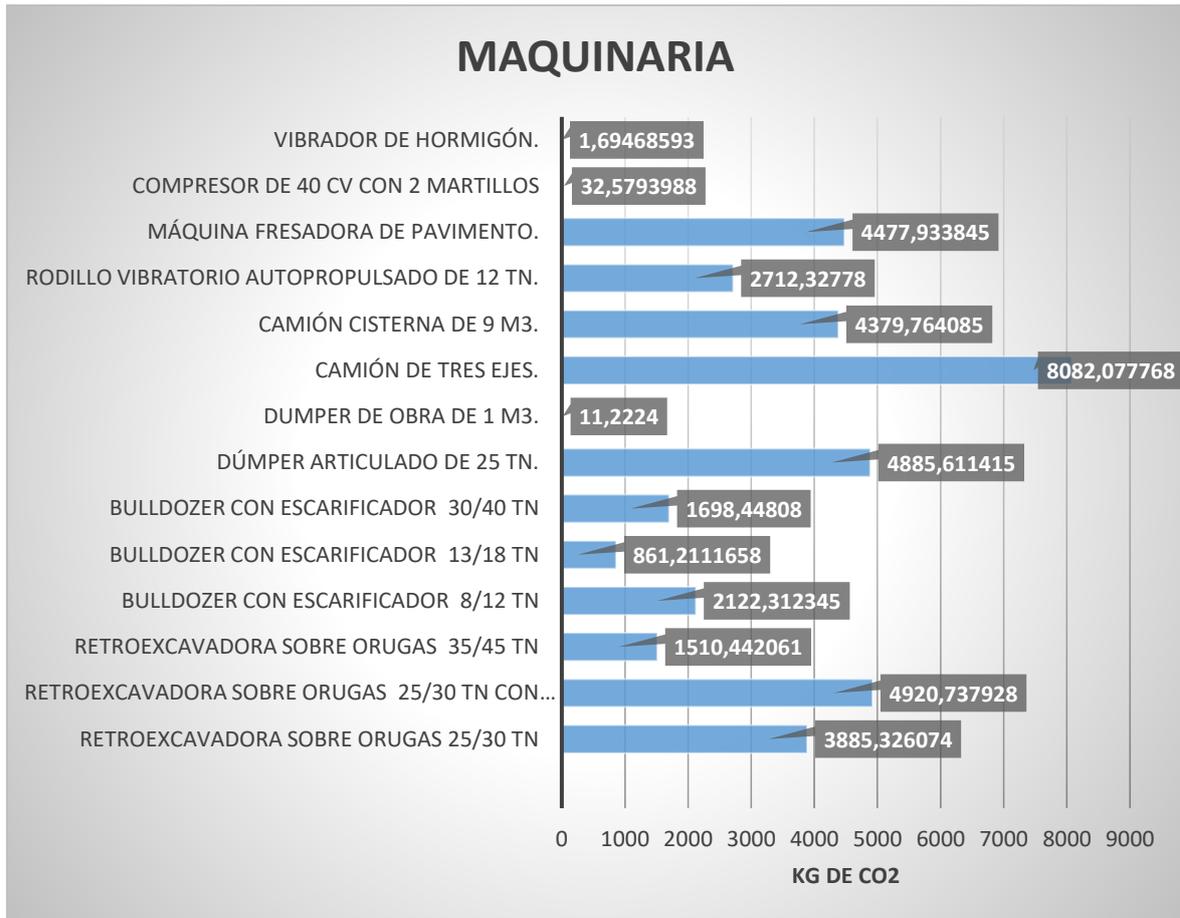


Ilustración 9 - Maquinaria de Trabajos Previos y Explanaciones

Como se puede observar, la mayor parte de las emisiones generadas por la maquinaria procede de la utilización del camión 3 ejes, aunque el resto de maquinaria también genera una gran cantidad de kg de CO2.

Se observa que la mayoría de las emisiones generadas por los materiales utilizados en este capítulo es debido al hormigón no estructural que se coloca en formación de la base de las obras de fábrica con escollera. Otro porcentaje alto de las emisiones generadas por los materiales es debido al plus de transporte, alrededor de 40% ya que esto se considera material, aunque por su naturaleza debería de considerarse maquinaria de acuerdo con la metodología seguida, que se ha explicada anteriormente.

4.1.2 DRENAJE

En este capítulo se consideran los trabajos necesarios para el correcto drenaje de la plataforma, tanto en el tramo de la estructura como en los accesos al puente.

Las principales actuaciones de este capítulo consisten en la canaleta de 40 m. de longitud, “C411/11.31, Canaleta de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con rejilla, clase C-250.”, ya que por su importe, supone la unidad más importante de este capítulo, suponiendo casi el 50% del importe del capítulo.

El resto de unidades estudiadas se componen de cunetas formadas de hormigón y tubos de PVC, ya que por su descomposición ha sido posible establecer el factor de emisión de todos sus conceptos básicos.

Los cálculos realizados para la obtención de los factores de emisión de las unidades de obra se encuentran en “Apéndice Nº2: Unidades de obra del capítulo de drenaje”.

4.1.2.1 Unidades de obra

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe
C400/07.12	40	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-40.	13,876	555,048
C400/10.06	50	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VS-125.	33,080	1654,005
C401/07.05	40	m	Cuneta prefabricada tipo caz de 60 cm.	33,681	1347,232
C403/07	25	m2	Trasdosado de cuneta.	15,402	385,043
C410/11/ACH02	2	ud	Arqueta de hormigón de 60 cm de diámetro interior, clase C-250.	351,424	702,848
C410/11/ACH04	4	ud	Arqueta de hormigón de 80 cm de diámetro interior, clase C-250.	487,550	1950,200
C410/11/ACH06	1	ud	Arqueta de hormigón de 100 cm de diámetro interior, clase C-250.	544,840	544,840
C410/11/ARH02	1	ud	Arqueta de hormigón para desagüe de cuneta, de dimensiones interiores de 80 x 60 cm2, clase C-250.	613,290	613,290
C410/11/ARH12	2	ud	Arqueta prefabricada para drenaje, de dimensiones interiores 60x60 cm2, clase B-125.	282,070	564,140
C410/11/PCH02	1	ud	Pozo de registro de hormigón de 120 cm de diámetro interior, clase C-250.	942,630	942,630
C411/11.31	40	m	Canaleta de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con rejilla, clase C-250.	631,944	25277,764
C413/11.01	11	ud	Sumidero sifónico prefabricado de hormigón de dimensiones interiores 50x50x50 cm3 , con rejilla de 41,5x41,5 cm, clase C-250.	127,320	1400,520
C415/07/PLN01	35	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 200 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	25,443	890,498
C415/07/PLN02	20	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	33,651	673,018
C415/07/PLN03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	45,993	2299,670
C415/07/PLR02	10	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	59,255	592,546
C415/07/PLR03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	75,845	3792,260
C415/07/PLR04	80	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 400 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	103,849	8307,904

Tabla 14 - Unidades de obra de Drenaje

4.1.2.2 Resultados

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Kg CO2
C400/07.12	40	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-40.	13,876	555,048	517,239
C400/10.06	50	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VS-125.	33,080	1654,005	2328,334
C401/07.05	40	m	Cuneta prefabricada tipo caz de 60 cm.	33,681	1347,232	605,555
C403/07	25	m2	Trasdosado de cuneta.	15,402	385,043	596,361
C410/11/ACH02	2	ud	Arqueta de hormigón de 60 cm de diámetro interior, clase C-250.	351,424	702,848	334,590
C410/11/ACH04	4	ud	Arqueta de hormigón de 80 cm de diámetro interior, clase C-250.	487,550	1950,200	
C410/11/ACH06	1	ud	Arqueta de hormigón de 100 cm de diámetro interior, clase C-250.	544,840	544,840	
C410/11/ARH02	1	ud	Arqueta de hormigón para desagüe de cuneta, de dimensiones interiores de 80 x 60 cm2, clase C-250.	613,290	613,290	
C410/11/ARH12	2	ud	Arqueta prefabricada para drenaje, de dimensiones interiores 60x60 cm2, clase B-125.	282,070	564,140	
C410/11/PCH02	1	ud	Pozo de registro de hormigón de 120 cm de diámetro interior, clase C-250.	942,630	942,630	
C411/11.31	40	m	Canaleta de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con rejilla, clase C-250.	631,944	25277,764	1150,803
C413/11.01	11	ud	Sumidero sifónico prefabricado de hormigón de dimensiones interiores 50x50x50 cm3 , con rejilla de 41,5x41,5 cm, clase C-250.	127,320	1400,520	
C415/07/PLN01	35	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 200 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	25,443	890,498	956,663
C415/07/PLN02	20	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	33,651	673,018	665,439
C415/07/PLN03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	45,993	2299,670	2197,183
C415/07/PLR02	10	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	59,255	592,546	919,117

C415/07/PLR03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	75,845	3792,260	5718,409
C415/07/PLR04	80	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 400 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	103,849	8307,904	11147,157
					TOTAL	27136,851

Tabla 15 - Huella de Carbono de Drenaje

En este capítulo las emisiones de CO2 no son tan cuantiosas como en el resto de los capítulos estudiados, ya que, por las características de la obra, no existen obras de drenaje transversal que puedan suponer una gran cantidad de materiales o gran maquinaria, simplemente se trata de cunetas y tubos de PVC.

Por eso, la mayoría de las emisiones generadas en este capítulo proceden la utilización de materiales.



Ilustración 10 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Drenaje

El mayor número de emisiones procedente de los materiales estudiados de este capítulo se basa en el hormigón no estructural utilizado. Esto es debido a que se utiliza en todas las unidades como base de tubos, arquetas, incluso para la formación de cunetas, y todo ello a lo largo de todo el trazado, por lo que es lógico que su impacto en kg de CO2 sea importante.

Los tubos de PVC tienen su importancia, ya que hay varios tubos proyectados con longitudes a considerar. Por otro lado, alrededor del 8% de los materiales se podría considerar maquinaria, ya que hace referencia al plus de transporte de hormigón y áridos.

El uso de áridos en este capítulo no es mayoritario por lo que su representación queda opacada por el resto de los conceptos.

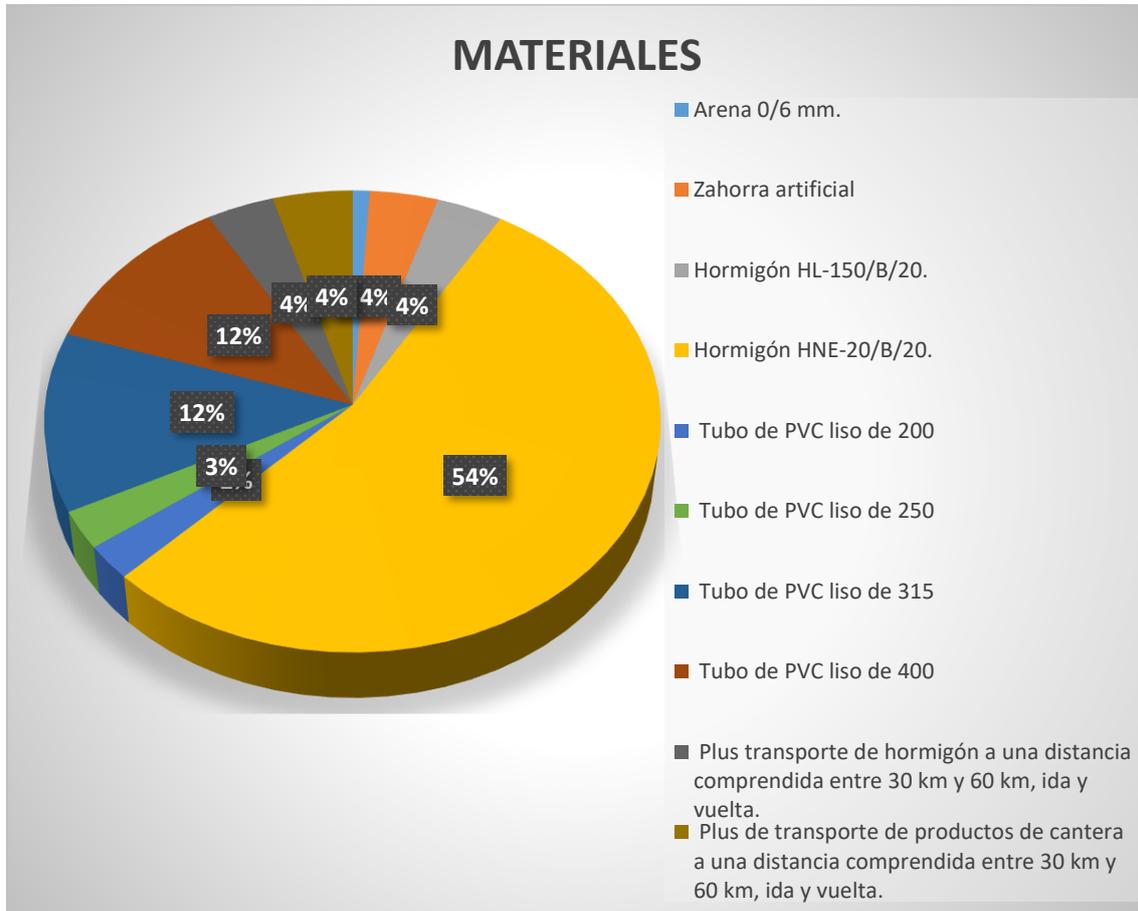


Ilustración 11 - Materiales de Drenaje

4.1.3 FIRMES Y PAVIMENTOS

El paquete de firmes utilizados en el tablero es diferente al utilizado en los accesos, pero en este capítulo se estudian todos los paquetes de firmes, y las emisiones que generan en total.

La explanada está formada para ambos tramos por una capa de pedraplén de 70 cm. de canto y una capa regularización de 10 cm. de zahorra artificial.

En los accesos al puente, el paquete de firmes está formado por una base de 25 cm. de zahorra, riego de imprimación mediante emulsión bituminosa ECI, 9 cm. de capa base de MBC “AC 32 BASE S” con betún B60/70, riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente., 7 cm. de capa intermedia con MBC tipo “AC 22 BIN S” con betún B60/70, riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente, 6 cm. de capa de rodadura con MBC “AC 22 SURF D”, con áridos para capa de rodadura y betún B60/70.

Mientras que en el tablero del puente tenemos un riego de adherencia a base de emulsión bituminosa termoadherente (aplicado sobre la impermeabilización del tablero) y 6 cm. de capa de rodadura con MBC tipo “AC 22 SURF D”, con áridos para capa de rodadura y betún B60/70.

Los cálculos realizados para la obtención de los factores de emisión de las unidades de obra se encuentran en “Apéndice N°3: Unidades de obra del capítulo de firmes y pavimentos”.

4.1.3.1 Unidades de obra

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe
C510/09.02	1407,5	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	24,378	34312,035
C510/11.06	1407,5	m3	Incremento de calidad de zahorra artificial, cualquiera que sea su procedencia, excepto cuando ésta sea fabricada en obra con material procedente de la propia excavación o préstamos.	6,65	9359,875
C530/08.01	3,84	t	Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación.	392,5708	1507,47187
C531/09.02	2,294	t	Emulsión bituminosa termoadherente en riego de adherencia.	511,1423	1172,56044
C542/06.03	589,342	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia.	25,4767	15014,4893
C542/06.04	765,453	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base.	23,4649	17961,2781
C542/06.07	89,616	t	Betún de cualquier penetración.	481,3498	43136,6437
C542/06.50	1	ud	Traslado a obra de equipo de aglomerado.	479,6288	479,6288
C542/08.02	681,226	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura.	33,1679	22594,8358
C542/09.20	681,226	t	Incremento de calidad de árido en capa de rodadura	3,32	2261,67032
C542/09.22	681,226	t	Incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura	1,66	1130,83516
C561/07.05	36,9	m2	Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de arena.	65,8394	2429,47386
C561/07.15	72,8	m2	Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.	88,8645	6469,3356
C571/10.07	271,535	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	60,0619	16308,908

Tabla 16 - Unidades de Obra de Firmes y Pavimentos

4.1.3.2 Resultados

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Kg CO2
C510/09.02	1407,5	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	24,378	34312,035	35801,435
C510/11.06	1407,5	m3	Incremento de calidad de zahorra artificial, cualquiera que sea su procedencia, excepto cuando ésta sea fabricada en obra con material procedente de la propia excavación o préstamos.	6,65	9359,875	
C530/08.01	3,84	t	Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación.	392,5708	1507,47187	51378,272



C531/09.02	2,294	t	Emulsión bituminosa termoadherente en riego de adherencia.	511,1423	1172,56044	110,624
C542/06.03	589,342	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia.	25,4767	15014,4893	10531,070
C542/06.04	765,453	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base.	23,4649	17961,2781	12841,462
C542/06.07	89,616	t	Betún de cualquier penetración.	481,3498	43136,6437	15615,050
C542/06.50	1	ud	Traslado a obra de equipo de aglomerado.	479,6288	479,6288	
C542/08.02	681,226	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura.	33,1679	22594,8358	12368,212
C542/09.20	681,226	t	Incremento de calidad de árido en capa de rodadura	3,32	2261,67032	
C542/09.22	681,226	t	Incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura	1,66	1130,83516	
C561/07.05	36,9	m2	Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de arena.	65,8394	2429,47386	277,649
C561/07.15	72,8	m2	Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.	88,8645	6469,3356	3955,084
C571/10.07	271,535	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	60,0619	16308,908	14414,567
				TOTAL	157293,426	

Tabla 17 - Huella de Carbono de Firmes y Pavimentos

En el capítulo de firmes no ha sido posible estudiar todas las unidades de obra, al igual que en otros capítulos, por la naturaleza de las mismas ya que el incremento de calidad de los áridos es difícil de determinar su emisión en CO₂.

En la construcción de las actuaciones consideradas en el capítulo de firmes y pavimentos es de 157.293,426 kg de CO₂.

De estas emisiones la mayoría proceden de los materiales utilizados, mientras que la relevancia mano de obra queda reducida en torno al 1% debido a que los procesos constructivos requieren mucha maquinaria. Esta, si que tiene una importancia relevante debido a que la colocación de las mezclas bituminosas supone un gran impacto en la emisión de kg de CO₂.



Ilustración 12 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Firmes y Pavimentos

El material que más emisiones genera en este capítulo es el transporte de los áridos desde la cantera hasta la obra.

La zahorra, el betún y la emulsión bituminosa son los materiales que más emisiones generan, el primero ya que el volumen de utilización es considerable al utilizarse tanto en explanada como en base de los firmes, y el segundo, por la gran repercusión que tiene su fabricación en la producción de gases de efecto invernadero.

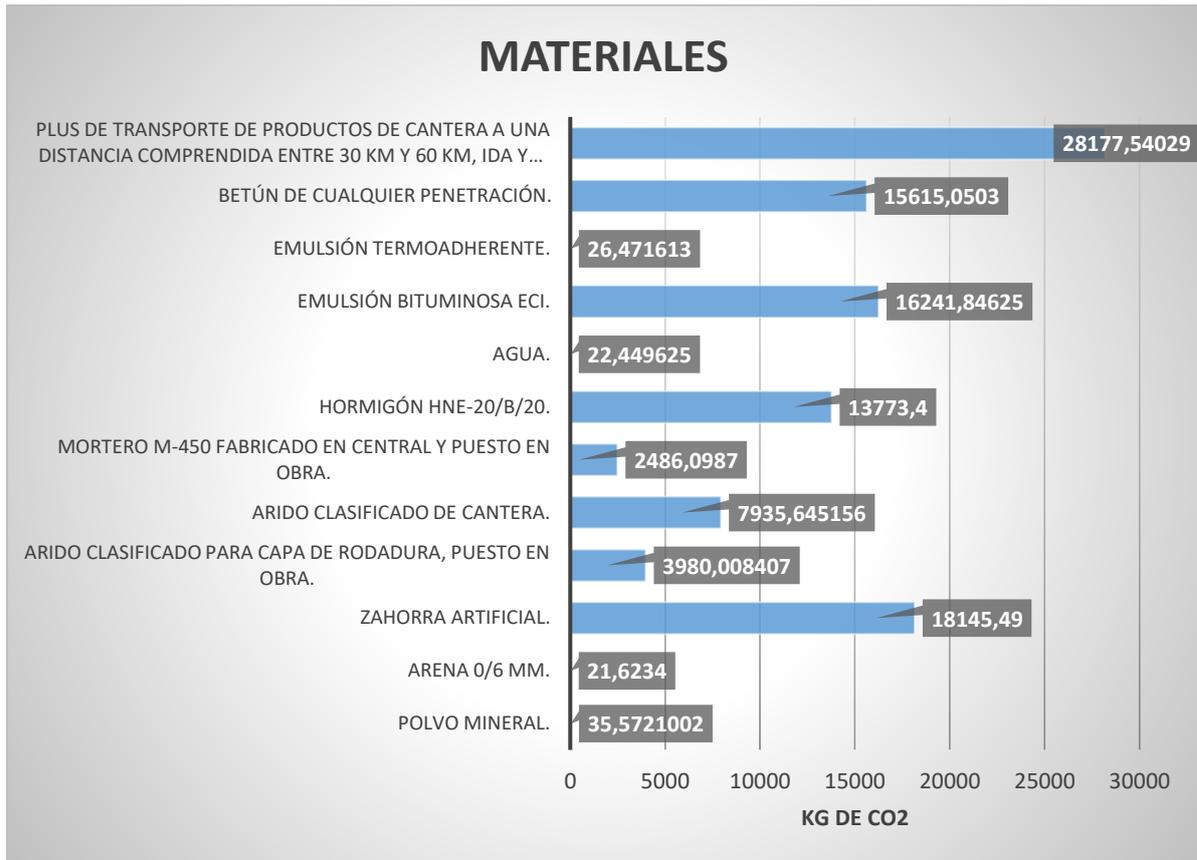


Ilustración 13 - Materiales de Firmes y Pavimentos

4.1.4 ESTRUCTURAS

El capítulo de estructuras es el más importante dentro del proyecto, refiriéndonos tanto al importe que supone, como a las emisiones generadas de gases de efecto invernadero (GEI).

Este capítulo tiene un importe de 2.898.473,13 €, suponiendo casi el 80% del presupuesto de ejecución material del proyecto de construcción.

En este capítulo se recogen todas las actividades requeridas para la construcción de la estructura sobre el río Saja.

En primer lugar, se ejecutan las cimentaciones de las pilas y los estribos, que consisten en cimentaciones profundas. Cada pila cuenta con dos encepados de hormigón armado de 6,00 x 6,00 x 1,80 m. y 8 pilotes en total, 4 por encepado de 1,25 metros de diámetro. Mientras que la cimentación de los estribos, también profunda, se compone de encepados con ocho pilotes el estribo 1 y doce el estribo 2, ambos de 1,25 metros de diámetro.

Una vez ejecutada la cimentación, se lleva a cabo los alzados de las pilas y los estribos. Las pilas de hormigón armado tienen sección ovalada de canto variable, y una altura 2,25 metros en la pila 1 y de 4,00 metros en la pila 2. En la coronación de la pila se colocarán los aparatos de apoyo del tablero.

Los estribos, también de hormigón armado, tienen 13 metros de ancho y de canto constante de 1,90 metros el estribo 1, y de canto variable entre 2,80 y 0,80 metros el estribo 2. El estribo 1 tiene una altura de 3,81 metros, mientras que el estribo 2 es de 6,56 metros.



El tablero está formado por una sección mixta de acero estructural y hormigón, con un canto máximo de 1,16 metros. La parte de hormigón corresponde a las losas prefabricadas de hormigón armado que se apoyan sobre la parte metálica. Esta parte metálica está constituida por vigas doble “T” longitudinales y transversales y vigas sección cajón transversales, de acero S 355 J2.

El sistema colgante que sustenta el tablero está formado por dos cables principales que sustentan las péndolas que a su vez sustentan el tablero. Los cables principales se encuentran en dos planos longitudinales en la dirección del puente, y están formados por acero galvanizado de alta resistencia, al igual que las péndolas. Estos cables principales se apoyan en los pilonos que surgen desde la coronación de las pilas, que tienen una altura de 16,016 metros y están constituidos de chapas de acero S 355 J2.

Los cálculos realizados para la obtención de los factores de emisión de las unidades de obra se encuentran en “Apéndice Nº4: Unidades de obra del capítulo de estructuras”.

4.1.4.1 Unidades de obra

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe
			4.1.- PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA		
			4.1.1.- CIMENTACIONES		
C321/11.01	4644,705	m ³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	16999,156
C332/04	3701,885	m ³	Relleno localizado.	8,431	31209,112
C600/08.02	188217,119	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	236626,562
C603/12.01NS	243,424	Kg	Acero BST 500 S (fu= 550 N/mm ² , fy= 500 N/mm ²) en barras para anclajes pasivos.	3,992	971,724
C610/11.A30B02	896,92		Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	117190,760
C610/11.L15	45,9	m ³	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	4354,648
C613A/10.30	57	t	Cemento para lechada, cualquiera que sea su dosificación.	363,784	20735,671
C613A/10.35	50	t	Materia seca para lechada (mezcla de cemento y arena), cualquiera que sea su dosificación.	276,491	13824,570
C613A/10.40	20	m ³	Mortero autocompactante de planta para inyectar con aditivo, cualquiera que sea su dosificación.	532,093	10641,858
C671/07.50	36	ud	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.	393,783	14176,181



C671/07.82	1	ud	Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	8692,000	8692,000
C671/07.90	1	ud	Traslado a obra de equipo de auscultación.	523,227	523,227
C671/10.03	900	m	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro nominal con entubación recuperable.	430,477	387429,300
C671/10.60	308	m	Sondeo en hormigón o terreno cualquiera que sea su naturaleza.	158,404	48788,309
C671/10.83	1	ud	Traslado intermedio entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	4346,000	4346,000
C680/10.01	547,97	m2	Encofrado recto.	17,225	9438,783
C680/10.03	42,93	m2	Encofrado curvo.	23,511	1009,319
			4.1.2.- ALZADOS Y ESTRIBOS DE PILA		
C600/08.02	66092,509	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	83091,502
C610/11.A30B02	685,011	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	89502,921
C610/11.L15	14,622	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1387,226
C640/08.21	66720,354	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	193969,413
C680/10.01	271,305	m2	Encofrado recto.	17,225	4673,229
C680/10.03	63,293	m2	Encofrado curvo.	23,511	1488,069
C680/10.05	269,818	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada.	37,354	10078,889
C680/10.08	337,389	m2	Encofrado recto con madera machihembrada.	31,365	10582,341



			4.1.3.- TABLERO		
C600/08.02	70875,954	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	89105,249
C602/10.06NS	44	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , de 36 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 1,524 y 9,996 metros.	3553,720	156363,689
C602/10.07NS	12	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , de 92 a 96 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 14,905 y 69,110 metros.	28713,022	344556,259
C610/11.A30B02	266,838	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	34864,813
C640/08.11	13747,2	Kg	Acero S 275 J2 en estructura de acero.	2,719	37382,761
C640/08.21	186071,504	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	540947,076
C699/08.07NS	1267,5	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	106230,823
			4.1.4.- ACABADOS Y REMATES		
C411/11.24S	12	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	493,513
C420/06.30	55	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	799,414
C423/07.05	311,17	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	6975,902



C571/10.09NS	390	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	27242,982
C690/06.02	1265,46	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	4,118	5211,038
C690/06.03NS	311,17	m2	Impermeabilización de paramentos en trasdós de estribos.	1,720	535,212
C692/05.01	117,6	dm3	Apoyo de neopreno zunchado.	37,730	4437,048
C692/05.20NS	6	ud	Rótula de apoyo en estribos.	523,510	3141,060
C694/05/NA042	13	m	Junta de neopreno armado con 42 mm de movimiento máximo permitido.	209,720	2726,360
C694/05/NA100	13	m	Junta de neopreno armado con 100 mm de movimiento máximo permitido.	473,290	6152,770
C695/11/EYD.01	1	ud	De prueba de carga estática y dinámica para la estructura de carretera sobre el río Saja en Virgen de la Peña.	7200,000	7200,000
C697/07.10NS	222,7	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	16298,455
C704/11.44	222,7	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	44238,041
C704/11.50	3	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	1052,752
			4.2.- VOLADIZOS		
C411/11.24S	6	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	246,757
C571/10.09NS	80	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	5588,304
C600/08.02	12859,065	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	16166,417
C610/11.A30B02	153,155	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila procedente	130,659	20011,094



			de central puesto en obra mediante bombeo		
C610/11.L15	19,336	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1834,455
C680/10.01	57,001	m2	Encofrado recto.	17,225	981,842
C690/06.02	246,33	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	4,118	1014,362
C697/07.10NS	40	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	2927,428
C699/08.07NS	66	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	5531,546
C704/11.44	40	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	7945,764
C704/11.50	1	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	350,917
			4.3.- OF EL ARROYO DE LA FUENTE DEL OJO		
C321/11.01	469,34	m ³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	1717,737
C332/04	433,892	m ³	Relleno localizado.	8,431	3657,970
C420/06.30	28	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	406,974
C423/07.05	37,8	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	847,412
C600/08.02	8341,661	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	10487,136
C610/11.A25B04	63,603	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	7885,793
C610/11.L15	9,2	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	872,827
C680/10.01	186,145	m2	Encofrado recto.	17,225	3206,348
C681/10.01	40,328	m3	Cimbra.	11,487	463,232

C690/06.03NS	37,8	m2	Impermeabilización de paramentos en trasdós de estribos.	1,720	65,016
C705/11.26NS	30	m	Barandilla de madera tratada, incluso anclaje.	93,970	2819,100
			4.4.- OTROS		
C600/08.02	9079,533	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	11414,789
C610/11.A25B04	137,16	m3	Hormigón HA-25/B/20/Ila procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	17005,728
C610/11.L15	14,915	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1415,023
C680/10.01	347,63	m2	Encofrado recto.	17,225	5987,927

Tabla 18 - Unidades de Obra de Estructuras

4.1.4.2 Resultados

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Kg CO2
			4.1.- PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA			
			4.1.1.- CIMENTACIONES			
C321/11.01	4644,705	m³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	16999,156	11327,2979
C332/04	3701,885	m³	Relleno localizado.	8,431	31209,112	10705,8326
C600/08.02	188217,119	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	236626,562	368624,051
C603/12.01NS	243,424	Kg	Acero BST 500 S (fu= 550 N/mm ² , fy= 500 N/mm ²) en barras para anclajes pasivos.	3,992	971,724	473,817818
C610/11.A30B02	896,92		Hormigón HA-30/B/20/Ila procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	117190,760	233306,391
C610/11.L15	45,9	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en	94,873	4354,648	9796,53548



			obra mediante vertido.			
C613A/10.30	57	t	Cemento para lechada, cualquiera que sea su dosificación.	363,784	20735,671	45696,5808
C613A/10.35	50	t	Materia seca para lechada (mezcla de cemento y arena), cualquiera que sea su dosificación.	276,491	13824,570	40252,142
C613A/10.40	20	m ³	Mortero autocompactante de planta para inyectar con aditivo, cualquiera que sea su dosificación.	532,093	10641,858	7277,80375
C671/07.50	36	ud	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.	393,783	14176,181	190,62
C671/07.82	1	ud	Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	8692,000	8692,000	0
C671/07.90	1	ud	Traslado a obra de equipo de auscultación.	523,227	523,227	0
C671/10.03	900	m	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro nominal con entubación recuperable.	430,477	387429,300	255311,001
C671/10.60	308	m	Sondeo en hormigón o terreno cualquiera que sea su naturaleza.	158,404	48788,309	0
C671/10.83	1	ud	Traslado intermedio entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	4346,000	4346,000	0
C680/10.01	547,97	m ²	Encofrado recto.	17,225	9438,783	741,968504
C680/10.03	42,93	m ²	Encofrado curvo.	23,511	1009,319	72,8798462
			4.1.2.- ALZADOS Y ESTRIBOS DE PILA			



C600/08.02	66092,509	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	83091,502	368624,051
C610/11.A30B02	685,011	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	89502,921	233306,391
C610/11.L15	14,622	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1387,226	9796,53548
C640/08.21	66720,354	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	193969,413	130135,694
C680/10.01	271,305	m2	Encofrado recto.	17,225	4673,229	741,968504
C680/10.03	63,293	m2	Encofrado curvo.	23,511	1488,069	72,8798462
C680/10.05	269,818	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada.	37,354	10078,889	1594,52826
C680/10.08	337,389	m2	Encofrado recto con madera machihembrada.	31,365	10582,341	1325,81858
			4.1.3.- TABLERO			
C600/08.02	70875,954	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	89105,249	129442,468
C602/10.06NS	44	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , de 36 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 1,524 y 9,996 metros.	3553,720	156363,689	7100,88377
C602/10.07NS	12	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , de 92 a 96 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 14,905 y 69,110 metros.	28713,022	344556,259	19460,403



C610/11.A30B02	266,838	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	34864,813	233306,391
C640/08.11	13747,2	Kg	Acero S 275 J2 en estructura de acero.	2,719	37382,761	26756,1048
C640/08.21	186071,504	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	540947,076	130135,694
C699/08.07NS	1267,5	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	106230,823	102874,677
			4.1.4.- ACABADOS Y REMATES			
C411/11.24S	12	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	493,513	73,269435
C420/06.30	55	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	799,414	1125,79466
C423/07.05	311,17	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	6975,902	82,1763019
C571/10.09NS	390	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	27242,982	36274,9116
C690/06.02	1265,46	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	4,118	5211,038	261,410253
C690/06.03NS	311,17	m2	Impermeabilización de paramentos en trasdós de estribos.	1,720	535,212	
C692/05.01	117,6	dm3	Apoyo de neopreno zunchado.	37,730	4437,048	
C692/05.20NS	6	ud	Rótula de apoyo en estribos.	523,510	3141,060	
C694/05/NA042	13	m	Junta de neopreno armado con 42 mm de movimiento máximo permitido.	209,720	2726,360	



C694/05/NA100	13	m	Junta de neopreno armado con 100 mm de movimiento máximo permitido.	473,290	6152,770	
C695/11/EYD.01	1	ud	De prueba de carga estática y dinámica para la estructura de carretera sobre el río Saja en Virgen de la Peña.	7200,000	7200,000	
C697/07.10NS	222,7	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	16298,455	25737,2737
C704/11.44	222,7	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	44238,041	56692,9533
C704/11.50	3	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	1052,752	1,74735
			4.2.- VOLADIZOS			
C411/11.24S	6	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	246,757	73,269435
C571/10.09NS	80	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	5588,304	36274,9116
C600/08.02	12859,065	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	16166,417	129442,468
C610/11.A30B02	153,155	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	20011,094	178184,726
C610/11.L15	19,336	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1834,455	3120,80483
C680/10.01	57,001	m2	Encofrado recto.	17,225	981,842	741,968504
C690/06.02	246,33	m2	Impermeabilización de tableros de	4,118	1014,362	261,410253

			puentes mediante mortero bituminoso.			
C697/07.10NS	40	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	2927,428	25737,2737
C699/08.07NS	66	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	5531,546	102874,677
C704/11.44	40	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	7945,764	56692,9533
C704/11.50	1	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	350,917	1,74735
			4.3.- OF EL ARROYO DE LA FUENTE DEL OJO			
C321/11.01	469,34	m³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	1717,737	1144,60531
C332/04	433,892	m³	Relleno localizado.	8,431	3657,970	1254,81346
C420/06.30	28	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	406,974	1125,79466
C423/07.05	37,8	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	847,412	82,1763019
C600/08.02	8341,661	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	10487,136	129442,468
C610/11.A25B04	63,603	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	7885,793	16442,2252
C610/11.L15	9,2	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	872,827	3120,80483
C680/10.01	186,145	m2	Encofrado recto.	17,225	3206,348	741,968504
C681/10.01	40,328	m3	Cimbra.	11,487	463,232	1,40133499



C690/06.03NS	37,8	m2	Impermeabilización de paramentos en trasdós de estribos.	1,720	65,016	
C705/11.26NS	30	m	Barandilla de madera tratada, incluso anclaje.	93,970	2819,100	
			4.4.- OTROS			
C600/08.02	9079,533	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	11414,789	129442,468
C610/11.A25B04	137,16	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	17005,728	16442,2252
C610/11.L15	14,915	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1415,023	3120,80483
C680/10.01	347,63	m2	Encofrado recto.	17,225	5987,927	741,968504
			TOTAL			3335210,88

Tabla 19 - Huella de Carbono de Estructuras

La cantidad de kg de CO₂ producida por la construcción de las estructuras proyectadas asciende a 3.335.210,88 kg de CO₂. Claramente, de los capítulos estudiados es el capítulo con mayor relevancia, en cuanto emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se refiere.

De estas emisiones, la mayoría proceden de la fabricación de los materiales, ya que se manejan unas cantidades de hormigón y acero muy elevadas, y como se ha demostrado en la metodología de cálculo, el factor de emisión de estos materiales es muy alta.

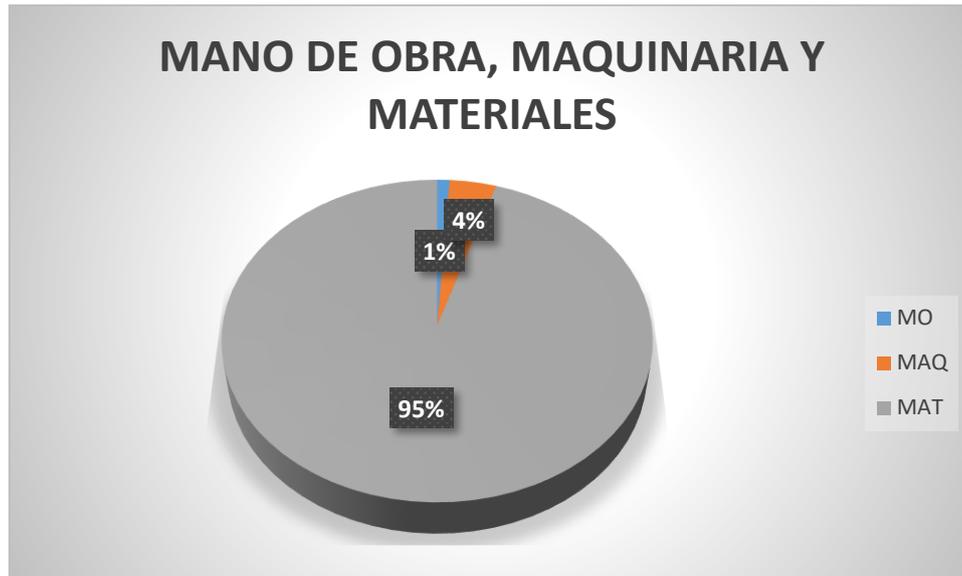


Ilustración 14 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales de Estructuras

Como se puede observar, la mano de obra y la maquinaria utilizada, no tienen mucha importancia en este capítulo en comparación con los materiales, que suponen el 95% de los kg de CO2 generados en la construcción de la estructura.

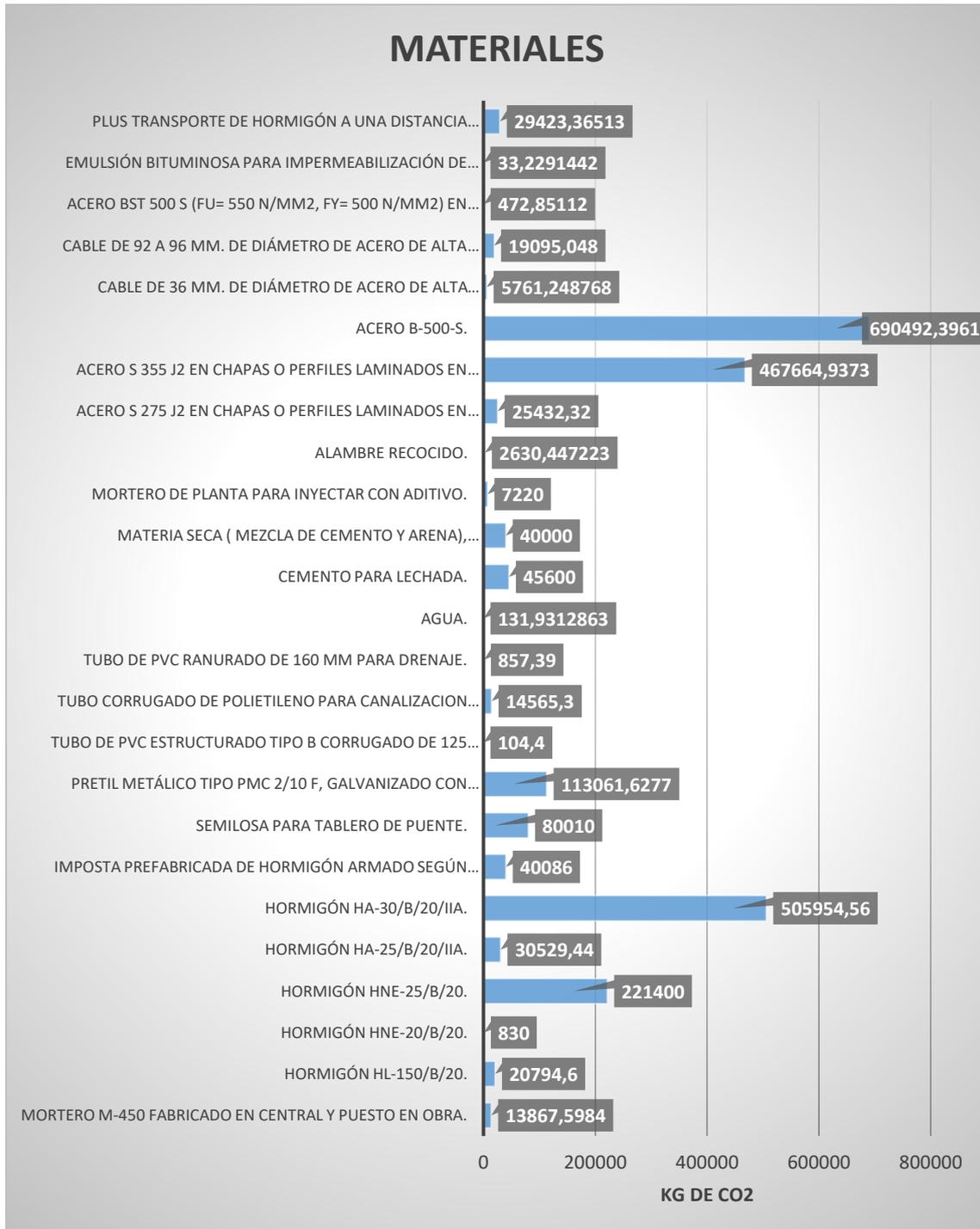


Ilustración 15 - Materiales de Estructuras

Como es lógico, los materiales que generan más gases de efecto invernadero son los aceros, debido a que tenemos una estructura que se compone mayoritariamente de acero, siendo el más contaminante el acero de las barras para armar cimentaciones y alzados.

El acero es el material que más relevancia tiene en cuanto a emisiones, ya que sumando los tipos de acero, supone un 56% de los kg de CO2 generados por la utilización de los materiales en la construcción de estructuras, mientras que los hormigones un 36%.

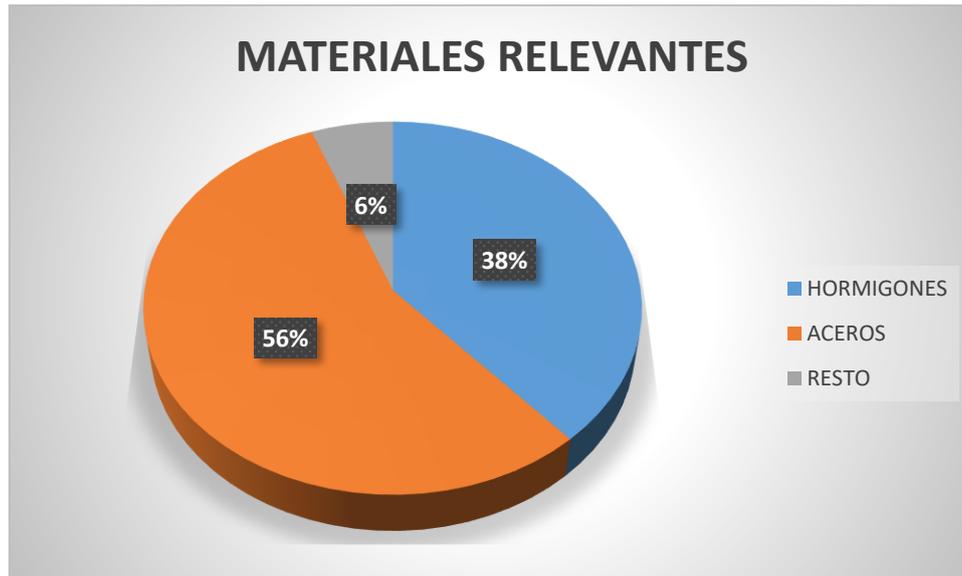


Ilustración 16 - Materiales Relevantes de Estructuras

4.1.5 RESULTADOS DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Los capítulos estudiados suponen la mayor parte del proyecto, y por lo tanto, se puede considerar que la huella de carbono producida por la construcción de la estructura real, no difiere mucho de lo que se ha estimado en este estudio.

CAPÍTULOS	IMPORTE	IMPORTE ESTUDIADO	% ESTUDIADO
TRABAJOS PREVIOS Y EXPLANACIONES	155.809,25 €	152.866,62 €	98%
DRENAJE	52.493,36 €	46.477,84 €	89%
FIRMES Y PAVIMENTOS	176.685,69 €	163.648,33 €	93%
ESTRUCTURAS	2.898.473,13 €	2.799.111,78 €	97%
PEM	3.754.509,91 €	3.162.104,57 €	84%

Tabla 20 - Tabla comparativa entre el PEM del proyecto y el estudiado

Se considera que estudiando el 84% del PEM del proyecto la huella de carbono que se estima es suficiente para determinar la cantidad de CO₂ que se emite en una obra de este calibre.



Ilustración 17 - Mano de Obra, Maquinaria y Materiales del proyecto

Los materiales son la fuente principal de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el proyecto constructivo que estamos estudiando. Esto se debe a la gran necesidad de utilizar materiales como el acero y el hormigón para construir la estructura.

Esto se ve claramente cuando comparamos los capítulos estudiados, ya que se aprecia perfectamente que el capítulo que supone mayores emisiones de CO₂ a la atmósfera es el capítulo de estructuras, llegando a suponer el 89% de los kg de CO₂ estimados.

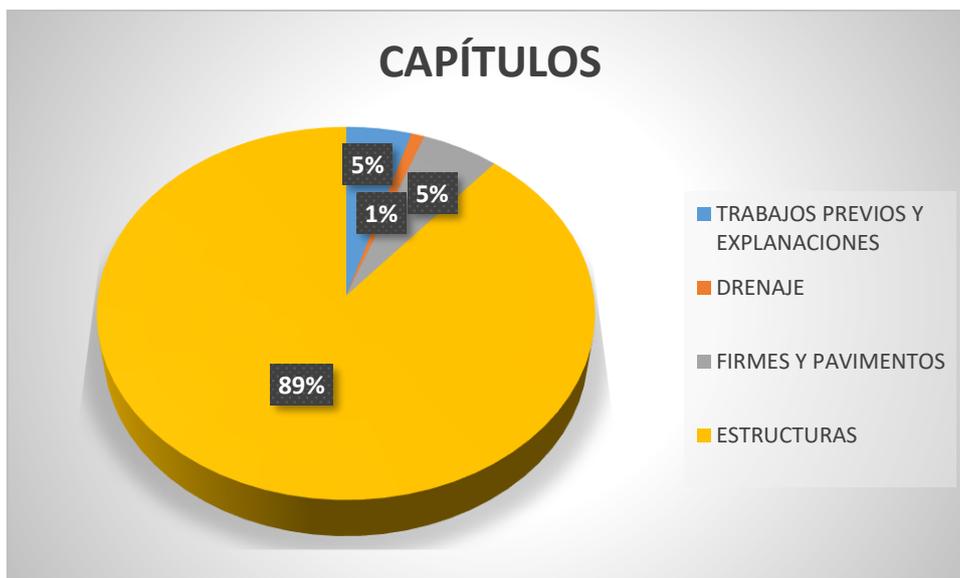


Ilustración 18 - Gráfico de la huella de carbono por capítulos

A continuación se analizan los materiales utilizados en el total de la obra:

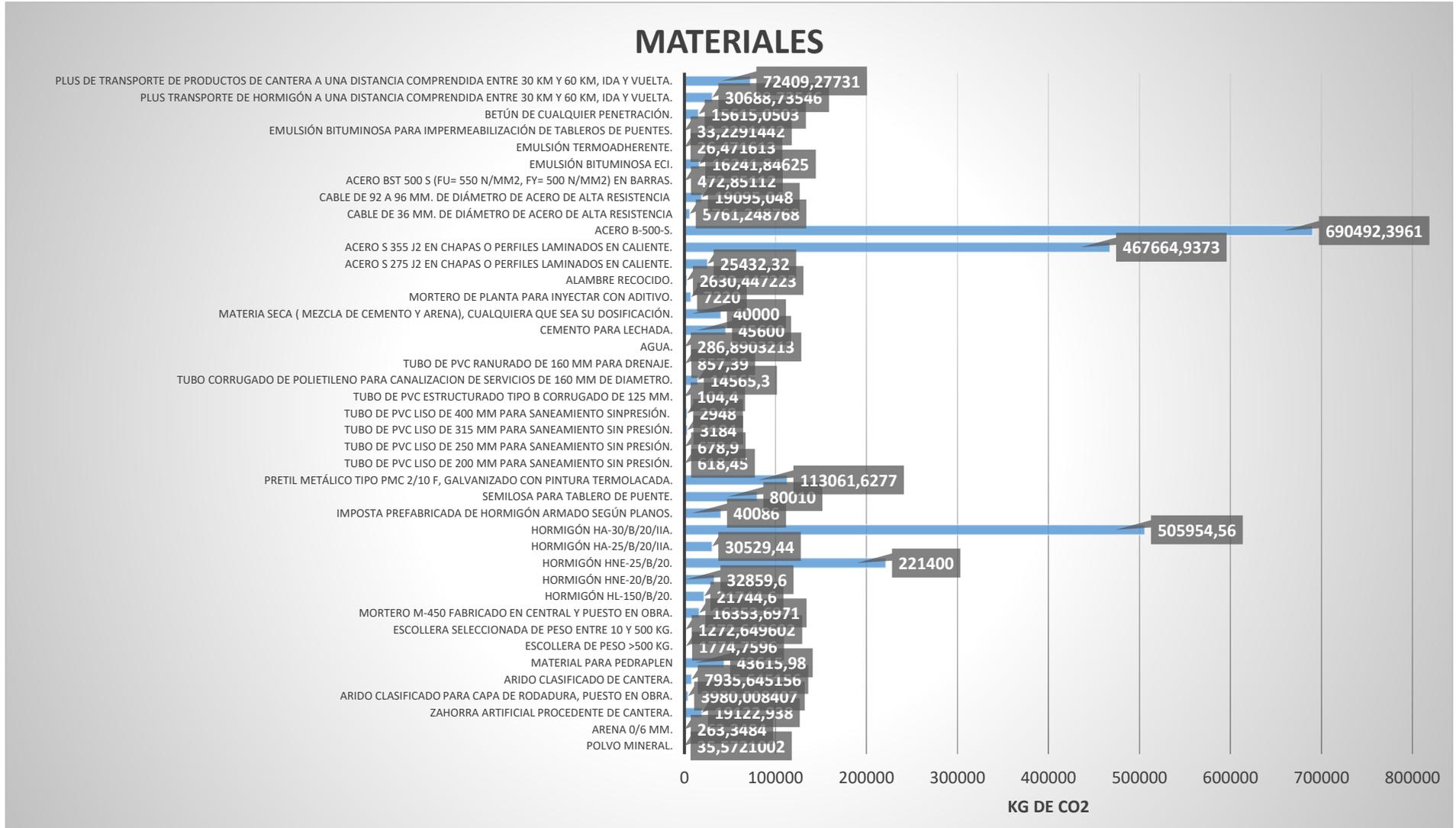


Ilustración 19 - Huella de carbono de los materiales del proyecto

Se observa que el material que más emisiones genera en la construcción es el acero utilizado en barras, generando alrededor de 640.492 kg de CO₂.

Si agrupamos en grupos los materiales, podremos observar que los materiales que más emisiones generan son los aceros, seguidos de los hormigones, los áridos y las mezclas bituminosas.

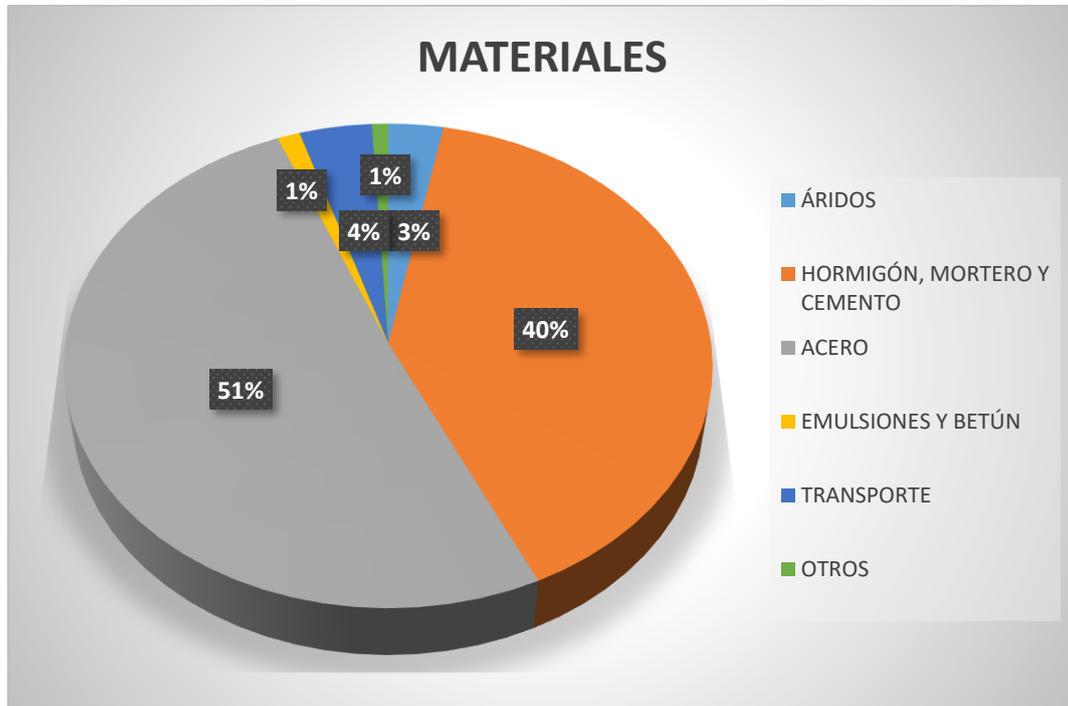


Ilustración 20 - Naturaleza de los materiales del proyecto

La huella de carbono generada en las partes estudiadas en este proyecto suma 3.489.049,811 kg de CO₂.

Si lo comparamos con el PEM del proyecto obtenemos un ratio de 0,93 € por kg de CO₂ generado, mientras que si nos fijamos únicamente en el importe estudiado obtenemos 1,104 € por kg de CO₂.

4.2 SERVICIO

La fase de servicio se considera el tiempo que está operativa y en funcionamiento, desde el día de recepción de la obra por parte del órgano contratador.

En esta fase se llevan a cabo los trabajos de explotación, haciendo uso en este caso de la carretera, pero también se deben tener en cuenta las operaciones de conservación y mantenimiento para el correcto funcionamiento de la vía y de la estructura.

En este caso vamos a estudiar únicamente las emisiones de CO₂ generadas por la explotación de la vía, ya que no se han encontrado datos fiables para las emisiones generadas durante las operaciones de conservación y mantenimiento.

Esto es debido a que por su naturaleza es difícil estimar cuales son las actuaciones a realizar, aunque siempre debe de haber un mantenimiento preventivo de las infraestructuras.



4.2.1 RESULTADOS DE LA FASE DE SERVICIO

La metodología seguida para el análisis de la huella de carbono de la fase de explotación es el se basa en calcular las emisiones generadas por los vehículos que hacen uso de la vía proyectada durante un tiempo determinado.

Para ello, se calcula a partir de la IMD del proyecto los vehículos que pasan al día por la infraestructura, tanto ligeros y pesados.

En este caso la IMD para el año 2015, año previsto de puesta en servicio, es de 2000 vehículos/día, de los cuales el 2% son vehículos pesados. De esta manera estimamos que la cantidad de vehículos que discurre al día es la siguiente:

- Vehículos pesados: 200 veh/día.
- Vehículos ligeros: 1800 veh/día.

Asumiendo que la vía se proyecta para una vida en servicio de 25 años, podemos estimar que los vehículos que circulan por la infraestructura es la cantidad de vehículos por día multiplicada por 25 años y 365 días por año.

La longitud que recorren estos vehículos viene dada por el trazado, siendo una longitud en total de 205,193 metros, con una velocidad promedio de 60 km/h.

A su vez, tomamos como valores de referencia los siguientes consumos para vehículos ligeros y pesados:

- 40 l por 100 km para los vehículos pesados.
- 14 l por 100 km para los vehículos ligeros.

De esta manera podemos obtener los litros de combustible totales que se queman durante la fase de explotación y considerando un factor de emisión similar al de la maquinaria (2,471 kg de CO2 por litro de combustible) obtenemos las emisiones generadas por esta fase.

	PESADOS	LIGEROS
IMD	200	1.800
AÑOS	25	25
DÍAS	9125	9.125
VEHÍCULOS TOT	1.825.000	16.425.000
CONSUMO (l/km)	0,4	0,14
VELOCIDAD	60	60
LONGITUD	0,205193	0,205193
I / VEHÍCULO	0,0820772	0,02872702
TOTAL L CONSUMIDOS	149.790,89	471.841,304
FACTOR DE EMISIÓN (KG CO2 / L)	2,471	2,471
KG CO2	370.133,2892	1.165.919,86

TOTAL	1.536.053,15
--------------	---------------------

Tabla 21 - Emisiones de CO2 de la fase de explotación



Se obtiene que la huella de carbono producida en la fase de servicio es de 1.536.053,15 kg de CO₂.

El ratio de las emisiones de CO₂ por km de la carretera será el resultado de dividir el total de emisiones, entre los km de la vía (0,205193 km). Por lo tanto, obtenemos, que las emisiones de CO₂ por kilometro son de 7.485.894,5 kg de CO₂/ km.

4.3 HUELLA DE CARBONO PRODUCIDA

De esta manera, podemos asumir que la huella de carbono producida por la construcción de la infraestructura y su posterior explotación será la suma de los resultados obtenidos a lo largo de este estudio. De esta manera se obtiene:

	KG DE CO₂
EXPLOTACIÓN	1.536.053,15
CONSTRUCCIÓN	3.650.757,617
TOTAL INFRAESTRUCTURA	5.186.810,767

Tabla 22 - Huella de carbono total

A día de redacción de este estudio, los derechos de emisiones de CO₂ se negocian alrededor de los 70 €/ ton de CO₂.¹³

Por lo que el coste de las emisiones totales producidas en nuestro proyecto es el resultado de multiplicar este precio por las toneladas de CO₂ emitidas, obtenemos 363.076,754 €. Es decir, la constructora deberá invertir esa cantidad para compensar las emisiones producidas

¹³ Fuente: <https://es.investing.com/commodities/carbon-emissions-streaming-chart>

5 COMPENSACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Como se puede observar, las emisiones de CO₂ derivadas de la construcción y explotación de una infraestructura son considerables. Por ello, como ingenieros debemos proporcionar soluciones que mitiguen o contrarresten los efectos que suponen estas emisiones.

En primer lugar, el proyecto ya cuenta con medidas ambientales que ayudan a mitigar el efecto de las emisiones de CO₂, en el capítulo de integración ambiental.

En este capítulo se considera la plantación de árboles y arbustos, así como la plantación de césped. Estas medidas ayudan a contrarrestar las emisiones de CO₂, ya que las plantas utilizan el CO₂ de la atmósfera para realizar la fotosíntesis.

En el caso de este proyecto, la superficie en la que se lleva a cabo la plantación es limitada, y los trabajos a realizar son:

- Siembra de césped: 79 m².
- Siembra de pequeños árboles y arbustos: 96 unidades.

De esta manera, se ha consultado los factores de absorción que pueden llegar a tener este tipo de plantaciones, pero no se han encontrado fuentes fiables, por lo que se exponen los factores que se han encontrado a continuación:

- Césped: 2-6 mg de CO₂/m² día.
- Arbustos o pequeños árboles: 6 kg de CO₂/ud año.

Considerando los 25 años de vida útil se consigue absorber:

- CO₂ absorbido por el césped: 7,90
- CO₂ absorbido por arbustos: 14400

La cantidad que son capaces de absorber, en comparación con las emisiones generadas en la obra son insignificantes, por lo que se debería elegir otra forma de contrarrestar el CO₂ generado, ya que usualmente no se disponen grandes superficies a plantar cuando se realiza una obra civil.

Otra posibilidad para reducir las emisiones de CO₂ durante la fase de explotación, es la utilización de coches eléctricos. Se puede considerar que un coche eléctrico emite, indirectamente, 2,53 kg de CO₂ por 100 kilómetros recorridos, derivados de la energía necesaria para cargar el coche.

Con los cálculos realizados en el apartado 2, con un factor de emisión de 2,471 kg de CO₂ por litro consumido, y un consumo medio de 14 litros a los 100, obtenemos de multiplicar estos conceptos que las emisiones de un coche de combustión son de 34,55 kg de CO₂ cada 100 kilómetros.

Por lo que el ahorro en emisiones de CO₂ es de alrededor de los 30 kg de CO₂ por cada 100 kilómetros.

Durante la fase de construcción, evidentemente al tener mayores emisiones de CO₂, es necesario tomar medidas que limiten las emisiones. En esta fase es más complicado, ya que la elección de los materiales determina la mayoría de las emisiones generadas. Estos materiales se eligen por sus características técnicas y económicas, por eso es necesario realizar



investigaciones que estudien nuevos materiales más sostenibles y con menor impacto, además deben de tener características similares en cuanto precio y propiedades físicas y mecánicas.

Otra posible medida es la utilización de energía renovable para alimentar los equipos y maquinaria necesaria. Actualmente esto no es posible, ya que las potencias que necesitan las máquinas y no hay maquinaria eléctrica disponible, pero se debe seguir progresando por ese camino para conseguir disminuir las emisiones de CO2 durante la obra.



CONCLUSIONES

La tendencia actual y los últimos datos científicos defienden que el impacto en huella de carbono sobre nuestro planeta está siendo demasiado elevado, por ello, conocer el alcance de las actuaciones que realizamos en todos los ámbitos es crucial para poder contrarrestarlo o disminuirlo.

Especialmente en las obras civiles, por su naturaleza esta estimación se hace complicada por ello se debe aplicar más atención en la fase de diseño de manera que en la toma de decisiones también esté presente el posible impacto de las soluciones propuestas.

El estudio de la huella de carbono para una infraestructura lleva la complejidad asociada al cálculo del factor de emisión de todos los componentes que forman parte de la obra. Resulta una labor compleja recopilar todos estos datos de fuentes fiables, por lo que se debería realizar una unificación de los factores de emisión de manera que el cálculo de la huella de carbono para cualquier estructura sea inmediato.

Esto se podría automatizar en un programa comercial de presupuesto, como presto, donde asociado al concepto se encuentre el factor de emisión. De esta manera, con una simple multiplicación del factor de emisión de la unidad de obra por la medición introducida se obtendría la huella de carbono de una unidad de obra. Sumando todas se obtendría para todo el proyecto.

Esta aplicación es de gran utilidad a la hora de dar información tanto al proyectista como al licitador de una obra.

En la fase de proyecto es vital, ya que marcará los materiales y el método constructivo que se debe realizar para llevar a cabo la construcción de la infraestructura. Por eso, conocer las emisiones de CO₂ generadas durante la construcción y en la fase de explotación es vital, ya que podremos comparar alternativas, tanto a nivel económico, nivel técnico y nivel medioambiental de forma objetiva.

A la hora de que las grandes constructoras se presenten a una licitación, también es importante conocer este dato. Las administraciones podrán puntuar objetivamente a aquellos licitadores que se presenten a una licitación con una rebaja en las emisiones de CO₂ con respecto a las emisiones estimadas en el proyecto, o penalizándolo si estas aumentan, de forma similar al procedimiento seguido con el presupuesto.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan la cantidad de emisiones que se generan en un proyecto de obra civil.

El análisis de los materiales utilizados nos hace ver que, para disminuir las emisiones generadas en toda la obra, principalmente nos tenemos que centrar en el proceso de fabricación de los aceros y los hormigones, ya que son los principales generadores de CO₂ de la construcción.

Sin embargo, durante toda la vida útil del proyecto se emiten muchas emisiones del combustible utilizado por los vehículos que circulan por la vía. De esta manera, se podría disminuir dichas emisiones con la utilización de coches eléctricos.



REFERENCIAS

Proyecto constructivo “NUEVO PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA EN VIRGEN DE LA PEÑA (CANTABRIA) TRAMO: PUENTE DE VIRGEN DE LA PEÑA”, SILGA

Ecenarro Díaz Tejero, Laura et al 2014 *Estudio y desarrollo metodológico del cálculo de la Huella de Carbono: Aplicación práctica a Proyecto de construcción de plataforma de vía de Alta Velocidad ferroviaria.*

Ignacio Zabalza Bribián, Antonio Valero Capilla, Alfonso Aranda Usón, et al 2011 *Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132310003549>

Sampedro Rodríguez, Ángel et al 2019 *Determinación de la huella de carbono de las mezclas asfálticas en caliente y sus técnicas sostenibles.*

<http://www.premioinnovacioncarreterasajafc.org/monograficos/7/TEXTO%20DEL%20TRABAJO%20ANGEL%20SAMPEDRO.pdf>

CEDEX et al 2020 *Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono en puertos.*

http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/95F37196-8108-4D5C-92F0-B6C77ABBA2E2/154502/Gu%C3%ADaMetodol%C3%B3gicaHuellaCarbonoPuertos_Revisi%C3%B3nDic.pdf

Wanlin Chen, Shiyu Yang, Xinzhen Zhang, Nino David Jordan, Jiashun Huang, et al 2022 *Embodied energy and carbon emissions of building materials in China.*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132321008313>

World Bank et al 2020 *Strengthening Sustainability in the Cement Industry.*

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37140?locale-attribute=es>

Generalitat de Catalunya et al 2011 *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).*

<https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>

Tecniberia, *Huella de carbono de la construcción de obras públicas.*

<https://hueco2.tecniberia.es/>

Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Madrid et al 2020 *Determinación de la Huella de Carbono de las Mezclas Asfálticas en Caliente y sus técnicas sostenibles*

<https://www.caminosmadrid.es/determinacion-de-la-huella-de-carbono-de-las-mezclas-asfalticas-en-caliente-y-sus-tecnicas-sostenibles>

IMATH SHERPA, LA HUELLA DE CARBONO EN EL SECTOR DEL ACERO, <https://irp.cdn-website.com/acef31c6/files/uploaded/Huelladecarbonoenelsectoracero.pdf>

Alberch, FICHA TÉCNICA TABLERO ENCOFRAR, <https://alberch.com/wp-content/uploads/Ficha-t%C3%A9cnica-Tablero-Encofrar.pdf>

Carbonindependent.org, *Emissions from home energy use,*

<https://www.carbonindependent.org/15.html>



APÉNDICE Nº1: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE TRABAJOS PREVIOS Y EXPLANACIONES

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Importe	Cantidad total descompuesto	Kg de CO2/unidad	Kg CO2
C300/07	5.111,45	m2	Desbroce del terreno.	0,73	3723,69			1759,02
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,81	0,02	5,11	0,66	3,38
MO.005	0,005	h	Peón ordinario.	19,74	0,10	25,56	0,66	16,92
MO.006	0,001	h	Peón señalista.	19,74	0,02	5,11	0,66	3,38
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,00			
MQ.131	0,005	h	Bulldozer con escarificador de peso 13/18 Tn	73,00	0,37	25,56	33,70	861,21
MQ.110	0,0015	h	Retroexcavadora sobre, orugas de peso 15/20 Tn	53,24	0,08	7,67	25,35	194,35
MQ.152	0,0015	h	Camión de tres ejes.	33,67	0,05	7,67	88,66	679,78
VAR.01	0,1	m3	Canon de vertido.	0,50	0,05	511,15	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,04			
C301/04.02	648,1	m3	Demolición por fragmentación mecánica.	12,74	8258,28			4052,34
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,81	0,02	0,65	0,66	0,43
MO.005	0,05	h	Peón ordinario.	19,74	0,99	32,41	0,66	21,45
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,74	1,97	64,81	0,66	42,90
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,01			
MQ.113	0,05	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn con martillo picador.	122,41	6,12	32,41	52,48	1700,69
MQ.112	0,025	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,40	1,94	16,20	52,48	850,35
MQ.152	0,025	h	Camión de tres ejes.	33,67	0,84	16,20	88,66	1436,53
VAR.01	0,25	m3	Canon de vertido.	0,50	0,13	162,03	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,72			
C301/04.03 NS	613,548	m3	Demolición de elementos estructurales de obras de fábrica.	24,31	14914,98			7627,21
MO.001	0,01	h	Capataz.	22,81	0,23	6,14	0,66	4,06
MO.002	0,05	h	Oficial 1ª.	22,72	1,14	30,68	0,66	20,30
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,94	1,00	30,68	0,66	20,30

CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,01			
MQ.112	0,05	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,40	3,87	30,68	52,48	1610,02
MQ.113	0,1	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn con martillo picador.	122,41	12,24	61,35	52,48	3220,05
MQ.152	0,05	h	Camión de tres ejes.	33,67	1,68	30,68	88,66	2719,89
MQ.510	0,1	h	Compresor de 40 CV con 2 martillos neumáticos.	22,91	2,29	61,35	0,53	32,58
MQ.730NS	0,05	h	Equipo y elementos auxiliares de corte oxiacetilénico.	7,00	0,35	30,68		
VAR.01	0,25	m3	Canon de vertido.	0,50	0,13	153,39	0,00	0,00
%CI			Costes Indirectos	6,00	1,38			
C305/04	183,05	m3	Demolición de firme mediante fresado en frío.	38,96	7132,05			7784,39
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,81	2,28	18,31	0,66	12,12
MO.005	0,2	h	Peón ordinario.	19,74	3,95	36,61	0,66	24,23
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,74	3,95	36,61	0,66	24,23
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,05			
MQ.470	0,1	h	Máquina fresadora de pavimento.	192,95	19,30	18,31	244,63	4477,93
MQ.152	0,2	h	Camión de tres ejes.	33,67	6,73	36,61	88,66	3245,88
VAR.01	1	m3	Canon de vertido.	0,50	0,50	183,05	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	2,21			
C320/08.04	4.238,80	m3	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en tierras y tránsito	2,72	11515,97			8153,42
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,81	0,02	4,24	0,66	2,81
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,74	0,20	42,39	0,66	28,06
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,74	0,20	42,39	0,66	28,06
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,00			
MQ.132	0,005	h	Bulldozer con escarificador de peso 30/40 Tn	120,92	0,60	21,19	80,14	1698,45
MQ.114	0,005	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 35/45 Tn	130,08	0,65	21,19	71,27	1510,44
MQ.145	0,013	h	Dúmpster articulado de 25 Tn.	49,10	0,64	55,10	88,66	4885,61
VAR.01	0,5	m3	Canon de vertido.	0,50	0,25	2119,40	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,15			
C331/08.01	3.721,50	m3	Material para pedraplén procedente de cantera, puesto a pie de obra	23,09	85917,53			84478,05



MA.AR038	2	t	Material para pedraplen	6,59	13,18	7443,00	5,86	43615,98
VAR.06	2	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,30	8,60	7443,00	5,49	40862,07
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	1,31			
C331/08.02	4153,9	m3	Formación de pedraplén.	2,11	8755,18			5033,99
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,81	0,02	4,15	0,66	2,75
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,74	0,20	41,54	0,66	27,49
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,74	0,20	41,54	0,66	27,49
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,00			
MQ.130	0,01	h	Bulldozer con escarificador de peso 8/12 Tn	68,61	0,69	41,54	26,95	1119,42
MQ.172	0,01	h	Camión cisterna de 9 m3.	34,65	0,35	41,54	55,61	2310,12
MQ.308	0,01	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	0,47	41,54	34,05	1414,20
MA.VA001	0,1	m3	Agua.	0,71	0,07	415,39	0,32	132,51
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,12			
C610/11.NE 20B1	22,861	m3	Hormigón HNE-20/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	101,53	2321,14			4879,27
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,81	0,57	0,57	0,66	0,38
MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,72	2,27	2,29	0,66	1,51
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,94	1,00	1,14	0,66	0,76
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,74	1,97	2,29	0,66	1,51
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,03			
MA.HM104	1	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,50	83,50	22,86	200,00	4572,20
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,00	0,89			
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,50	0,35	2,29	0,74	1,69
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,20	5,20	22,86	13,18	301,22
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	5,75			
C660/08.01	114,303	m3	Escollera seleccionada para formación de base de asiento de obras de fábrica procedente de cantera, puesta a pie de obra.	23,02	2631,26			1837,42



MA.AR068	1,9	t	Escollera seleccionada de peso entre 10 y 500 kg.	7,13	13,55	217,18	5,86	1272,65
VAR.06	0,9	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,30	8,17	102,87	5,49	564,77
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	1,30			
C660/08.02	114,303	m3	Formación de base de asiento de obras de fabrica mediante escollera seleccionada.	7,92	904,73			343,18
MO.001	0,01	h	Capataz.	22,81	0,23	1,14	0,66	0,76
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,94	1,99	11,43	0,66	7,57
MO.006	0,05	h	Peón señalista.	19,74	0,99	5,72	0,66	3,78
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,02			
MQ.112	0,05	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,40	3,87	5,72	52,48	299,94
MQ.308	0,008	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	0,37	0,91	34,05	31,13
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,45			
C661/08.01	159,4	m3	Escollera seleccionada para formación de muro de escollera procedente de cantera, puesta a pie de obra.	26,34	4199,09			3437,46
MA.AR065	1,9	t	Escollera de peso >500 kg.	8,78	16,68	302,86	5,86	1774,76
VAR.06	1,9	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,30	8,17	302,86	5,49	1662,70
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	1,49			
C661/08.02	186,4	m3	Formación de muro de escollera.	17,27	3219,76			1170,41
MO.001	0,023	h	Capataz.	22,81	0,52	4,29	0,66	2,84
MO.004	0,115	h	Peón especialista.	19,94	2,29	21,44	0,66	14,19
MO.006	0,23	h	Peón señalista.	19,74	4,54	42,87	0,66	28,38
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,04			
MQ.112	0,115	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,40	8,90	21,44	52,48	1125,01
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,98			
C661/10.05	168	m2	Relleno de huecos en paramento de escollera con tierra vegetal.	1,69	284,32			15,67
MO.005	0,04	h	Peón ordinario.	19,74	0,79	6,72	0,66	4,45



CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,50	0,00			
MQ.149	0,01	h	Dumper de obra de 1 m3.	26,37	0,26	1,68	6,68	11,22
MA.PL003	0,06	m3	Tierra vegetal de aportación, suministrada a granel.	8,99	0,54	10,08	0,00	0,00
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,00	0,10			



APÉNDICE Nº2: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE DRENAJE

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Cantidad total del descompuesto	Kg de CO2/unidad	Kg de CO2
C400/07.12	40	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-40.	13,876	555,048			517,239
MO.001	0,008	h	Capataz.	22,810	0,183	0,320	0,662	0,212
MO.002	0,04	h	Oficial 1ª.	22,720	0,909	1,600	0,662	1,059
MO.004	0,08	h	Peón especialista.	19,940	1,595	3,200	0,662	2,118
MO.006	0,08	h	Peón señalista.	19,740	1,579	3,200	0,662	2,118
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,021		0,000	
AUX.01	0,1	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	0,274	4,000	2,283	9,132
AUX.41	0,12	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	1,950	4,800	1,354	6,499
MA.AR023	0,18	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	1,046	7,200	5,860	42,192
VAR.06	0,18	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	0,774	7,200	5,490	39,528
MQ.302	0,02	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,120	0,502	0,800	6,355	5,084
MA.HM104	0,048	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	4,008	1,920	200,000	384,000
VAR.03	0,048	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	0,250	1,920	13,176	25,298
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,785			
C400/10.06	50	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VS-125.	33,080	1654,005			2328,334
MO.001	0,005	h	Capataz.	22,810	0,114	0,250	0,662	0,165
MO.002	0,0569	h	Oficial 1ª.	22,720	1,293	2,845	0,662	1,883
MO.004	0,1138	h	Peón especialista.	19,940	2,269	5,690	0,662	3,766
MO.006	0,04	h	Peón señalista.	19,740	0,790	2,000	0,662	1,324
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,022		0,000	
AUX.01	0,6	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	1,644	30,000	2,283	68,487
MA.AR023	0,5	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	2,905	25,000	5,860	146,500



VAR.06	0,5	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	2,150	25,000	5,490	137,250
MQ.255	0,005	h	Motoniveladora de peso 12/15 Tn	60,930	0,305	0,250	36,132	9,033
MA.HM104	0,18	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	15,030	9,000	200,000	1800,000
VAR.03	0,18	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	0,936	9,000	13,176	118,584
MQ.300	0,0169	h	Extendedora de hormigón autopropulsada.	221,890	3,750	0,845	48,926	41,342
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,873			
C401/07.05	40	m	Cuneta prefabricada tipo caz de 60 cm.	33,681	1347,232			605,555
MO.001	0,024	h	Capataz.	22,810	0,547	0,960	0,662	0,635
MO.002	0,12	h	Oficial 1ª.	22,720	2,726	4,800	0,662	3,177
MO.004	0,24	h	Peón especialista.	19,940	4,786	9,600	0,662	6,354
MO.006	0,24	h	Peón señalista.	19,740	4,738	9,600	0,662	6,354
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,064		0,000	
AUX.01	0,24	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	0,658	9,600	2,283	21,916
MA.AR023	0,12	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	0,697	4,800	5,860	28,128
VAR.06	0,12	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	0,516	4,800	5,490	26,352
MQ.302	0,004	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,120	0,101	0,160	6,355	1,017
MA.HM104	0,06	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	5,010	2,400	200,000	480,000
VAR.03	0,06	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	0,312	2,400	13,176	31,622
MA.PF009	3,5	ud	Pieza de caz prefabricado de 60 cm.	3,320	11,620	140,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,907			
C403/07	25	m2	Trasdosado de cuneta.	15,402	385,043			596,361
MO.001	0,004	h	Capataz.	22,810	0,091	0,100	0,662	0,066
MO.002	0,02	h	Oficial 1ª.	22,720	0,454	0,500	0,662	0,331
MO.004	0,04	h	Peón especialista.	19,940	0,798	1,000	0,662	0,662
MO.006	0,04	h	Peón señalista.	19,740	0,790	1,000	0,662	0,662
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,011			



AUX.01	0,25	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	0,685	6,250	2,283	14,268
AUX.41	0,05	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	0,813	1,250	1,354	1,693
MA.AR023	0,15	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	0,872	3,750	5,860	21,975
VAR.06	0,15	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	0,645	3,750	5,490	20,588
MQ.302	0,02	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,120	0,502	0,500	6,355	3,177
MA.HM104	0,1	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	8,350	2,500	200,000	500,000
VAR.03	0,1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	0,520	2,500	13,176	32,940
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,872			
C410/11/ACH 02	2	ud	Arqueta de hormigón de 60 cm de diámetro interior, clase C-250.	351,424	702,848			334,590
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	0,050	0,662	0,033
MO.002	0,25	h	Oficial 1ª.	22,720	5,680	0,500	0,662	0,331
MO.005	0,25	h	Peón ordinario.	19,740	4,935	0,500	0,662	0,331
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,056		0,000	
AUX.01	3	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	8,220	6,000	2,283	13,697
AUX.02	1,5	m3	Relleno con productos procedentes de la excavación y/o préstamos.	4,210	6,315	3,000	4,263	12,788
MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	0,400	0,741	0,297
MA.HM102	0,0625	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	4,882	0,125	200,000	25,000
MA.HM104	0,62	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	51,770	1,240	200,000	248,000
VAR.03	0,6825	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	3,549	1,365	13,176	17,985
AUX.42	4,75	m2	Encofrado paramentos curvos.	22,180	105,355	9,500	1,698	16,128
MA.VA399	3	ud	Pate de polipropileno inyectado reforzado con redondo de 12 mm B 400 S, de 160 mm de vuelo sobre el paramento vertical.	6,140	18,420	6,000	0,000	0,000
MA.VA102	1	ud	Marco y tapa de registro de fundición dúctil d=60 cm, clase C-250.	121,080	121,080	2,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	19,892			



C411/11.31	40	m	Canaleta de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con rejilla, clase C-250.	631,944	25277,764			1150,803
MO.001	0,035	h	Capataz.	22,810	0,798	1,400	0,662	0,927
MO.002	0,35	h	Oficial 1ª.	22,720	7,952	14,000	0,662	9,266
MO.005	0,35	h	Peón ordinario.	19,740	6,909	14,000	0,662	9,266
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,078			
AUX.01	0,25	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	0,685	10,000	2,283	22,829
MA.HM104	0,13	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	10,855	5,200	200,000	1040,000
VAR.03	0,13	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	0,676	5,200	13,176	68,515
MA.PF036	1	m	Canaleta prefabricada de hormigón de 30 cm de ancho útil y 39 cm de alto, con bastidor y rejilla de fundición, clase C-250.	568,220	568,220	40,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	35,770			
C415/07/PLN 01	35	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 200 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	25,443	890,498			956,663
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	0,035	0,662	0,023
MO.002	0,005	h	Oficial 1ª.	22,720	0,114	0,175	0,662	0,116
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,740	0,197	0,350	0,662	0,232
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,740	0,197	0,350	0,662	0,232
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,003			
AUX.01	0,6	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	1,644	21,000	2,283	47,941
AUX.02	0,38	m3	Relleno con productos procedentes de la excavación y/o préstamos.	4,210	1,600	13,300	4,263	56,695
MA.AR010	0,31	t	Arena 0/6 mm.	10,710	3,320	10,850	5,860	63,581
VAR.06	0,31	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	1,333	10,850	5,490	59,567
MA.TU103	1	m	Tubo de PVC liso de 200 mm para saneamiento sin presión.	11,150	11,150	35,000	17,670	618,450
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	3,500	31,262	109,418
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,350	1,171	0,410



CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,440			
C415/07/PLN 02	20	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	33,651	673,018			665,439
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	0,020	0,662	0,013
MO.002	0,005	h	Oficial 1ª.	22,720	0,114	0,100	0,662	0,066
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,740	0,197	0,200	0,662	0,132
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,740	0,197	0,200	0,662	0,132
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,003			
AUX.01	0,68	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	1,863	13,600	2,283	31,047
AUX.02	0,407	m3	Relleno con productos procedentes de la excavación y/o préstamos.	4,210	1,714	8,140	4,263	34,699
MA.AR010	0,37	t	Arena 0/6 mm.	10,710	3,963	7,400	5,860	43,364
VAR.06	0,37	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	1,591	7,400	5,490	40,626
MA.TU105	1	m	Tubo de PVC liso de 250 mm para saneamiento sin presión.	17,660	17,660	20,000	22,630	452,600
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	2,000	31,262	62,524
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,200	1,171	0,234
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,905			
C415/07/PLN 03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 mm en sección normal con capa granular en lecho de asiento.	45,993	2299,670			2197,183
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	0,050	0,662	0,033
MO.002	0,005	h	Oficial 1ª.	22,720	0,114	0,250	0,662	0,165
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,740	0,197	0,500	0,662	0,331
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,740	0,197	0,500	0,662	0,331
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,003		0,000	
AUX.01	0,8	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	2,192	40,000	2,283	91,316
AUX.02	0,446	m3	Relleno con productos procedentes de la excavación y/o préstamos.	4,210	1,878	22,300	4,263	95,060
MA.AR010	0,46	t	Arena 0/6 mm.	10,710	4,927	23,000	5,860	134,780

VAR.06	0,46	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	1,978	23,000	5,490	126,270
MA.TU107	1	m	Tubo de PVC liso de 315 mm para saneamiento sin presión.	27,460	27,460	50,000	31,840	1592,000
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	5,000	31,262	156,311
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,500	1,171	0,586
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	2,603			
C415/07/PLR 02	10	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 250 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	59,255	592,546			919,117
MO.001	0,0015	h	Capataz.	22,810	0,034	0,015	0,662	0,010
MO.002	0,0075	h	Oficial 1ª.	22,720	0,170	0,075	0,662	0,050
MO.004	0,015	h	Peón especialista.	19,940	0,299	0,150	0,662	0,099
MO.005	0,015	h	Peón ordinario.	19,740	0,296	0,150	0,662	0,099
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,004			
AUX.01	0,75	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	2,055	7,500	2,283	17,122
MA.HM102	0,0275	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	2,148	0,275	200,000	55,000
MA.HM104	0,232	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	19,372	2,320	200,000	464,000
VAR.03	0,26	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	1,352	2,600	13,176	34,258
MA.TU105	1	m	Tubo de PVC liso de 250 mm para saneamiento sin presión.	17,660	17,660	10,000	22,630	226,300
MA.AR023	0,8	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	4,648	8,000	5,860	46,880
VAR.06	0,8	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	3,440	8,000	5,490	43,920
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	1,000	31,262	31,262
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,100	1,171	0,117
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	3,354			
C415/07/PLR 03	50	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 315 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	75,845	3792,260			5718,409



MO.001	0,0015	h	Capataz.	22,810	0,034	0,075	0,662	0,050
MO.002	0,0075	h	Oficial 1ª.	22,720	0,170	0,375	0,662	0,248
MO.004	0,015	h	Peón especialista.	19,940	0,299	0,750	0,662	0,496
MO.005	0,015	h	Peón ordinario.	19,740	0,296	0,750	0,662	0,496
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,004			
AUX.01	0,875	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	2,398	43,750	2,283	99,876
MA.HM102	0,031	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	2,421	1,550	200,000	310,000
MA.HM104	0,288	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	24,048	14,400	200,000	2880,000
VAR.03	0,319	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	1,659	15,950	13,176	210,157
MA.TU107	1	m	Tubo de PVC liso de 315 mm para saneamiento sin presión.	27,460	27,460	50,000	31,840	1592,000
MA.AR023	0,825	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	4,793	41,250	5,860	241,725
VAR.06	0,825	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	3,548	41,250	5,490	226,463
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	5,000	31,262	156,311
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,500	1,171	0,586
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	4,293			
C415/07/PLR 04	80	m	Tubo de PVC liso de saneamiento sin presión de diámetro nominal 400 en sección reforzada con hormigón en lecho de asiento.	103,849	8307,904			11147,157
MO.001	0,002	h	Capataz.	22,810	0,046	0,160	0,662	0,106
MO.002	0,01	h	Oficial 1ª.	22,720	0,227	0,800	0,662	0,530
MO.004	0,02	h	Peón especialista.	19,940	0,399	1,600	0,662	1,059
MO.005	0,02	h	Peón ordinario.	19,740	0,395	1,600	0,662	1,059
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,005			
AUX.01	1,1	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,740	3,014	88,000	2,283	200,894
MA.HM102	0,035	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	2,734	2,800	200,000	560,000
MA.HM104	0,368	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	30,728	29,440	200,000	5888,000
VAR.03	0,403	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	2,096	32,240	13,176	424,794



MA.TU109	1	m	Tubo de PVC liso de 400 mm para saneamiento sin presión.	44,200	44,200	80,000	36,850	2948,000
MA.AR023	0,96	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,810	5,578	76,800	5,860	450,048
VAR.06	0,96	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,300	4,128	76,800	5,490	421,632
MQ.144	0,1	h	Pala mixta de peso 9 Tn	43,910	4,391	8,000	31,262	250,098
MQ.352	0,01	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,080	0,031	0,800	1,171	0,937
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,878			

APÉNDICE Nº3: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE FIRMES Y PAVIMENTOS

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Cantidad total del descompuesto	Kg de CO2/unidad	Kg C02
C510/09.02	1.407,50	m3	Zahorra artificial procedente de cantera.	24,378	34312,035			35542,386
MO.001	0,00	h	Capataz.	22,81	0,0456	2,815	0,662	1,863
MO.005	0,01	h	Peón ordinario.	19,74	0,1974	14,075	0,662	9,316
MO.006	0,01	h	Peón señalista.	19,74	0,1974	14,075	0,662	9,316
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,0022		0,000	
MQ.260	0,002	h	Motoniveladora de peso 15/20 Tn	74,1	0,1482	2,815	57,353	161,448
MQ.172	0,001	h	Camión cisterna de 9 m3.	34,65	0,0347	1,408	55,613	78,276
MQ.315	0,002	h	Rodillo vibratorio mixto de 12 Tn.	47,55	0,0951	2,815	40,655	114,443
MA.VA001	0,05	m3	Agua.	0,71	0,0355	70,375	0,319	22,450
MA.AR023	2,2	t	Zahorra artificial procedente de cantera.	5,81	12,782	3096,500	5,860	18145,490
VAR.06	2,2	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,3	9,46	3096,500	5,490	16999,785
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	1,3799			
C510/11.06	1.407,50	m3	Incremento de calidad de zahorra artificial, cualquiera que sea su procedencia, excepto cuando ésta sea fabricada en obra con material procedente de la propia excavación o préstamos.	6,65	9359,875			
VAR.46	1	m3	Incremento de calidad de zahorra artificial procedente de cantera o fabricada en central con áridos clasificados, puesta en obra, o no, mediante extendidora automotriz.	6,65	6,65	1407,500	0,000	0,000
C530/08.01	3,84	t	Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación.	392,5708	1507,47187			51378,606
MO.001	0,05	h	Capataz.	22,81	1,1405	70,375	0,662	46,579
MO.004	0,5	h	Peón especialista.	19,94	9,97	703,750	0,662	465,795
MO.006	1	h	Peón señalista.	19,74	19,74	1407,500	0,662	931,589
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,1543			



MQ.480	0,25	h	Barredora mecánica con tractor.	40,52	10,13	351,875	6,094	2144,236
MQ.188	0,5	h	Camión bituminador equipado con lanza.	49,43	24,715	703,750	44,829	31548,561
MA.VA604	1,05	t	Emulsión bituminosa ECI.	290	304,5	1477,875	10,990	16241,846
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	22,221			
C531/09.02	2,294	t	Emulsión bituminosa termoadherente en riego de adherencia.	511,1423	1172,56044			110,625
MO.001	0,075	h	Capataz.	22,81	1,7108	0,172	0,662	0,114
MO.004	0,75	h	Peón especialista.	19,94	14,955	1,721	0,662	1,139
MO.006	1,5	h	Peón señalista.	19,74	29,61	3,441	0,662	2,278
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,2314			
MQ.480	0,25	h	Barredora mecánica con tractor.	40,52	10,13	0,574	6,094	3,495
MQ.188	0,75	h	Camión bituminador equipado con lanza.	49,43	37,0725	1,721	44,829	77,129
MA.VA610	1,05	t	Emulsión termoadherente.	370	388,5	2,409	10,990	26,472
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	28,9326			
C542/06.03	589,342	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia.	25,4767	15014,4893			10531,075
MO.001	0,012	h	Capataz.	22,81	0,2737	7,072	0,662	4,681
MO.002	0,012	h	Oficial 1ª.	22,72	0,2726	7,072	0,662	4,681
MO.004	0,048	h	Peón especialista.	19,94	0,9571	28,288	0,662	18,723
MO.006	0,024	h	Peón señalista.	19,74	0,4738	14,144	0,662	9,362
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,0099			
MQ.141	0,012	h	Pala cargadora sobre neumáticos de peso 8/12 Tn	51,6	0,6192	7,072	43,438	307,196
MQ.615	0,012	h	Planta de aglomerado bituminoso en caliente, de 200 Tn/h.	251,75	3,021	7,072	18,500	130,834
MQ.156	0,072	h	Camión bañera de 15 m3.	42,39	3,0521	42,433	60,831	2581,232
MQ.290	0,012	h	Extendidora automotriz para aglomerado.	77,19	0,9263	7,072	36,828	260,453
MQ.356	0,012	h	Compactador de neumáticos.	58,69	0,7043	7,072	39,536	279,603
MQ.308	0,012	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	0,5581	7,072	34,045	240,771
MA.AR032	0,999	t	Arido clasificado de cantera.	8,78	8,7712	588,753	5,860	3450,091
MA.AR004	0,001	t	Polvo mineral.	95,25	0,0953	0,589	13,510	7,962



VAR.06	1	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,3	4,3	589,342	5,490	3235,488
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	1,4421			
C542/06.04	765,453	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base.	23,4649	17961,2781			12841,468
MO.001	0,01	h	Capataz.	22,81	0,2281	7,655	0,662	5,066
MO.002	0,01	h	Oficial 1ª.	22,72	0,2272	7,655	0,662	5,066
MO.004	0,04	h	Peón especialista.	19,94	0,7976	30,618	0,662	20,265
MO.006	0,02	h	Peón señalista.	19,74	0,3948	15,309	0,662	10,133
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,0082			
MQ.141	0,01	h	Pala cargadora sobre neumáticos de peso 8/12 Tn	51,6	0,516	7,655	43,438	332,495
MQ.615	0,01	h	Planta de aglomerado bituminoso en caliente, de 200 Tn/h.	251,75	2,5175	7,655	18,500	141,609
MQ.156	0,06	h	Camión bañera de 15 m3.	42,39	2,5434	45,927	60,831	2793,810
MQ.290	0,01	h	Extendedora automotriz para aglomerado.	77,19	0,7719	7,655	36,828	281,902
MQ.356	0,01	h	Compactador de neumáticos.	58,69	0,5869	7,655	39,536	302,629
MQ.308	0,01	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	0,4651	7,655	34,045	260,600
MA.AR032	1	t	Arido clasificado de cantera.	8,78	8,78	765,453	5,860	4485,555
VAR.06	1	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,3	4,3	765,453	5,490	4202,337
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	1,3282			
C542/06.07	89,616	t	Betún de cualquier penetración.	481,3498	43136,6437			15615,050
MA.VA672	1	t	Betún de cualquier penetración.	440	440	89,616	174,244	15615,050
VAR.10	0,12	ud	Medios auxiliares.	117,53	14,1036	10,754	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	27,2462			
C542/06.50	1	ud	Traslado a obra de equipo de aglomerado.	479,6288	479,6288			
VAR.12	1	ud	Traslado a obra de equipo de aglomerado.	452,48	452,48	1,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	27,1488			
C542/08.02	681,226	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura.	33,1679	22594,8358			12368,219



MO.001	0,0125	h	Capataz.	22,81	0,2851	8,515	0,662	5,636
MO.002	0,0125	h	Oficial 1ª.	22,72	0,284	8,515	0,662	5,636
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,94	0,997	34,061	0,662	22,544
MO.006	0,025	h	Peón señalista.	19,74	0,4935	17,031	0,662	11,272
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,0103			
MQ.141	0,0125	h	Pala cargadora sobre neumáticos de peso 8/12 Tn	51,6	0,645	8,515	43,438	369,886
MQ.615	0,0125	h	Planta de aglomerado bituminoso en caliente, de 200 Tn/h.	251,75	3,1469	8,515	18,500	157,534
MQ.156	0,075	h	Camión bañera de 15 m3.	42,39	3,1793	51,092	60,831	3107,990
MQ.290	0,0125	h	Extendedora automotriz para aglomerado.	77,19	0,9649	8,515	36,828	313,604
MQ.356	0,0125	h	Compactador de neumáticos.	58,69	0,7336	8,515	39,536	336,662
MQ.308	0,0125	h	Rodillo vibratorio autopropulsado de 12 Tn.	46,51	0,5814	8,515	34,045	289,906
MA.AR030	0,997	t	Arido clasificado para capa de rodadura, puesto en obra.	15,43	15,3837	679,182	5,860	3980,008
MA.AR004	0,003	t	Polvo mineral.	95,25	0,2858	2,044	13,510	27,610
VAR.06	1	t	Plus de transporte de productos de cantera a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	4,3	4,3	681,226	5,490	3739,931
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	1,8774			
C542/09.20	681,226	t	Incremento de calidad de árido en capa de rodadura	3,32	2261,67032			
VAR.40	1	t	Incremento de calidad de arido en capa de rodadura.	3,32	3,32	681,226	0,000	0,000
C542/09.22	681,226	t	Incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura	1,66	1130,83516			
VAR.41	1	t	Incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura.	1,66	1,66	681,226	0,000	0,000
C561/07.05	36,9	m2	Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de arena.	65,8394	2429,47386			277,646
MO.001	0,075	h	Capataz.	22,81	1,7108	2,768	0,662	1,832
MO.002	0,75	h	Oficial 1ª.	22,72	17,04	27,675	0,662	18,317
MO.005	0,75	h	Peón ordinario.	19,74	14,805	27,675	0,662	18,317



CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,1678			
MQ.352	0,05	h	Compactador vibratorio de bandeja.	3,08	0,154	1,845	1,171	2,161
AUX.01	0,4	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,74	1,096	14,760	2,283	33,695
AUX.03	0,2	m3	Extensión y compactación de zahorra artificial.	24,89	4,978	7,380	24,621	181,700
MA.AR010	0,1	t	Arena 0/6 mm.	10,71	1,071	3,690	5,860	21,623
MA.PF255	1	m2	Pieza prefabricada para pavimento peatonal coloreada.	21,09	21,09	36,900	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	3,7268			
C561/07.15	72,8	m2	Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.	88,8645	6469,3356			3955,079
MO.001	0,075	h	Capataz.	22,81	1,7108	5,460	0,662	3,614
MO.002	0,75	h	Oficial 1ª.	22,72	17,04	54,600	0,662	36,138
MO.005	0,75	h	Peón ordinario.	19,74	14,805	54,600	0,662	36,138
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,1678			
AUX.01	0,5	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,74	1,37	36,400	2,283	83,097
AUX.03	0,2	m3	Extensión y compactación de zahorra artificial.	24,89	4,978	14,560	24,621	358,475
MA.HM104	0,2	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,5	16,7	14,560	200,000	2912,000
MA.HM011	0,025	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,71	1,8928	1,820	288,800	525,616
MA.PF265	1	m2	Pieza prefabricada para pavimento para vehiculos coloreadas.	25,17	25,17	72,800		
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	5,0301			
C571/10.07	271,535	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	60,0619	16308,908			14414,567
MO.001	0,08	h	Capataz.	22,81	1,8248	21,723	0,662	14,378
MO.002	0,16	h	Oficial 1ª.	22,72	3,6352	43,446	0,662	28,756
MO.005	0,16	h	Peón ordinario.	19,74	3,1584	43,446	0,662	28,756
MO.006	0,16	h	Peón señalista.	19,74	3,1584	43,446	0,662	28,756
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,5	0,0589			
AUX.01	0,25	m3	Excavación mecánica en zanjas y pozos.	2,74	0,685	67,884	2,283	154,971
AUX.03	0,2	m3	Extensión y compactación de zahorra artificial.	24,89	4,978	54,307	24,621	1337,069



MA.HM104	0,2	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,5	16,7	54,307	200,000	10861,400
MA.HM011	0,025	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	5,71	1,8928	6,788	288,800	1960,483
MA.VA765	1	m2	Baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	13,18	13,18	271,535		
CP.020			P.P. de bordillo en trasdós de acera.	15	7,3907			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6	3,3997			



APÉNDICE Nº4: CÁLCULO HUELLA DE CARBONO DE LAS UNIDADES DE OBRA DE ESTRUCTURAS

Código	Cantidad	UM	Descripción	Precio	Importe	Cantidad total del descompuesto	Kg de CO2/unidad	Kg CO2
4.1.- PUENTE SOBRE EL RÍO SAJA								
4.1.1.- CIMENTACIONES								
C321/11.01	4.644,71	m³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	16999,156			11327,298
MO.001	0,002	h	Capataz.	22,810	0,046	9,289	0,662	6,148
MO.005	0,02	h	Peón ordinario.	19,740	0,395	92,894	0,662	61,484
MO.006	0,02	h	Peón señalista.	19,740	0,395	92,894	0,662	61,484
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,004			
MQ.112	0,01	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,400	0,774	46,447	52,482	2437,652
MQ.152	0,02	h	Camión de tres ejes.	33,670	0,673	92,894	88,661	8236,084
MQ.545	0,01	h	Bomba de achique de 5 CV.	6,380	0,064	46,447	4,380	203,438
MQ.550	0,01	h	Grupo electrógeno 25 KVA.	11,000	0,110	46,447	6,911	321,007
CP.002			P.P. entibación.	20,000	0,492			
VAR.01	1	m3	Canon de vertido.	0,500	0,500	4644,705	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,207			
C332/04	3.701,89	m³	Relleno localizado.	8,431	31209,112			10705,833
MO.001	0,008	h	Capataz.	22,810	0,183	29,615	0,662	19,601
MO.005	0,08	h	Peón ordinario.	19,740	1,579	296,151	0,662	196,015
MO.006	0,08	h	Peón señalista.	19,740	1,579	296,151	0,662	196,015
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,017			
MQ.112	0,005	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,400	0,387	18,509	52,482	971,419
MQ.152	0,015	h	Camión de tres ejes.	33,670	0,505	55,528	88,661	4923,193
MQ.120	0,04	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de peso 12/17 Tn	53,240	2,130	148,075	15,608	2311,164
MQ.172	0,005	h	Camión cisterna de 9 m3.	34,650	0,173	18,509	55,613	1029,369



MQ.302	0,04	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,120	1,005	148,075	6,355	940,967
MA.VA001	0,1	m3	Agua.	0,710	0,071	370,189	0,319	118,090
VAR.02	0,5	m3	Canon de préstamo de material apto para terraplén/pedraplén.	0,650	0,325	1850,943	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,477			
C600/08.02	188.217,1 2	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	236626,562			368624,051
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	188,217	0,662	124,576
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	1505,737	0,662	996,610
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	752,868	0,662	498,305
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	197627,975	1,850	365611,754
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocado.	0,930	0,004	752,868	1,850	1392,807
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C603/12.01NS	243,424	Kg	Acero BST 500 S (fu= 550 N/mm2, fy= 500 N/mm2) en barras para anclajes pasivos.	3,992	971,724			473,818
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	0,243	0,662	0,161
MO.002	0,001	h	Oficial 1ª.	22,720	0,023	0,243	0,662	0,161
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	0,974	0,662	0,644
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA276NS	1,05	Kg	Acero BST 500 S (fu= 550 N/mm2, fy= 500 N/mm2) en barras.	1,000	1,050	255,595	1,850	472,851
VAR.70	1	ud	Medios auxiliares por Kilogramo de acero	2,590	2,590	243,424	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,226			
C610/11.A30B0 2	896,92		Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	117190,760			233306,391
MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	53,815	0,662	35,619
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	179,384	0,662	118,730
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	89,692	0,662	59,365
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	179,384	0,662	118,730
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			

MA.HM134	1	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila.	95,030	95,030	896,920	240,000	215260,800
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,069			
MQ.582	0,1	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	9,350	89,692	64,246	5762,352
MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	179,384	0,741	132,977
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	896,920	13,176	11817,818
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,396			
C610/11.L15	45,9	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	4354,648			9796,535
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	1,148	0,662	0,760
MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,720	2,272	4,590	0,662	3,038
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,940	0,997	2,295	0,662	1,519
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	4,590	0,662	3,038
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,029			
MA.HM102	1	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	78,110	45,900	200,000	9180,000
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,350	4,590	0,741	3,403
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	45,900	13,176	604,778
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,370			
C613A/10.30	57	t	Cemento para lechada, cualquiera que sea su dosificación.	363,784	20735,671			45696,581
MO.001	0,4	h	Capataz.	22,810	9,124	22,800	0,662	15,091
MO.002	0,4	h	Oficial 1ª.	22,720	9,088	22,800	0,662	15,091
MO.004	1,2	h	Peón especialista.	19,940	23,928	68,400	0,662	45,272
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,211			
MQ.530	0,15	h	Maquina perforadora de micropilotes con elementos suficientes para perforación en todo tipo de terrenos.	256,250	38,438	8,550	2,471	21,127

MQ.523	0,4	h	Equipo de inyección con batidora y bomba para micropilotes.	179,380	71,752	22,800	0,000	0,000
MA.VA051	1	t	Cemento para lechada.	164,000	164,000	57,000	800,000	45600,000
VAR.73	0,4	ud	Suministro de agua.	30,750	12,300	22,800	0,000	0,000
VAR.75	0,4	ud	Suministro de energía eléctrica.	35,880	14,352	22,800	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	20,592			
C613A/10.35	50	t	Materia seca para lechada (mezcla de cemento y arena), cualquiera que sea su dosificación.	276,491	13824,570			40252,142
MO.002	0,25	h	Oficial 1ª.	22,720	5,680	12,500	0,662	8,273
MO.005	0,75	h	Peón ordinario.	19,740	14,805	37,500	0,662	24,820
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,131			
MQ.530	0,175	h	Maquina perforadora de micropilotes con elementos suficientes para perforación en todo tipo de terrenos.	256,250	44,844	8,750	2,471	21,621
MQ.523	0,25	h	Equipo de inyección con batidora y bomba para micropilotes.	179,380	44,845	12,500	0,000	0,000
MQ.174	0,071	h	Camión cisterna espera llenado silo.	58,430	4,149	3,550	55,613	197,427
MQ.632	0,25	h	Silo.	9,230	2,308	12,500	0,000	0,000
MA.VA052	1	t	Materia seca (mezcla de cemento y arena), cualquiera que sea su dosificación.	127,100	127,100	50,000	800,000	40000,000
VAR.73	0,25	ud	Suministro de agua.	30,750	7,688	12,500	0,000	0,000
VAR.75	0,25	ud	Suministro de energía eléctrica.	35,880	8,970	12,500	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	15,973			
C613A/10.40	20	m³	Mortero autocompactante de planta para inyectar con aditivo, cualquiera que sea su dosificación.	532,093	10641,858			7277,804
MO.001	0,5	h	Capataz.	22,810	11,405	10,000	0,662	6,619
MO.002	0,5	h	Oficial 1ª.	22,720	11,360	10,000	0,662	6,619
MO.005	1,5	h	Peón ordinario.	19,740	29,610	30,000	0,662	19,856
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,262			



MQ.530	0,5	h	Maquina perforadora de micropilotes con elementos suficientes para perforación en todo tipo de terrenos.	256,250	128,125	10,000	2,471	24,710
MQ.525	0,5	h	Equipo de inyección con batidora y bomba para morteros.	199,880	99,940	10,000	0,000	0,000
MA.VA054	1,25	m3	Mortero de planta para inyectar con aditivo.	119,930	149,913	25,000	288,800	7220,000
VAR.76	3,5	m3	Carga incompleta de cuba de hormigón hasta 6 m3.	10,870	38,045	70,000	0,000	0,000
VAR.73	0,5	ud	Suministro de agua.	30,750	15,375	10,000	0,000	0,000
VAR.75	0,5	ud	Suministro de energía eléctrica.	35,880	17,940	10,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	30,119			
C671/07.50	36	ud	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.	393,783	14176,181			190,620
MO.002	4	h	Oficial 1ª.	22,720	90,880	144,000	0,662	95,310
MO.004	4	h	Peón especialista.	19,940	79,760	144,000	0,662	95,310
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,853			
MQ.542	4	h	Equipo de auscultación ultrasónica de pilotes "insitu".	50,000	200,000	144,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	22,290			
C671/07.82	1	ud	Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	8692,000	8692,000			
VAR.14	1	ud	Traslado a obra de equipo de perforación de pilotes "in situ".	8200,000	8200,000	1,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	492,000			
C671/07.90	1	ud	Traslado a obra de equipo de auscultación.	523,227	523,227			
VAR.11	1	ud	Traslado a obra de equipo de auscultación.	493,610	493,610	1,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	29,617			
C671/10.03	900	m	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro nominal con entubación recuperable.	430,477	387429,300			255311,001
MO.001	0,3	h	Capataz.	22,810	6,843	270,000	0,662	178,706
MO.002	0,3	h	Oficial 1ª.	22,720	6,816	270,000	0,662	178,706
MO.004	0,6	h	Peón especialista.	19,940	11,964	540,000	0,662	357,413



CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,128			
MQ.520	0,47	h	Equipo de perforación de pilote "in situ".	467,520	219,734	423,000	0,000	0,000
MQ.550	0,47	h	Grupo electrógeno 25 KVA.	11,000	5,170	423,000	6,911	2923,455
AUX.17	440	kg	Hinca y extracción de entubación recuperable de acero para pilote moldeado "in situ".	0,060	26,400	396000,000	0,056	22371,154
MA.HM106	1,23	m3	Hormigón HNE-25/B/20.	88,710	109,113	1107,000	200,000	221400,000
MA.TU559	2	m	Tubo de acero de 50 mm de diámetro y de 2 mm de espesor.	2,940	5,880	1800,000	0,000	0,000
MA.TU600	2	m	Tubo de acero de 130 mm de diámetro y de 2 mm de espesor.	5,880	11,760	1800,000	0,000	0,000
MA.HM011	0,0304	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,710	2,302	27,360	288,800	7901,568
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	24,367			
C671/10.60	308	m	Sondeo en hormigón o terreno cualquiera que sea su naturaleza.	158,404	48788,309			
VAR.78	1	m	Sondeo en hormigón o terreno cualquiera que sea su naturaleza, incluso mano de obra, extracción de testigo y suministro de agua.	139,400	139,400	308,000	0,000	0,000
VAR.24	0,005	ud	Traslado a obra de equipo mecánico de sondeo.	410,000	2,050	1,540	0,000	0,000
VAR.25	0,01	ud	Traslado intermedio entre tajos de equipo mecánico de sondeo.	87,130	0,871	3,080	0,000	0,000
CP.001			Medios auxiliares	5,000	7,116			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	8,966			
C671/10.83	1	ud	Traslado intermedio entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	4346,000	4346,000			
VAR.15	1	ud	Traslado intermedio entre tajos de equipo de perforación de pilotes "in situ".	4100,000	4100,000	1,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	246,000			
C680/10.01	547,97	m2	Encofrado recto.	17,225	9438,783			741,969
AUX.41	1	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	16,250	547,970	1,354	741,969
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,975			
C680/10.03	42,93	m2	Encofrado curvo.	23,511	1009,319			72,880
AUX.42	1	m2	Encofrado paramentos curvos.	22,180	22,180	42,930	1,698	72,880

CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,331			
			4.1.2.- ALZADOS Y ESTRIBOS DE PILA					
C600/08.02	66.092,51	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	83091,502			129442,468
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	66,093	0,662	43,745
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	528,740	0,662	349,960
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	264,370	0,662	174,980
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	69397,134	1,850	128384,699
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocido.	0,930	0,004	264,370	1,850	489,085
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C610/11.A30B0 2	685,011	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	89502,921			178184,726
MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	41,101	0,662	27,203
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	137,002	0,662	90,678
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	68,501	0,662	45,339
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	137,002	0,662	90,678
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			
MA.HM134	1	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila.	95,030	95,030	685,011	240,000	164402,640
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,069			
MQ.582	0,1	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	9,350	68,501	64,246	4400,922
MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	137,002	0,741	101,560
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	685,011	13,176	9025,705
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,396			
C610/11.L15	14,622	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1387,226			3120,805
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	0,366	0,662	0,242
MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,720	2,272	1,462	0,662	0,968



MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,940	0,997	0,731	0,662	0,484
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	1,462	0,662	0,968
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,029			
MA.HM102	1	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	78,110	14,622	200,000	2924,400
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,350	1,462	0,741	1,084
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	14,622	13,176	192,659
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,370			
C640/08.21	66.720,35	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	193969,413			130135,694
MO.001	0,0023	h	Capataz.	22,810	0,053	153,457	0,662	101,569
MO.002	0,023	h	Oficial 1ª.	22,720	0,523	1534,568	0,662	1015,692
MO.004	0,023	h	Peón especialista.	19,940	0,459	1534,568	0,662	1015,692
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,005			
MQ.414	0,0004	h	Grúa autopropulsada 400 Tn.	779,210	0,312	26,688	171,240	4570,085
MQ.552	0,02	h	Equipo de soldadura eléctrica.	6,000	0,120	1334,407	0,000	0,000
MA.VA265	1	kg	Acero S 355 J2 en chapas o perfiles laminados en caliente.	1,050	1,050	66720,354	1,850	123432,655
MA%.035			Parte proporcional de pequeño material desoldadura.	4,000	0,042			
VAR.74NS	1	Kg	Protección de estructuras metálicas, incluyendo chorreado, cepillado, imprimación anticorrosiva, pintura intermedia y pintura de acabado.	0,180	0,180	66720,354	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,165			
C680/10.01	271,305	m2	Encofrado recto.	17,225	4673,229			367,355
AUX.41	1	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	16,250	271,305	1,354	367,355
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,975			
C680/10.03	63,293	m2	Encofrado curvo.	23,511	1488,069			107,449
AUX.42	1	m2	Encofrado paramentos curvos.	22,180	22,180	63,293	1,698	107,449
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,331			



C680/10.05	269,818	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada.	37,354	10078,889			1594,528
AUX.46	1	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada.	35,240	35,240	269,818	5,910	1594,528
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	2,114			
C680/10.08	337,389	m2	Encofrado recto con madera machihembrada.	31,365	10582,341			1325,819
AUX.43	1	m2	Encofrado recto con madera machihembrada.	29,590	29,590	337,389	3,930	1325,819
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,775			
4.1.3.- TABLERO								
C600/08.02	70.875,95	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	89105,249			138810,866
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	70,876	0,662	46,911
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	567,008	0,662	375,288
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	283,504	0,662	187,644
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	74419,752	1,850	137676,541
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocido.	0,930	0,004	283,504	1,850	524,482
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C602/10.06NS	44	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm2 y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm2, de 36 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 1,524 y 9,996 metros.	3553,720	156363,689			7100,884
MO.004	46	h	Peón especialista.	19,940	917,240	2024,000	0,662	1339,635
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	4,586			
MA.VA273NS	1	ud	Cable de 36 mm. de diámetro de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm2 y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm2, con los alambres interiores galvanizados y los alambres exteriores en forma de "Z" galvanizados.	489,260	489,260	44,000	130,937	5761,249
MA.VA930NS	1	ud	De terminales, chapas de acero, arandelas, cuñas, capa de protección del acero...,	965,230	965,230	44,000	0,000	0,000

			operaciones de tesado y retesado por kilogramo de acero.					
VAR.72NS	1	ud	Medios auxiliares por unidad de cable.	976,250	976,250	44,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	201,154			
C602/10.07NS	12	ud	Cable de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , de 92 a 96 milímetros de diámetro y de longitud comprendida entre 14,905 y 69,110 metros.	28713,02 2	344556,259			19460,403
MO.004	46	h	Peón especialista.	19,940	917,240	552,000	0,662	365,355
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	4,586			
MA.VA274NS	1	ud	Cable de 92 a 96 mm. de diámetro de acero de alta resistencia de tensión de rotura superior a 1.570 N/mm ² y límite elástico no inferior a 1.180 N/mm ² , con los alambres interiores galvanizados y los alambres exteriores en forma de "Z" galvanizados.	18954,56 0	18954,560	12,000	1591,254	19095,048
MA.VA931NS	1	ud	De terminales, chapas de acero, arandelas, capa de protección del acero..., operaciones de tesado y retesado por kilogramo de acero.	6235,120	6235,120	12,000	0,000	0,000
VAR.72NS	1	ud	Medios auxiliares por unidad de cable.	976,250	976,250	12,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1625,265			
C610/11.A30B0 2	266,838	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	34864,813			69409,770
MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	16,010	0,662	10,597
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	53,368	0,662	35,323
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	26,684	0,662	17,661
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	53,368	0,662	35,323
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			
MA.HM134	1	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa.	95,030	95,030	266,838	240,000	64041,120
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,069			
MQ.582	0,1	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	9,350	26,684	64,246	1714,327



MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	53,368	0,741	39,561
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	266,838	13,176	3515,857
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,396			
C640/08.11	13.747,20	Kg	Acero S 275 J2 en estructura de acero.	2,719	37382,761			26756,105
MO.001	0,002	h	Capataz.	22,810	0,046	27,494	0,662	18,198
MO.002	0,02	h	Oficial 1ª.	22,720	0,454	274,944	0,662	181,979
MO.004	0,02	h	Peón especialista.	19,940	0,399	274,944	0,662	181,979
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,005			
MQ.414	0,0004	h	Grúa autopropulsada 400 Tn.	779,210	0,312	5,499	171,240	941,630
MQ.552	0,02	h	Equipo de soldadura eléctrica.	6,000	0,120	274,944	0,000	0,000
MA.VA264	1	kg	Acero S 275 J2 en chapas o perfiles laminados en caliente.	1,010	1,010	13747,200	1,850	25432,320
MA%.035			Parte proporcional de pequeño material de soldadura.	4,000	0,040			
VAR.74NS	1	Kg	Protección de estructuras metálicas, incluyendo chorreado, cepillado, imprimación anticorrosiva, pintura intermedia y pintura de acabado.	0,180	0,180	13747,200	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,154			
C640/08.21	186.071,50	Kg	Acero S 355 J2 en estructura de acero.	2,907	540947,076			362925,897
MO.001	0,0023	h	Capataz.	22,810	0,053	427,964	0,662	283,259
MO.002	0,023	h	Oficial 1ª.	22,720	0,523	4279,645	0,662	2832,590
MO.004	0,023	h	Peón especialista.	19,940	0,459	4279,645	0,662	2832,590
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,005			
MQ.414	0,0004	h	Grúa autopropulsada 400 Tn.	779,210	0,312	74,429	171,240	12745,176
MQ.552	0,02	h	Equipo de soldadura eléctrica.	6,000	0,120	3721,430	0,000	0,000
MA.VA265	1	kg	Acero S 355 J2 en chapas o perfiles laminados en caliente.	1,050	1,050	186071,504	1,850	344232,282
MA%.035			Parte proporcional de pequeño material desoldadura.	4,000	0,042			



VAR.74NS	1	Kg	Protección de estructuras metálicas, incluyendo chorreado, cepillado, imprimación anticorrosiva, pintura intermedia y pintura de acabado.	0,180	0,180	186071,504	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,165			
C699/08.07NS	1.267,50	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	106230,823			102874,677
MO.001	0,015	h	Capataz.	22,810	0,342	19,013	0,662	12,584
MO.002	0,15	h	Oficial 1ª.	22,720	3,408	190,125	0,662	125,839
MO.004	0,45	h	Peón especialista.	19,940	8,973	570,375	0,662	377,517
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,064			
MQ.408	0,15	h	Grúa autopropulsada 100 Tn.	131,870	19,781	190,125	138,376	26308,737
MA.PF999	1	m2	Semilosa para tablero de puente.	46,500	46,500	1267,500	60,000	76050,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	4,744			
			4.1.4.- ACABADOS Y REMATES					
C411/11.24S	12	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	493,513			73,269
MO.001	0,022	h	Capataz.	22,810	0,502	0,264	0,662	0,175
MO.002	0,22	h	Oficial 1ª.	22,720	4,998	2,640	0,662	1,747
MO.005	0,22	h	Peón ordinario.	19,740	4,343	2,640	0,662	1,747
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,049			
MA.TU223S	0,8	m	Tubo de PVC estructurado tipo B corrugado de 125 mm.	6,420	5,136	9,600	7,250	69,600
MA.VA209NS	1	ud	Rejilla de fundición dúctil de 30x30 cm, clase C-250.	23,770	23,770	12,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	2,328			
C420/06.30	55	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	799,414			1125,795
MO.001	0,01	h	Capataz.	22,810	0,228	0,550	0,662	0,364
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	5,500	0,662	3,640
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	5,500	0,662	3,640
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,021			

MA.HM104	0,05	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	4,175	2,750	200,000	550,000
MA.TU341	1	m	Tubo de PVC ranurado de 160 mm para drenaje.	5,320	5,320	55,000	10,330	568,150
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,823			
C423/07.05	311,17	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	6975,902			82,176
MO.001	0,019	h	Capataz.	22,810	0,433	5,912	0,662	3,913
MO.002	0,19	h	Oficial 1ª.	22,720	4,317	59,122	0,662	39,132
MO.005	0,19	h	Peón ordinario.	19,740	3,751	59,122	0,662	39,132
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,043			
MA.VA226	1,1	m2	Lámina impermeabilizante.	6,420	7,062	342,287	0,000	0,000
MA.VA230	1,1	m2	Lámina drenante.	5,040	5,544	342,287	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,269			
C571/10.09NS	390	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	27242,982			36274,912
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	39,000	0,662	25,813
MO.002	0,25	h	Oficial 1ª.	22,720	5,680	97,500	0,662	64,533
MO.005	0,25	h	Peón ordinario.	19,740	4,935	97,500	0,662	64,533
MO.006	0,25	h	Peón señalista.	19,740	4,935	97,500	0,662	64,533
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,089			
MA.HM134	0,226	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila.	95,030	21,477	88,140	240,000	21153,600
MA.HM011	0,025	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,710	1,893	9,750	288,800	2815,800
MA.VA765	1	m2	Baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	13,180	13,180	390,000	0,000	0,000
MA.TU252	3,00	m	Tubo corrugado de polietileno para canalización de servicios de 160 mm de diametro.	3,810	11,430	1170,000	10,330	12086,100
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	3,954			
C690/06.02	1.265,46	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	4,118	5211,038			261,410
MO.001	0,0008	h	Capataz.	22,810	0,018	1,012	0,662	0,670
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	10,124	0,662	6,701

MO.005	0,008	h	Peón ordinario.	19,740	0,158	10,124	0,662	6,701
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,002			
MQ.481	0,01	h	Barredora autopropulsada.	6,110	0,061	12,655	17,347	219,524
MA.VA617	0,002	t	Emulsión bituminosa para impermeabilización de tableros de puentes.	402,000	0,804	2,531	10,990	27,815
MA.VA620	3,5	kg	Revestimiento asfáltico para impermeabilización.	0,760	2,660	4429,110	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,233			
C697/07.10NS	222,7	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	16298,455			25737,274
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	22,270	0,662	14,740
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	44,540	0,662	29,480
MO.005	0,2	h	Peón ordinario.	19,740	3,948	44,540	0,662	29,480
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,054			
MQ.404	0,4	h	Grúa autopropulsada 15 Tn.	66,530	26,612	89,080	48,656	4334,259
MA.PF494	1	m	Imposta prefabricada de hormigón armado según planos.	30,090	30,090	222,700	90,000	20043,000
MA.HM011	0,02	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,710	1,514	4,454	288,800	1286,315
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	4,143			
C704/11.44	222,7	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	44238,041			56692,953
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	22,270	0,662	14,740
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	44,540	0,662	29,480
MO.005	0,4	h	Peón ordinario.	19,740	7,896	89,080	0,662	58,960
MO.006	0,4	h	Peón señalista.	19,740	7,896	89,080	0,662	58,960
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,113			
MA.SB333	1	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	164,670	164,670	222,700	253,843	56530,814
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	11,244			
C704/11.50	3	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	1052,752			1,747
MO.001	0,08	h	Capataz.	22,810	1,825	0,240	0,662	0,159



MO.002	0,16	h	Oficial 1ª.	22,720	3,635	0,480	0,662	0,318
MO.005	0,32	h	Peón ordinario.	19,740	6,317	0,960	0,662	0,635
MO.006	0,32	h	Peón señalista.	19,740	6,317	0,960	0,662	0,635
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,091			
MA.SB339	1	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	312,870	312,870	3,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	19,863			
4.2.- VOLADIZOS								
C411/11.24S	6	ud	Sumidero en tablero de puente con tubo de desagüe de PVC de 125 mm de diámetro, clase C-250.	41,126	246,757			36,635
MO.001	0,022	h	Capataz.	22,810	0,502	0,132	0,662	0,087
MO.002	0,22	h	Oficial 1ª.	22,720	4,998	1,320	0,662	0,874
MO.005	0,22	h	Peón ordinario.	19,740	4,343	1,320	0,662	0,874
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,049			
MA.TU223S	0,8	m	Tubo de PVC estructurado tipo B corrugado de 125 mm.	6,420	5,136	4,800	7,250	34,800
MA.VA209NS	1	ud	Rejilla de fundición dúctil de 30x30 cm, clase C-250.	23,770	23,770	6,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	2,328			
C571/10.09NS	80	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm. de espesor en estructura.	69,854	5588,304			7441,008
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	8,000	0,662	5,295
MO.002	0,25	h	Oficial 1ª.	22,720	5,680	20,000	0,662	13,238
MO.005	0,25	h	Peón ordinario.	19,740	4,935	20,000	0,662	13,238
MO.006	0,25	h	Peón señalista.	19,740	4,935	20,000	0,662	13,238
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,089			
MA.HM134	0,226	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa.	95,030	21,477	18,080	240,000	4339,200
MA.HM011	0,025	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,710	1,893	2,000	288,800	577,600
MA.VA765	1	m2	Baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	13,180	13,180	80,000	0,000	0,000



MA.TU252	3,00	m	Tubo corrugado de polietileno para canalización de servicios de 160 mm de diametro.	3,810	11,430	240,000	10,330	2479,200
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	3,954			
C600/08.02	12.859,07	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	16166,417			25184,535
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	12,859	0,662	8,511
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	102,873	0,662	68,089
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	51,436	0,662	34,044
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	13502,018	1,850	24978,734
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocido.	0,930	0,004	51,436	1,850	95,157
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C610/11.A30B0 2	153,155	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	130,659	20011,094			39838,604
MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	9,189	0,662	6,082
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	30,631	0,662	20,274
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	15,316	0,662	10,137
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	30,631	0,662	20,274
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			
MA.HM134	1	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa.	95,030	95,030	153,155	240,000	36757,200
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,069			
MQ.582	0,1	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	9,350	15,316	64,246	983,960
MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	30,631	0,741	22,707
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	153,155	13,176	2017,970
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,396			
C610/11.L15	19,336	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1834,455			4126,924
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	0,483	0,662	0,320

MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,720	2,272	1,934	0,662	1,280
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,940	0,997	0,967	0,662	0,640
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	1,934	0,662	1,280
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,029			
MA.HM102	1	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	78,110	19,336	200,000	3867,200
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,350	1,934	0,741	1,433
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	19,336	13,176	254,771
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,370			
C680/10.01	57,001	m2	Encofrado recto.	17,225	981,842			77,181
AUX.41	1	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	16,250	57,001	1,354	77,181
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,975			
C690/06.02	246,33	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	4,118	1014,362			50,885
MO.001	0,0008	h	Capataz.	22,810	0,018	0,197	0,662	0,130
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	1,971	0,662	1,304
MO.005	0,008	h	Peón ordinario.	19,740	0,158	1,971	0,662	1,304
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,002			
MQ.481	0,01	h	Barredora autopropulsada.	6,110	0,061	2,463	17,347	42,732
MA.VA617	0,002	t	Emulsión bituminosa para impermeabilización de tableros de puentes.	402,000	0,804	0,493	10,990	5,414
MA.VA620	3,5	kg	Revestimiento asfáltico para impermeabilización.	0,760	2,660	862,155	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,233			
C697/07.10NS	40	m	Imposta prefabricada de hormigón armado, según planos.	73,186	2927,428			25737,274
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	22,270	0,662	14,740
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	44,540	0,662	29,480
MO.005	0,2	h	Peón ordinario.	19,740	3,948	44,540	0,662	29,480
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,054			
MQ.404	0,4	h	Grúa autopropulsada 15 Tn.	66,530	26,612	89,080	48,656	4334,259



MA.PF494	1	m	Imposta prefabricada de hormigón armado según planos.	30,090	30,090	222,700	90,000	20043,000
MA.HM011	0,02	m3	Mortero M-450 fabricado en central y puesto en obra.	75,710	1,514	4,454	288,800	1286,315
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	4,143			
C699/08.07NS	66,00	m2	Semilosa prefabricada de hormigón armado para tablero de puente.	83,811	5531,546			5356,788
MO.001	0,015	h	Capataz.	22,810	0,342	0,990	0,662	0,655
MO.002	0,15	h	Oficial 1ª.	22,720	3,408	9,900	0,662	6,553
MO.004	0,45	h	Peón especialista.	19,940	8,973	29,700	0,662	19,658
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,064			
MQ.408	0,15	h	Grúa autopropulsada 100 Tn.	131,870	19,781	9,900	138,376	1369,922
MA.PF999	1	m2	Semilosa para tablero de puente.	46,500	46,500	66,000	60,000	3960,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	4,744			
C704/11.44	40	m	Pretel metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	198,644	7945,764			56692,953
MO.001	0,1	h	Capataz.	22,810	2,281	22,270	0,662	14,740
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	44,540	0,662	29,480
MO.005	0,4	h	Peón ordinario.	19,740	7,896	89,080	0,662	58,960
MO.006	0,4	h	Peón señalista.	19,740	7,896	89,080	0,662	58,960
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,113			
MA.SB333	1	m	Pretel metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	164,670	164,670	222,700	253,843	56530,814
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	11,244			
C704/11.50	1	ud	Remate final de pretel metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	350,917	350,917			1,747
MO.001	0,08	h	Capataz.	22,810	1,825	0,240	0,662	0,159
MO.002	0,16	h	Oficial 1ª.	22,720	3,635	0,480	0,662	0,318
MO.005	0,32	h	Peón ordinario.	19,740	6,317	0,960	0,662	0,635
MO.006	0,32	h	Peón señalista.	19,740	6,317	0,960	0,662	0,635
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,091			



MA.SB339	1	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10 f, galvanizado con pintura termolacada.	312,870	312,870	3,000	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	19,863			
			4.3.- OF EL ARROYO DE LA FUENTE DEL OJO					
C321/11.01	469,34	m ³	Excavación en zanjas y pozos, tipo 1.	3,660	1717,737			1144,605
MO.001	0,002	h	Capataz.	22,810	0,046	0,939	0,662	0,621
MO.005	0,02	h	Peón ordinario.	19,740	0,395	9,387	0,662	6,213
MO.006	0,02	h	Peón señalista.	19,740	0,395	9,387	0,662	6,213
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,004			
MQ.112	0,01	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,400	0,774	4,693	52,482	246,321
MQ.152	0,02	h	Camión de tres ejes.	33,670	0,673	9,387	88,661	832,243
MQ.545	0,01	h	Bomba de achique de 5 CV.	6,380	0,064	4,693	4,380	20,557
MQ.550	0,01	h	Grupo electrógeno 25 KVA.	11,000	0,110	4,693	6,911	32,437
CP.002			P.P. entibación.	20,000	0,492			
VAR.01	1	m3	Canon de vertido.	0,500	0,500	469,340	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,207			
C332/04	433,89	m ³	Relleno localizado.	8,431	3657,970			1254,813
MO.001	0,008	h	Capataz.	22,810	0,183	3,471	0,662	2,297
MO.005	0,08	h	Peón ordinario.	19,740	1,579	34,711	0,662	22,975
MO.006	0,08	h	Peón señalista.	19,740	1,579	34,711	0,662	22,975
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,017			
MQ.112	0,005	h	Retroexcavadora sobre orugas de peso 25/30 Tn	77,400	0,387	2,169	52,482	113,858
MQ.152	0,015	h	Camión de tres ejes.	33,670	0,505	6,508	88,661	577,040
MQ.120	0,04	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de peso 12/17 Tn	53,240	2,130	17,356	15,608	270,888
MQ.172	0,005	h	Camión cisterna de 9 m3.	34,650	0,173	2,169	55,613	120,651
MQ.302	0,04	h	Rodillo vibratorio de 0,80 m de anchura.	25,120	1,005	17,356	6,355	110,289
MA.VA001	0,1	m3	Agua.	0,710	0,071	43,389	0,319	13,841



VAR.02	0,5	m3	Canon de préstamo de material apto para terraplén/pedraplén.	0,650	0,325	216,946	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,477			
C420/06.30	28	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	14,535	406,974			573,132
MO.001	0,01	h	Capataz.	22,810	0,228	0,280	0,662	0,185
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	2,800	0,662	1,853
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	2,800	0,662	1,853
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,021			
MA.HM104	0,05	m3	Hormigón HNE-20/B/20.	83,500	4,175	1,400	200,000	280,000
MA.TU341	1	m	Tubo de PVC ranurado de 160 mm para drenaje.	5,320	5,320	28,000	10,330	289,240
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,823			
C423/07.05	37,8	m2	Lámina drenante sobre lámina impermeabilizante.	22,418	847,412			9,983
MO.001	0,019	h	Capataz.	22,810	0,433	0,718	0,662	0,475
MO.002	0,19	h	Oficial 1ª.	22,720	4,317	7,182	0,662	4,754
MO.005	0,19	h	Peón ordinario.	19,740	3,751	7,182	0,662	4,754
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,043			
MA.VA226	1,1	m2	Lámina impermeabilizante.	6,420	7,062	41,580	0,000	0,000
MA.VA230	1,1	m2	Lámina drenante.	5,040	5,544	41,580	0,000	0,000
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	1,269			
C600/08.02	8.341,66	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	10487,136			16337,180
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	8,342	0,662	5,521
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	66,733	0,662	44,169
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	33,367	0,662	22,085
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	8758,744	1,850	16203,676
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocado.	0,930	0,004	33,367	1,850	61,728
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C610/11.A25B0 4	63,603	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	7885,793			16442,225



MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	3,816	0,662	2,526
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	12,721	0,662	8,419
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	6,360	0,662	4,210
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	12,721	0,662	8,419
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			
MA.HM120	1	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa.	91,110	91,110	63,603	240,000	15264,720
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,030			
MQ.582	0,075	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	7,013	4,770	64,246	306,468
MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	12,721	0,741	9,430
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	63,603	13,176	838,033
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,018			
C610/11.L15	9,2	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	872,827			1963,576
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	0,230	0,662	0,152
MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,720	2,272	0,920	0,662	0,609
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,940	0,997	0,460	0,662	0,304
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	0,920	0,662	0,609
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,029			
MA.HM102	1	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	78,110	9,200	200,000	1840,000
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,350	0,920	0,741	0,682
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	9,200	13,176	121,219
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,370			
C680/10.01	186,145	m2	Encofrado recto.	17,225	3206,348			252,046
AUX.41	1	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	16,250	186,145	1,354	252,046
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,975			
C681/10.01	40,328	m3	Cimbra.	11,487	463,232			1,401



MO.001	0,0025	h	Capataz.	22,810	0,057	0,101	0,662	0,067
MO.002	0,025	h	Oficial 1ª.	22,720	0,568	1,008	0,662	0,667
MO.004	0,025	h	Peón especialista.	19,940	0,499	1,008	0,662	0,667
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,006			
MA.VA377	1,5	m	Tubo metálico de 1,5" para cimbra.	3,430	5,145	60,492	0,000	0,000
MA.VA378	0,15	ud	Horquilla con husillo para cimbra.	4,000	0,600	6,049	0,000	0,000
MA.VA379	0,5	ud	Grapa metálica para cimbra.	3,590	1,795	20,164	0,000	0,000
CP.036			Parte proporcional de maquinaria y medios auxiliares para cimbras.	25,000	2,167			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,650			
4.4.- OTROS								
C600/08.02	9.079,53	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas.	1,257	11414,789			17782,305
MO.001	0,001	h	Capataz.	22,810	0,023	9,080	0,662	6,010
MO.002	0,008	h	Oficial 1ª.	22,720	0,182	72,636	0,662	48,076
MO.004	0,004	h	Peón especialista.	19,940	0,080	36,318	0,662	24,038
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,001			
MA.VA270	1,05	kg	Acero B-500-S.	0,800	0,840	9533,510	1,850	17636,993
MA.VA252	0,004	kg	Alambre recocado.	0,930	0,004	36,318	1,850	67,189
CP.001			Medios auxiliares	5,000	0,057			
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,071			
C610/11.A25B04	137,16	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	123,985	17005,728			16442,225
MO.001	0,06	h	Capataz.	22,810	1,369	3,816	0,662	2,526
MO.002	0,2	h	Oficial 1ª.	22,720	4,544	12,721	0,662	8,419
MO.004	0,1	h	Peón especialista.	19,940	1,994	6,360	0,662	4,210
MO.006	0,2	h	Peón señalista.	19,740	3,948	12,721	0,662	8,419
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,059			
MA.HM120	1	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa.	91,110	91,110	63,603	240,000	15264,720
CP.008			Parte proporcional de producto filmógeno de curado para hormigón.	1,000	1,030			
MQ.582	0,075	h	Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma.	93,500	7,013	4,770	64,246	306,468



MQ.570	0,2	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,700	12,721	0,741	9,430
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	63,603	13,176	838,033
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	7,018			
C610/11.L15	14,915	m3	Hormigón HL-150/B/20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	94,873	1415,023			3183,340
MO.001	0,025	h	Capataz.	22,810	0,570	0,373	0,662	0,247
MO.002	0,1	h	Oficial 1ª.	22,720	2,272	1,492	0,662	0,987
MO.004	0,05	h	Peón especialista.	19,940	0,997	0,746	0,662	0,494
MO.006	0,1	h	Peón señalista.	19,740	1,974	1,492	0,662	0,987
CP.005			P.P. Equipos de protección individual (EPI's).	0,500	0,029			
MA.HM102	1	m3	Hormigón HL-150/B/20.	78,110	78,110	14,915	200,000	2983,000
MQ.570	0,1	h	Vibrador de hormigón.	3,500	0,350	1,492	0,741	1,106
VAR.03	1	m3	Plus transporte de hormigón a una distancia comprendida entre 30 km y 60 km, ida y vuelta.	5,200	5,200	14,915	13,176	196,520
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	5,370			
C680/10.01	347,63	m2	Encofrado recto.	17,225	5987,927			470,702
AUX.41	1	m2	Encofrado paramentos rectos.	16,250	16,250	347,630	1,354	470,702
CI.001			Costes indirectos (s/total)	6,000	0,975			