



MANUAL DE COSTES PARA **UNA EMPRESA DE** **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Autor: Gema Ruiz Franco

Director: Saúl Torres Ortega

Septiembre 2015

Escuela politécnica de ingeniería de minas y energía



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1.- Introducción..... | 5 |
| 2.- Objetivo..... | 11 |
| 3.- Estado del arte: Costes..... | 13 |
| 3.1.- Definición..... | 13 |
| 3.2.- Importancia de los costes..... | 17 |
| 3.3.- Clasificación de los costes..... | 17 |
| 3.3.1. Clasificación de los costes por su naturaleza..... | 19 |
| 3.3.2. Clasificación de los costes según el nivel de actividad..... | 19 |
| 3.3.3. Clasificación de los costes atendiendo al objeto de coste..... | 26 |
| 3.3.4. Clasificación de los costes según correspondan al producto o periodo..... | 27 |
| 3.3.5. Clasificación de los costes por funciones | 28 |
| 3.4.- Los costes directos y los costes indirectos dentro de la unidad de obra..... | 29 |
| 3.5.- Cálculo de costes..... | 34 |
| 3.5.1. Atendiendo al cálculo dentro de la contabilidad de costes..... | 34 |
| 3.5.2. Cálculo de costes dentro de las obras de construcción..... | 38 |
| 4.-Distintos tipos de estudios de costes..... | 46 |
| 4.1. Estimación de costes..... | 46 |
| 4.2. Estudio de los costes dentro de la contabilidad..... | 50 |

| | |
|--|-----|
| 5.- Justificación del manual..... | 56 |
| 6.- Desarrollo del manual..... | 58 |
| 6.1.- Costes directos..... | 58 |
| 6.1.1. Mano de obra..... | 58 |
| 6.1.1.1. Contratación directa..... | 59 |
| 6.1.1.2. Contrato de subcontratación..... | 66 |
| 6.1.2. Maquinaria..... | 67 |
| 6.1.2.1 Coste horario..... | 68 |
| 6.1.2.2. La producción..... | 73 |
| 6.1.3. Materiales..... | 85 |
| 6.1.4. Costes operacionales..... | 89 |
| 6.2. Costes indirectos..... | 109 |
| 6.2.1. Costes indirectos de ejecución..... | 109 |
| 6.2.2. Gastos generales..... | 114 |
| 7.- Aplicación práctica..... | 117 |
| 7.1.- Actividad de la empresa..... | 117 |
| 7.2.- Ubicación..... | 117 |
| 7.2.1. Geografía..... | 118 |
| 7.2.2. Climatología..... | 121 |
| 7.2.3. Demografía..... | 130 |
| 7.2.4. Política..... | 131 |
| 7.2.5. Economía..... | 132 |
| 7.3.- Equipo de trabajo..... | 133 |
| 7.4.- Calculo de costes en los distintos procesos..... | 135 |



| | |
|---------------------------------------|-----|
| 7.4.1.-Desbroce..... | 135 |
| 7.4.1.1. Material..... | 139 |
| 7.4.1.2. Maquinaria..... | 139 |
| 7.4.1.3. Mano de obra..... | 155 |
| 7.4.1.4. Costes operacionales..... | 168 |
| 7.4.1.5. Costes indirectos | 176 |
| 7.4.1.6. Coste total..... | 178 |
| 7.4.2.- Excavación..... | 179 |
| 7.4.2.1. Material..... | 183 |
| 7.4.2.2. Maquinaria..... | 184 |
| 7.4.2.3. Mano de obra..... | 218 |
| 7.4.2.4. Costes operacionales..... | 225 |
| 7.4.2.5. Costes indirectos..... | 234 |
| 7.4.2.6. Coste total..... | 235 |
| 7.4.3.- Realización de escollera..... | 236 |
| 7.4.3.1. Material..... | 243 |
| 7.4.3.2. Maquinaria..... | 248 |
| 7.4.3.3. Mano de obra..... | 264 |
| 7.4.3.4. Costes operacionales..... | 277 |
| 7.4.3.5. Costes indirectos | 285 |
| 7.4.3.6. Coste total..... | 286 |
| 8.- Conclusiones | 287 |
| 9.- Bibliografía..... | 288 |



1. INTRODUCCIÓN

Desde hace años se publican en las noticias casos de proyectos con un presupuesto que finalmente ha tenido que ser incrementado. Escándalos en los que se habla de millones de euros que se han despilfarrado. Hay varios estudios al respecto: por ejemplo Bent Flyvbjerg, profesor de la Universidad de Oxford, estudió 258 proyectos en 20 países de los cinco continentes y concluyó que el 90% de ellos habían visto aumentado el precio inicial por el que se adjudicaron. También un estudio realizado por la consultora KPMG analiza a un centenar de grandes proyectos de construcción a nivel internacional y apunta que el 70% de los proyectos de infraestructuras que se construyen en todo el mundo se desvía más de un 10% de su presupuesto inicial. Incluso en mayo de 2013 se escribió un informe especial del Tribunal de Cuentas Europeo (con el título de « ¿Se gastan correctamente los fondos de la política de cohesión de la UE destinados a las carreteras?») En el cual, aparte de otras consideraciones, afirma que durante su ejecución, los proyectos auditados se encarecieron y sufrieron retrasos, ascendiendo así el incremento medio del precio original de los contratos al 23 %.

Algunos ejemplos de estos proyectos:

El Eurotúnel de 50 kilómetros, que une Gran Bretaña con Francia, tuvo un sobrecoste del 80% (hasta los 11.500 millones de euros). Si



se suma la financiación, costó un 140% más de lo presupuestado, según los datos de Flyvbjerg.

Otro proyecto faraónico, y caótico en su ejecución, fueron las infraestructuras de los Juegos Olímpicos de la capital británica. Presupuestadas en 4.300 millones de libras, pero con un precio final de 16.600 millones.

En los JJOO de Montreal 76 el gasto final fue doce veces superior al que se había estimado inicialmente.

Brasil terminó pagando 14.000 millones de dólares por los proyectos de la Copa Mundial, frente a los 3.300 millones que el Gobierno presupuestó inicialmente.

Estos son algunos de los casos en el ámbito internacional y en el nacional hay también muchos ejemplos, entre los que se pueden destacar:

Las obras del AVE entre Madrid y Barcelona costaron 8.966 millones de euros, un 31,4% más del precio de adjudicación de los trabajos (6.822 millones) y un 18,8% por encima del gasto fijado en los concursos (7.550,42 millones de euros), de acuerdo con los datos finales del Tribunal de Cuentas.

También la circunvalación madrileña M-30 salió seis veces más cara de lo previsto. El coste inicial de las obras de soterramiento era de 1.700 millones de euros en 2004, un año más tarde el contrato se adjudicó a ACS y Ferrovial por 2.500 millones y el coste siguió subiendo hasta los 5.600 millones en que lo valoró el propio

Ayuntamiento de Madrid. La oposición, no obstante, llegó a calcular el desembolso en 10.400 millones sumando añadidos finales e intereses bancarios.



Figura1. Terminal 4 Madrid Barajas

Otro tanto sucedió con la nueva Terminal 4 de Madrid-Barajas, que multiplicó su coste por diez. En este caso, el baile de números empezó incluso antes que las obras. Aena adjudicó el concurso a ACS y FCC por 541 millones de euros y la terminal costó

finalmente 6.200 millones.

Por último, mencionar el caso del arquitecto Santiago Calatrava, prácticamente todas sus obras han superado el presupuesto en rangos de entre el 20% y el 100%, y algunas de ellas están sin terminar o han registrado incidencias, como puede ser: el puente Zubizuri en Bilbao, el puente de la constitución en Venecia, la Torre Turning Torso en Suecia, la ciudad de las artes y las ciencias en Valencia, entre otros.

Pero, ¿por qué se dan todos estos casos?, ¿quién controla los costes de todos estos presupuestos? Es curioso que la administración adjudique proyectos a empresas que se presentan a la licitación con un 30 o incluso un 50% por debajo del presupuesto



base de licitación. ¿Cómo es posible que una empresa pretenda obtener beneficios así? Está claro que van a necesitar modificaciones en las que aumentar el presupuesto. Son los tan conocidos "modificados de obra", que realmente eran uno de los problemas del sistema antes de su modificación en la Ley de Economía Sostenible, en 2011. Constituyen una forma de alterar el resultado del procedimiento de adjudicación de los contratos (haciendo previsiones incorrectas de costes, a la baja, que se subsanaban durante la ejecución).

También hay que tener en cuenta que el régimen de adjudicación de los contratos penaliza, con la ordenación de las denominadas bajas temerarias (reducciones de precio sobre el resto de las ofertas), a ofertas económicamente más eficientes. Nada hay más fácil para las constructoras que inflar los precios sabiendo que más o menos todas hacen lo mismo. Con ello, al mismo tiempo, se bloquea el acceso al mercado. Tanto es así que el Tribunal de Cuentas recuerda que en algunos de estos proyectos se ha expulsado del procedimiento a aspirantes que ofrecían una rebaja de al menos el 10% del precio medio ofrecido por los restantes licitadores.

Con todo ello queda claro que el control sobre los costes es necesario, y para este control es necesario el conocimiento y estudio de los costes que se generan.

Pero no solo es importante el seguimiento de costes para las administraciones y para la empresa en el ámbito público, sino que



también para la empresa a nivel interno es sumamente importante. Es obvio que una empresa para su buen funcionamiento necesita conocer sus costes, no existen decisiones empresariales que de alguna forma no influyan en los costes de una empresa. Es por eso imperativo que las decisiones que hay que tomar tengan la suficiente calidad, para garantizar el buen desarrollo de las mismas.

Para que una empresa de construcción sea competitiva necesita conocer, controlar y prever sus costes.

Es importantísimo prever los costes que acarrea cada trabajo que aspira a realizar la empresa, es decir, cuando quiere que la contraten para realizar un trabajo bien sea para un particular o para entrar en un concurso para la administración debe estudiar el trabajo y realizar un presupuesto. Se necesita ajustar el precio lo más posible para poder quedarse con la obra, y más en un momento de crisis en el que la competencia es mayor. Si se da un precio demasiado bajo se pierde dinero con la obra, lo cual no interesa y si se da un precio demasiado alto no se obtendrá el trabajo. Los especialistas afirman que muchos empresarios suelen establecer sus presupuestos en base a los precios de los competidores, sin antes determinar si éstos alcanzan a cubrir sus propios costes. Por eso, una gran cantidad de negocios no prosperan ya que no obtienen la rentabilidad necesaria para su funcionamiento.

Igual de importante es ir controlando los costes mientras se realizan las obras, viendo si hay desviaciones del presupuesto y analizando



cuales y porque son esas variables, lo cual nos va a ayudar a realizar mejoras en la forma de trabajo y obtener mayores beneficios.

Por último, una vez finalizada la obra, la contabilidad interna de la empresa va a necesitar esos costes que ha acarreado cada trabajo para poder así hacer balance y estudiar los beneficios obtenidos.

Así, se manifiesta la importancia que tienen los costes, tanto nos influye a los contribuyentes como a las propias empresas. Convendría afinar más en los presupuestos y en la ejecución para cumplir con lo esperado y aportar transparencia. Por ello la necesidad de simplificar y facilitar la tarea del estudio de costes en cada unidad de obra.



2. OBJETIVO

El trabajo que a continuación se presenta pretende ser un manual para el cálculo de costes, se tratará de hacer una guía de cómo obtener los costes en una empresa al realizar un trabajo de movimiento de tierras, estimando los pasos a dar para calcularlos y así ajustar con mayor facilidad y más precisión el presupuesto.

Es una tarea muy compleja, sobre todo porque lo que se pretende es calcular unos costes que todavía no se han producido, además el cálculo no será sobre un producto de fabricación, sino sobre una unidad de obra, en la cual intervienen muchos factores. Para empezar, en el campo de la construcción existen diferentes tipos de obras que se pueden clasificar como:

- Obras en el ámbito de minería como puedan ser las prospecciones y excavaciones para la extracción de sustancias minerales al aire libre o subterráneas, perforación o excavación de túneles con galerías, así como los vaciados de tierras, pozos y zanjas que constituyan por sí mismos una obra.
- Obras civiles como la construcción de carreteras, vías férreas, puentes, túneles, redes para diversos usos y otras.
- Obras de edificación



En todas ellas van a intervenir de forma muy variable una maquinaria, unos materiales y una mano de obra que se tendrá en cuenta para calcular que gasto va a suponer a la empresa una unidad de obra determinada. Además habrá que estimar que parte de los gastos comunes de la empresa se adjudican a los gastos de cada obra. Todo ello se intentará estandarizar en el manual para que sea relativamente sencillo calcularlo.

Por último se realizará una aplicación práctica en distintas obras que puede ejecutar una empresa de movimiento de tierras. Si bien este tipo de empresas no suele realizar una obra completa, si no que su actividad viene dada por trabajos subcontratados por empresas constructoras, como pueden ser un desbroce, una excavación y la realización de una escollera. Para cada unidad de obra se indicarán los pasos a seguir y se realizarán los cálculos necesarios para obtener el coste final.

Si bien hay que decir que esta o cualquier guía para calcular los costes en cualquier producto o trabajo es una estimación, es decir, los costes reales serán los que se calculen una vez finalizada la obra, debido a los muchos factores que entran a la producción en un trabajo específico. Se intentará por ello que el coste se ajuste lo más posible a la realidad.



3. ESTADO DEL ARTE: COSTES

3.1. DEFINICIÓN DE COSTE

El concepto de coste se emplea con enorme frecuencia en todos los ámbitos de la vida (el coste de la vida, el coste de la vivienda, etc.) y, sin duda, se trata de uno de los términos más empleados en la gestión empresarial. Puede hacer referencia al coste de un producto, de una inversión, de realizar una determinada actividad, etc., y el significado que recibe en cada caso no siempre será el mismo.

En este caso se estudia el coste dentro de una empresa, pero incluso aquí existen distintas definiciones de coste y sobre todo distintas formas de estudiar el coste, ya que no es lo mismo el cálculo de los costes empresariales sobre el producto que ya se ha realizado, que el control de costes en el proceso de fabricación, o que la estimación de los costes sobre un proceso o producto que se va a realizar.

Para el presente estudio, la definición de coste que interesa es el Coste como gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. Dicho en otras palabras, el coste es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos



para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo.

Hay que tener en cuenta que el coste no es una magnitud ni exacta ni única, debido a múltiples causas como la dificultad del cálculo de las magnitudes que definen el coste, la existencia de costes indirectos en relación a los productos o secciones y la existencia de costes fijos.

Dentro de los tipos de empresas que se pueden estudiar, este documento se centra en las empresas constructoras, en donde, en comparación con una línea de producción dentro de una fábrica, hay una mayor dispersión entre las diferentes unidades productivas que se encuentran, es decir, aparecen en cada trabajo una gran cantidad de variables y factores:

- La ubicación
- Tipo de suelo
- Materiales de acabados
- Métodos constructivos
- Tipo de instalaciones
- Clima. Altitud, latitud de la región
- Especificaciones técnicas de la obra
- Condiciones de contratación de la obra
- Disponibilidad de maquinaria (propia, renta o compra)
- Disponibilidad de materiales en la región
- Disponibilidad de mano de obra especializada y su rendimiento
- Factores sociales (sindicatos)



Todo ello hace que el cálculo de costes sea una tarea complicada, aunque no implica que sean magnitudes arbitrarias.

Para medir los costes hay tener en cuenta dos aspectos:

- 1) **Técnico.** Donde se debe considerar el consumo de unidades físicas, tales como las horas de trabajo por persona, kilogramos de materias primas, kilovatios consumidos por unidad de tiempo, etc. Su principal característica es que tienen un carácter objetivo.
- 2) **Económico.** Expresión monetaria de los consumos físicos, que en nuestro caso son los euros que cuestan las unidades físicas descritas anteriormente. A diferencia del concepto anterior, tienen un carácter subjetivo.

Además para conocer y delimitar los costes, es necesario conocer otros aspectos relacionados con ellos que muchas veces confundimos con los propios costes y no tienen por qué serlo. Los más relevantes son los siguientes:

- Desembolsos: están relacionados con los movimientos (ingresos y gastos) en nuestra tesorería. Cuando se compra un bien mediante un pago en dinero se está realizando un desembolso, y no se convierte en coste hasta que este se incorpore al proceso productivo.

Es necesario diferenciar entre:

- Cobro: entrada de dinero en nuestra tesorería.



-
- Pago: salidas de dinero de nuestra tesorería.
 - Inversión: son los bienes que se compran y que se utilizan en nuestro sistema productivo, pero que no se incorporan al producto o servicio como insumo, sino que se utilizan para la elaboración de este.
 - Gasto: es el importe de los bienes adquiridos o consumidos por la empresa. Son sólo costes aquellos en los que se incurre en la producción de un determinado bien o servicio. La diferencia con los costes radica en que los gastos que se llaman costes son en los que se incurre como consecuencia de la producción de un determinado bien o servicio.
 - Amortización: es la depreciación que sufre un bien por su uso o por el mero hecho del paso del tiempo. Será medida en unidades monetarias y cargada de modo proporcional al producto/servicio.

A diferencia de los tres conceptos anteriores, sí constituye un coste. Lo que hace la amortización es distribuir el gasto inicial de un determinado bien de inversión entre toda su vida útil, evitando el problema de distorsión que podría producirse en los costes si se imputan como tales el desembolso en el momento de la compra de un determinado bien.



3.2. IMPORTANCIA DE LOS COSTES

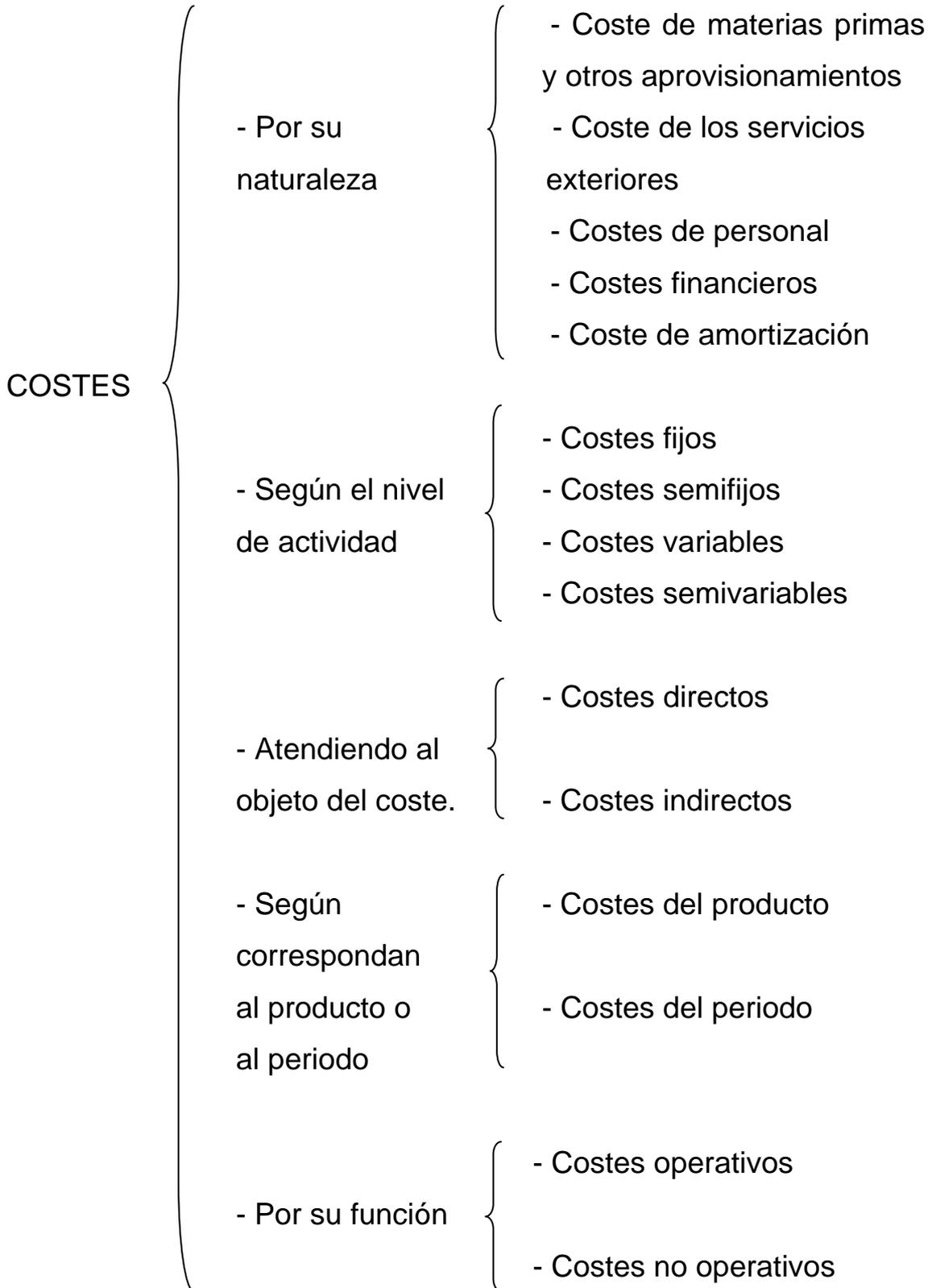
El coste es un indicador importantísimo para medir la eficiencia económica. Muestra si se está produciendo con eficiencia y nos da una idea de cómo rentabilizar los recursos que se tienen.

Permite evaluar los resultados obtenidos durante el proceso de elaboración y así poder mejorar la productividad de los trabajos.

El coste es un elemento fundamental para el sistema de dirección económica, y nos proporciona una correcta dirección de la empresa y una buena planificación del país si conseguimos un alto grado de fiabilidad en su cálculo.

3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS COSTES

Los costes pueden ser clasificados desde muy diversas perspectivas, que variarán atendiendo al análisis concreto que en cada momento se pretenda realizar o a la aplicación que se quiera hacer de esa clasificación.





3.3.1. Clasificación de los costes por su naturaleza

Se pueden distinguir cinco tipos costes por su naturaleza:

- a) **Coste de materias primas y otros aprovisionamientos.** Son los costes de los insumos utilizados en los procesos productivos, como son la propia materia prima, los envases, los embalajes, los combustibles, etc.
- b) **Coste de los servicios exteriores.** Son los costes relacionados con los suministros (electricidad, agua, gas, etc.), alquileres, seguros y otros que nos facturan empresas externas.
- c) **Costes de personal.** Son los relacionados con el coste de la mano de obra, como salarios, seguros sociales, dietas, etc.
- d) **Costes financieros.** Derivan del pago de interés y comisiones por préstamos, créditos, descuento de efectos, etc.
- e) **Coste de amortización.** Derivan de la depreciación de un bien en un determinado periodo de tiempo.

3.3.2. Clasificación de los costes según el nivel de actividad

Se entiende como nivel de actividad el nivel de producción (en caso de producir un bien) o el nivel de ventas (en el caso de una empresa comercial) según el caso.

Según este criterio, los costes se dividen en:

- a) Costes fijos.
- b) Costes semifijos.
- c) Costes variables.
- d) Costes semivariantes.

a) Costes fijos:

Son los que no dependen del volumen de actividad y se mantienen invariables independientemente del número de unidades que se produzcan. Para un asesor, el sueldo de su personal de plantilla o el alquiler de su oficina constituyen costes fijos. En un período considerado, tenga o no clientes, deberá pagar el alquiler y el salario de sus empleados.

Por lo general, los costes permanecen constantes dentro de un rango relevante de actividad.

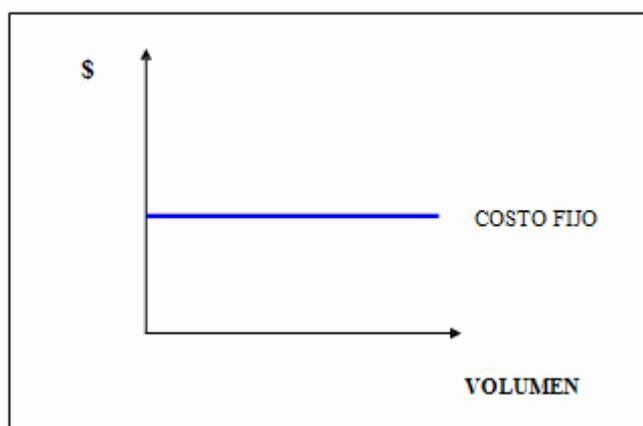


Figura 2. Representación de los costes fijos



- *Coste fijo unitario*: es el coste fijo total dividido por la cantidad de productos fabricados o servicios brindados.

Un coste fijo unitario decrece al incrementar la actividad. A medida que se produce más, el coste fijo total se reparte entre más unidades de producción, con lo que el coste fijo unitario desciende.

Analíticamente el coste fijo unitario sería:

Coste fijo unitario = coste fijo total / n. ° de productos fabricados

- *Coste fijo total*: es la suma de todos los costes fijos de la empresa.

Tipología de costes fijos según el nivel de actividad:

Dentro de los costes fijos se distinguen, en función del nivel de actividad de la empresa, los siguientes tipos de costes:

- Costes de actividad: son los que se originan como consecuencia de la producción de bienes/ servicios. Por ejemplo: si la maquinaria está en funcionamiento para fabricar una unidad de materia prima, será necesario incurrir en una serie de costes fijos, como podría ser el de electricidad.
- Costes de inactividad o de estado de paro: son los que se originan en la empresa cuando esta no produce, como los alquileres, los intereses, los seguros etc.



- Costes de preparación de la producción: son los necesarios para que la empresa pueda producir su primera unidad de producto o iniciar su actividad.

b) Costes semifijos:

Son los que varían al pasar la producción de un determinado límite y se mantienen constantes hasta que la producción alcanza un nivel de producción determinado. Es decir, son aquellos costes que varían según aumenta la actividad pero de una forma escalonada. Se los denomina también variables a saltos.

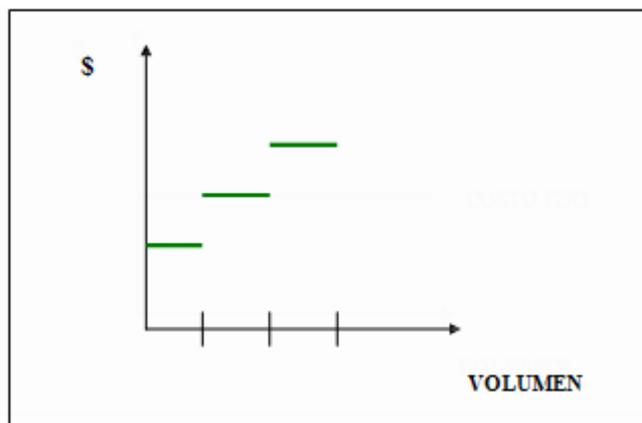


Figura 3. Representación de los costes semifijos

c) Costes variables:

Son los que varían en función del volumen de actividad. Se incrementan cuando crece el volumen de actividad y son inferiores cuando éste disminuye. Las materias primas, las comisiones por ventas, etc. son costes variables.

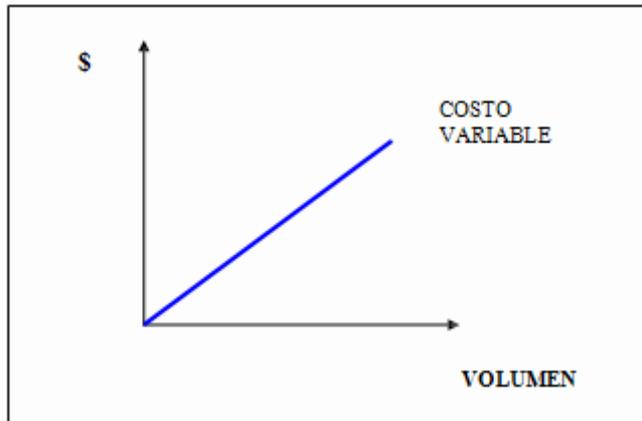


Figura 4. Representación de los costes variables

¿Qué implicaciones tiene para la gestión que un coste sea fijo o variable?

Desde el punto de vista financiero, el coste variable nos indica el desembolso que hay que realizar por producir una unidad adicional de un producto, mientras que el coste fijo implica no tener que realizar nuevos desembolsos para incrementar el volumen de actividad. Pero, a efectos de la gestión, un coste variable nos indica que hay que adaptar ese coste al volumen de actividad.

- *Coste variable unitario*: es el coste variable que se le imputa a cada unidad de producto. Comprende la unidad de cada materia prima o los materiales utilizados para fabricar una unidad de producto terminado, así como la unidad de mano de obra directa, la unidad de envases y embalajes, la unidad de comisión por ventas, etc.

Analíticamente:

$$\text{Coste variable unitario} = \text{coste variable total} / n.^\circ \text{ de productos}$$



Los costes variables unitarios permanecen constantes con el nivel de actividad. El coste total de las materias primas se incrementa con la actividad, pero las materias primas por unidad de producción cuestan básicamente lo mismo independientemente del nivel de actividad. Por ello, el coste variable unitario es constante en relación al volumen de actividad.

- *Coste variable total*: es el coste que resulta de multiplicar el coste variable unitario por la cantidad de productos fabricados o servicios vendidos en un período determinado, sea éste mensual, anual o de cualquier otra periodicidad.

Analíticamente:

Coste variable total = coste variable unitario x cantidad de productos o servicios producidos

Tipología de los costes variables según el nivel de producción:

Según su forma de variación respecto al nivel producción, los costes variables pueden dividirse en:

- Costes proporcionales: son los que varían de forma proporcional con el nivel de actividad, como puede ser el consumo de materias primas.
- Costes progresivos: a diferencia de los costes proporcionales, en los costes progresivos la variabilidad es más que



proporcional y su valor aumenta con el volumen de producción.

- Costes degresivos: son los que, ante un aumento en el nivel de actividad, provocan un incremento menos que proporcional en el nivel de costes.

d) Costes semivARIABLES:

Son los que están formados a la vez por una parte fija y otra variable. Como pueden ser las factura del teléfono o las comisiones percibidas por los vendedores.

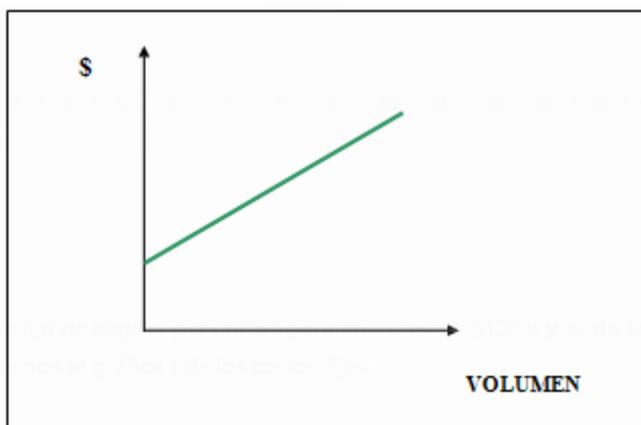


Figura 5. Representación de los costes semivariables

Arbitrariedad de los costes fijos y variables:

Los conceptos de fijo y variable no tienen carácter absoluto. La clasificación de un coste en uno u otro concepto depende del plazo contemplado en el análisis. A muy corto plazo todos los costes son fijos y a largo plazo casi todos pasan a ser variables. Y lo que es



más importante, a efectos de gestión debe asumirse, desde la gerencia, que la empresa debe conseguir que a largo plazo todos sus costes sean variables. De lo contrario, la empresa desaparecerá o, cuanto menos, sus costes de reconversión serán cuantiosos.

No siempre es fácil identificar un coste como fijo o variable. En muchas ocasiones se producen situaciones intermedias. El recibo de la electricidad es un ejemplo de coste que no es estrictamente variable. En él se incluyen dos componentes: una parte fija, formada por la cuota de instalación, y una parte variable, en función de los kilovatios consumidos. Es lo que se denomina un coste semivariable.

La diferencia entre costes fijos y variables no es siempre del todo clara, ya que existen algunos costes que, según la política del empresario, podrán ser clasificados como fijos o variables.

3.3.3. Clasificación de los costes atendiendo al objeto de coste

La empresa consume enormes cantidades de recursos con los que consigue múltiples objetivos. Se hace indispensable poder asignar los recursos consumidos a los productos realizados, las funciones desempeñadas, etc., ya que, de lo contrario, sería imposible conocer el coste de las realizaciones de la empresa. Por ello, al distinguir entre costes directos e indirectos, nuestro criterio de clasificación es la identificación o no de un coste con un objeto de coste que se toma como unidad de referencia.



a) Costes directos:

Son los que pueden identificarse de forma plena con la actividad que se está desarrollando. Su imputación se establece de un modo completamente objetivo.

b) Costes indirectos:

A diferencia de los anteriores, son de carácter subjetivo, es decir, se necesita algún tipo de criterio subjetivo para poder asignarlos.

Existe una gran arbitrariedad de los costes directos e indirectos. En algunos casos se puede convertir un coste indirecto en directo ya que ningún coste es por su naturaleza directo o indirecto. Será de uno u otro tipo en función del objeto de coste al que se refiera.

3.3.4. Clasificación de los costes según correspondan al producto o período

Se pueden dividir en:

a) Coste de producto: son los que pueden ser relacionados con la compra o producción de productos para su venta. Estos costes son inventariables hasta el momento de su venta.

b) Costes del período: a diferencia del caso anterior, no son inventariables porque se considera que se consumen en el propio período en el que se producen.

3.3.5. Clasificación de los costes por funciones

Se agrupan los costes por las distintas actividades que se produzcan en la empresa. En un primer momento, se pueden diferenciar los costes en dos áreas: una productiva y otra no productiva.

a) Costes operativos: son los costes dentro de las áreas productivas, pueden descomponerse a su vez en tres tipos de coste:

- Coste de materiales directos.
- Coste de la mano de obra directa.
- Costes indirectos de fabricación.

b) Los costes no operativos: son los que no están englobados en la fabricación, como pueden ser los gastos de administración, de mantenimiento, etc.

Estos costes no productivos pueden ser clasificados a su vez con el área con la que se relacionan (administración, financiación, distribución, etc.).

Se podrían hacer más clasificaciones: según el momento de cálculo, según el proceso productivo (costes de producción única, de producción conjunta o por procesos), costes evitables e inevitables, etc. Pero para la guía que se quiere realizar la clasificación que más interesa es la clasificación atendiendo al objeto de coste (la unidad de obra en nuestro caso), por ello, a



continuación se amplía el concepto de coste directo y coste indirecto.

3.4. Los costes directos y los costes indirectos dentro de la unidad de obra:

Estos costes son de gran utilidad pues proporcionan información para la toma de decisiones económicas. Los costes que intervienen en un proyecto de construcción denominados los costes directos, se refieren a los que están directamente involucrados en la ejecución de la obra, y los indirectos, se refieren a gastos no incluidos en el coste directo como son los gastos generales.

1 Los Costes Directos

Los costes directos son todos aquellos que pueden ser directamente atribuibles a la ejecución del proyecto tales como: materiales, mano de obra calificada y no calificada, herramientas, equipo y maquinaria. El análisis de estos costes se realizará para cada una de las partidas que conforman el proyecto, los mismos pueden tener diversos niveles de aproximación al coste real. Sin embargo, el efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud porque existirán diferencias entre los diversos estimados de costes de la misma partida. Ello debido a los diferentes criterios que se pueden asumir.



- El *coste directo de la mano de obra* para una partida se obtendrá de la relación entre el coste del “día – hombre” originado por la cuadrilla para una determinada partida; y el rendimiento de mano de obra se puede tomar de publicaciones locales por ejemplo de “rendimientos de mano de obra” o de datos tomados de trabajos anteriores. El rendimiento es la cantidad de trabajo (medido como m³, m², etc.) que se obtiene cuando un grupo de personas capacitadas (una cuadrilla) completa una jornada de trabajo (8 horas). Este parámetro es muy variable y depende de numerosos factores como la edad del personal, su capacidad física, la habilidad natural y su experiencia, la ubicación geográfica de la obra, etc. Hay rendimientos mínimos que se tienen como referencia. Sin embargo, los mejores valores son los que el mismo constructor puede obtener estudiando a su personal y llevando un registro según las características de cada trabajo.

- El *coste directo de los materiales* corresponde a la cantidad o insumo que se requiere por unidad de medida (m³, m², ml, etc.). Este aporte de materiales se expresa en unidades de comercialización, por ejemplo, bolsas para el cemento, metros cúbicos para la arena, metros cuadrados para los pisos, galón para el asfalto RC-250, etc.

Las cantidades con que cada uno de los materiales participa dentro del coste directo se puede determinar en base a registros directos de obra, de acuerdo a las especificaciones y del sistema constructivo seleccionado, lo cual proporciona un resultado muy cercano a la realidad. Sin embargo, se pueden estimar con datos



teóricos y añadirse una cantidad por concepto de desperdicios. Este desperdicio representa una cantidad adicional de material que debe conseguirse para completar el proyecto y suele medirse en porcentaje.

Los materiales que se usen serán permanentes y/o temporales. Los primeros son los que pasan a formar parte integrante de la obra y los temporales son los que no forman parte integrante de la obra y de los cuales se aprovechan uno o varios usos. La “unidad” de adquisición del material deberá corresponder al sistema usualmente empleado en los medios comerciales.

- El *coste directo de equipo* se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los trabajos conforme a lo estipulado en las especificaciones técnicas del proyecto así como en el contrato. Se compone de *gastos fijos*, por la adquisición y conservación del bien y *gastos variables*, por consumos para su utilización. Este coste directo se expresa como el cociente del coste directo por hora-máquina entre la producción horario de dicha máquina.

Al igual que la mano de obra, el equipo se mide en unidades de hora-máquina y requiere de los rendimientos para el cálculo del aporte unitario. Los rendimientos dependen de diversos factores como la capacidad del operador, la visibilidad en la zona de trabajo, el escenario de la zona de trabajo, la necesidad de maniobras, la pendiente del terreno, la altitud de la zona de trabajo, el tipo de material que se manipula, etc.



Para el cálculo de los rendimientos de los equipos existen formas recomendadas por los fabricantes que incluyen factores de corrección debido a los factores mencionados y una eficiencia por pérdidas de tiempo durante el trabajo. Sin embargo, al igual que en la mano de obra, los datos de rendimiento más confiables serán los que el mismo constructor pueda registrar en trabajos previos.

2 Los costes indirectos

Los costes indirectos son los que no pueden ser directamente atribuibles a la ejecución del proyecto. Básicamente son los gastos ocasionados por el funcionamiento de la empresa constructora; entre estos se encuentran los gastos administrativos, la dirección técnica de campo, gastos de papelería, mobiliario y otros.

Los costes indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una determinada partida sino al conjunto de la obra, se consideran a los gastos denominados generales, de la empresa y de la obra.

- *Los gastos generales de la empresa.*- Son gastos que no están relacionados con el tiempo de ejecución de la obra. Es un porcentaje del monto total del coste directo, estos son los *gastos de licitación y contratación* y los *gastos indirectos varios*. Los primeros se refieren a los gastos necesarios para la presentación de la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que, en general, son aplicables a la obra a contratarse propiamente dicha. Los gastos indirectos varios, se refieren a los gastos de toda índole que en general pueden considerarse como relativos a la



oficina principal o central, por ejemplo los gastos de licitaciones no otorgadas, los gastos legales y notariales o los seguros contra incendios, robos, etc.

- *Los gastos generales de la obra.*- Son gastos que están relacionados con el tiempo de ejecución de la obra. Es un porcentaje del monto total del coste directo, estos son los gastos administrativos en obra, de oficina y los financieros.

Los *gastos administrativos en obra* son por ejemplo: los sueldos, las bonificaciones, los beneficios sociales, el seguro de accidentes del personal técnico administrativo, la papelería, los útiles de escritorio, los derechos de ocupación de vía pública, coste de luz y teléfono, entre otros que se generan por causa de la ejecución del proyecto.

Los *gastos administrativos* son por ejemplo: las dietas de directorio, los sueldos, bonificaciones y beneficios sociales, el alquiler de locales, el alumbrado, agua y teléfono, los impresos, la papelería, los útiles de escritorio, las copias de documentos, los planos, los artículos de limpieza, inscripción y afiliación a instituciones, entre otros que no están relacionados a la obra es decir, se dan aún cuando no se ejecute la obra.

Y los *gastos financieros* se dan con el fin de poder cubrir los costes que una obra genera aún antes de haberse iniciado.

3.5. CÁLCULO DE COSTES

En el cálculo de costes existen gran variedad de formas de hacerlo, y en realidad ninguna es exacta ni se puede considerar la correcta o incorrecta. Todo depende de qué tipo de costes se quieran calcular y para qué, es decir, no se calculan igual los costes globales de la empresa del último año para hacer balance que si es necesario estimar los costes de un producto para así determinar cuál será el precio de venta que hay que marcar.

Cada empresa va adoptando el método que mejor le conviene y va utilizando distintas formas de calcular costes en cada momento dependiendo también del tipo de empresa que sea y de cuál sea su producto o servicio.

3.5.1. Atendiendo al cálculo dentro de la contabilidad de costes:

Para el cálculo de costes de los productos en cada una de las etapas de la operación, en especial en lo relativo al proceso productivo se pueden encontrar los siguientes sistemas de costes:

- **Costes por ordenes de fabricación:**

También se conocen como ordenes específicas y se refieren a los materiales, la mano de obra y la carga fabril necesarios para completar una orden o lote específicos de productos terminados. En esta clase de costes se ha de fabricar una cantidad definida en una orden de fabricación específica. Este coste es utilizado en las



industrias de la construcción, impresión, mobiliarios, maquinarias, fabricas de pinturas, al igual que es utilizado en organizaciones no industriales como las firmas de auditoría y consultarías, hospitales, casos de seguridad social y los proyectos de investigación.

- **Costes por procesos:**

Son usados por las empresas que elaboran sus productos sobre una base más o menos continua o regular e incluyen la producción de renglones tales como gas, electricidad, productos químicos, productos de petróleo, carbón, minerales, etc.

Si la empresa es de cierta magnitud y sobre todo cuando el proceso de fabricación requiere de varias operaciones distintas es aconsejable registrar y acumular los costes de fabricación por departamentos. De este modo la empresa puede no solamente costear cada orden de producción con mayor precisión, sino que también puede hacer responsables a los distintos departamentos de los costes en que incurran, lo que a su vez permite controlar los costes en empresas industriales pequeñas y de procesos manufactureros relativamente poco complicados se pueden considerar como un solo departamento de producción.

- **Costes directos o variables:**

Es el método de cálculo de costes directo que excluye los gastos indirectos de fabricación fijos, como por ejemplo la depreciación, alquileres, seguros, etc., para llegar al coste de producción, y solo



incluye los costes variables, es decir, materia prima, mano de obra directa y costes indirectos de fabricación variables. Los costes indirectos de fabricación fijos y los gastos operativos de administración y ventas (variables y fijos) deben llevarse al periodo enfrentándolos a los ingresos generados en el periodo. Es decir que en este método de coste variable, los costes fijos que no se incluyen como costes para producir inventario no se convierten en costes de producción, sino más bien se llevan a gastos en el período en que se incurren.

- **Costes por absorción:**

Es un método que acumula el coste de materia prima, mano de obra directa y gastos indirectos de fabricación tanto variables como fijos y los asignan a los productos terminados, para valorar el inventario de existencias.

Los fundamentos básicos de este método, son incluir dentro del coste del producto, todos los costes de la función productiva, independientemente de su comportamiento como fijos o variables para obtener primero la utilidad bruta y al restar los gastos operativos de administración y venta tanto fijos como variables llegar a la utilidad operativa.

- **Costes ABC:**

El ABC (siglas en inglés de "Activity Based Costing") se desarrolló como herramienta práctica para resolver un problema que se le



presenta a la mayoría de las empresas actuales. Los sistemas de contabilidad de costes tradicionales se desarrollaron principalmente para cumplir la función de valoración de inventarios (para satisfacer las normas de "objetividad, verificabilidad y materialidad"), para incidencias externas tales como acreedores e inversionistas.

El método ABC surgió de la necesidad de perfeccionar la distribución secundaria y aún la terciaria, apropiando los costes, a las que se denominaron operaciones o tareas.

Pueden existir tareas vinculadas con la actividad específica de servicios, tales como solicitudes de compras, la operatoria de adquisición de bienes y servicios para la producción y/o consumo, los controles para la recepción cuantitativa y cualitativa de los referidos bienes y servicios, la programación y el seguimiento de la producción, el control de calidad y el transporte interno hacia el depósito de productos terminados.

También tiene relación con las tareas auxiliares que hacen a la generación y la prestación de servicios, tanto propios como de terceros (mantenimiento preventivo, engrase, sustitución de piezas) que en la actualidad han pasado a tener importancia.

El coste unitario de cada actividad se obtiene dividiendo las atribuciones concentradas en cada centro de apoyo, entre el número de unidades físicas o técnicas atribuidas a cada actividad que las origina, dando lugar a una cuota.



Se debe buscar el “generador” de coste que se estime más apropiado para vincularlo con las actividades de cada departamento auxiliar en su relación con los departamentos productivos o con los productos o servicios comercializables.

En este sistema se asigna primero el coste a las actividades y luego a los productos. Para ello utiliza un número mucho mayor de cost-drivers que el coste basado en el volumen de un sistema convencional.

El procedimiento consiste en dos etapas. Primero cargar costes generales a pools (conjunto de costes generales para los cuales sus variaciones pueden explicarse mediante un único cost-drivers) de costes basados en la actividad y en segundo lugar utilizar una serie de ratios basados en los cost-drivers para imputar los costes de los pools a las líneas de productos.

3.5.2. Cálculo de costes dentro de las obras de construcción

Así bien si se analiza el cálculo de los costes en las obras de construcción y más concretamente en la estimación de costes dentro del proyecto de obra, no existe un único método, sino varios. Cada uno tiene sus propias aplicaciones y limitaciones, emplearemos uno u otro dependiendo de la fase en la que se encuentre el proyecto y de la estimación requerida.



En este ámbito en primer lugar se elaboran estimaciones conceptuales o preliminares preparadas inicialmente cuando se desarrolla el anteproyecto. Posteriormente, cuando el diseño está completo, se realizan las estimaciones detalladas que pronostican el coste del proyecto dentro de los límites permisibles de acuerdo con la información de los planos completos y de las especificaciones. Al terminar la obra se obtiene el coste final. De lo anterior, se observa que se tienen los siguientes tipos de estimaciones:

- estimación de orden de magnitud
- estimación conceptual o preliminar
- estimación detallada
- estimación definitiva

Los métodos más usados en las estimaciones son:

- Costes índice.
- Costes paramétricos
- Factor capacidad-coste
- Relación de componentes

- **Costes índice.**

Los costes índice se emplean para actualizar los costes de las obras cuando los precios han perdido su valor debido a factores



relacionados principalmente con la inflación, alguna veces estos índices también reflejan cambios en tecnología, métodos y productividad.

- **Costes paramétricos.**

El método de estimación preliminar de costes basado en costes paramétricos es el más empleado en todos los tipos de obra, incluso muchos analistas de costes lo reconocen como el único método de estimación de costes conceptuales. Al igual que otros métodos, se basa en buenos registros históricos de costes de proyectos terminados. Esencialmente, consiste en encontrar una variable que represente alguna característica cuantificable de un grupo de proyectos de construcción, por ejemplo: metros cuadrados de obra en casas, viviendas o edificios, kilómetros de carretera, de canales o de líneas de transmisión, número de habitaciones en un hotel, consultorios en clínicas, etc

La aproximación del coste paramétrico relaciona todos los costes de una obra con solo pocas medidas físicas o “parámetros” que reflejan el tamaño o alcance del proyecto. Por ejemplo para una bodega, algunos de los costes unitarios están expresados en términos del área bruta de piso incluyendo las instalaciones, otros están relacionados a parámetros tales como los metros cuadrados de muro interior. La estimación del coste paramétrico puede estar preparada mucho antes que los planos detallados estén completos.



Con esta aproximación y la experiencia del analista de costes con acceso a buenos registros puede prepararse rápidamente una estimación preliminar del presupuesto que ayudará en el control de costes en las primeras fases de un proyecto. En edificación se publican costes por metro cuadrado de diferentes tipos de obra, como: viviendas de interés social, medio y residencial, hoteles, hospitales, almacenes, etc. Algunas publicaciones han refinado el método de costes paramétricos en edificación considerando costes por metro cuadrado para cada una de las partes de la obra, esto es: la cimentación, la estructura, la albañilería, los acabados, cada una de las instalaciones, las fachadas y la transportación vertical. Este refinamiento permite comparar costes preliminares de obras semejantes en las que se analizan diferentes tipos de cimentación o de estructura.

La expresión para calcular el coste preliminar de las obras es la siguiente:

$$Cc = Cp \times P$$

Donde:

Cc = Coste de construcción

Cp = Coste paramétrico

P = Parámetro (Área, número, etc.)



- **Factor capacidad-coste.**

Los costes índice están enfocados a cambios de costes a través del tiempo, los factores de capacidad de coste se aplican a cambios de tamaño, alcance o capacidad de proyectos de tipos similares. Ellos reflejan la no linealidad entre el incremento de coste con el tamaño, como resultado de economías de escala. Este método es un caso especial del método de costes paramétricos, ya que se considera que el coste de las obras deja de ser lineal conforme la obra es más grande. En términos analíticos simples, el factor capacidad-coste es expresado por la siguiente ecuación exponencial:

$$C_2 = C_1 \times (Q_2/Q_1)^X$$

Donde:

C_2 = coste estimado del nuevo proyecto de capacidad Q_2

C_1 = coste conocido del proyecto actual de capacidad Q_1

X = es el factor capacidad-coste para un determinado tipo de trabajo.

Los exponentes representados por X son empíricamente derivados de registros históricos de diferentes tipos de proyectos. Las capacidades representadas por Q son algunos parámetros que



razonablemente reflejan el tamaño de diferentes tipos de obras, como el máximo de barriles producidos por día por una refinería o las toneladas de acero fabricadas por un día por un alto horno operando a capacidad. Los factores capacidad-coste han sido usados más ampliamente en el sector petroquímico de la industria de la construcción. Es típico usar $X = 0.6$ para aplicarlo en forma general a muchos tipos de plantas.

No existen registros aplicables para los distintos tipos de obra de edificación, sin embargo, factores de capacidad-coste de $X = 0.7$ suelen ser representativos de estos proyectos.

La fórmula analítica puede ser modificada de la siguiente manera:

$$C2 = C1 \times (I2/I1) \times (Q2/Q1)^X$$

El significado de cada una de las variables es el mismo que se ha definido en las expresiones anteriores

- **Relación de componentes.**

Los costes de construcción en proyectos de tipo industrial tienen asociados costes de embarque, instalación, montaje, abastecimiento y ajuste que usualmente se comportan como una proporción o factor del coste de adquisición del equipo o de los equipos más importantes que forman parte del proyecto. Esta característica ha permitido desarrollar el método de relación de



componentes para determinar de manera rápida el coste preliminar de proyectos industriales. El método se aplica en dos formas diferentes.

La primera emplea un factor de instalación del equipo que representa un porcentaje del valor del equipo como coste de instalación, montaje, accesorios y pruebas de arranque. El coste total será la suma del valor de adquisición del equipo más el coste de instalación determinado con el factor de instalación.

La segunda forma de cálculo se realiza mediante un factor del coste de componente en la que se incluye el propio valor del equipo con sus respectivos costes de instalación, montaje y pruebas.

Las tablas para aplicar el método de relación de componentes se construyen con una buena información histórica de muchos proyectos del mismo tipo de obra. Una vez que han sido definidos el tamaño y tipo de accesorios del equipo, el proyectista o el constructor están en posición de solicitar cotizaciones de las manufacturas de estos componentes y aplicar los factores para determinar los costes preliminares. Los tipos de equipos más representativos para manejar este método son: compresores, bombas, hornos, unidades de refrigeración, bandas transportadoras y generadores de turbina.

El empleo del factor de coste componente de equipo se ejemplifica para determinar el coste preliminar de una planta industrial que cuenta con varios equipos, la expresión es:

$$Cc = Ca \times Fcc$$

Donde:

Cc = Coste de construcción e instalación

Ca = Coste de adquisición del equipo

Fcc = Factor de coste componente del

La aplicación de este método en sus dos variantes supone que se tienen buenos registros históricos disponibles para desarrollar factores individuales para cada componente de equipo. Los resultados obtenidos dependen de la experiencia y buen de juicio del analista de costes, especialmente al utilizar los costes de fabricación de los equipos. El método de relación de componentes es poco aplicado en obras de edificación, los especialistas en instalaciones para edificios lo aplican en forma sistematizada cuando elaboran presupuestos mediante precios unitarios, pero no se han dado a la tarea de construir tablas con información histórica que permitan calcular con buen nivel de precisión costes.



4. DISTINTOS TIPOS DE ESTUDIOS DE COSTES

Se encuentran gran variedad de estudios enfocados al cálculo de costes. Cada uno de ellos destinado a una tarea, destacando las distintas técnicas que se conocen para la estimación de costes y los estudios dentro de la contabilidad general de la empresa para la gestión de la misma.

4.1. ESTIMACIÓN DE COSTES

- **Juicio de Expertos**

Numerosas variables, tales como las tarifas de trabajo, los costes de los materiales, la inflación, los factores de riesgo, entre otras, influyen en la estimación de costes. Guiado por la información histórica, el juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa sobre el ambiente y la información procedentes de proyectos similares anteriores. El juicio de expertos también puede utilizarse para determinar si es conveniente combinar métodos de estimación y cómo conciliar las diferencias entre ellos.

- **Estimación Análoga**

La estimación de costes por analogía utiliza los valores de parámetros como el alcance, el coste, el presupuesto y la duración, o medidas de escala tales como el tamaño, el peso y la complejidad de un proyecto anterior similar, como base para estimar el mismo parámetro o medida para un proyecto actual. Por lo general, la



estimación de costes por analogía es menos costosa y requiere menos tiempo que las otras técnicas, pero también es menos exacta. Puede aplicarse a todo un proyecto o a partes del mismo, y puede utilizarse en conjunto con otros métodos de estimación. La estimación análoga es más confiable cuando el proyecto anterior es similar, no sólo en apariencia sino en los hechos, y cuando los miembros del equipo del proyecto responsables de efectuar los estimados poseen la experiencia necesaria.

- **Estimación Paramétrica**

La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables (p.ej., pies cuadrados en la construcción) para calcular una estimación de parámetros de una actividad tales como coste, presupuesto y duración. Con esta técnica pueden lograrse niveles superiores de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo. La estimación paramétrica de costes puede aplicarse a todo un proyecto o a partes del mismo, en conjunto con otros métodos de estimación.

- **Estimación Ascendente**

La estimación ascendente es un método para estimar los componentes del trabajo. El coste de cada paquete de trabajo o de cada actividad se calcula con el mayor nivel de detalle. El coste detallado luego se resume o “acumula” en niveles superiores para fines de información y seguimiento. En general, la magnitud y



complejidad de la actividad o del paquete de trabajo individual influyen en el coste y la exactitud de la estimación ascendente de costes.

- **Estimación por Tres Valores**

La exactitud de las estimaciones de costes de una actividad única puede mejorarse tomando en consideración la incertidumbre y el riesgo. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de coste de una actividad:

- Más probable (cM). El coste de la actividad se basa en una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previsto.
- Optimista (cO). El coste de la actividad se basa en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- Pesimista (cP). El coste de la actividad se basa en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula un coste Esperado (CE) de la actividad utilizando un promedio ponderado de estas tres estimaciones: $cE = cO + 4cM + cP$

Las estimaciones de costes basadas en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango de incertidumbre de las estimaciones de costes.



- **Análisis de Reserva**

Las estimaciones de costes pueden incluir reservas para contingencias (llamadas a veces asignaciones para contingencias) para tener en cuenta la incertidumbre del coste. La reserva para contingencias puede ser un porcentaje del coste estimado, una cantidad fija, o puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos.

A medida que se dispone de información más precisa sobre el proyecto, la reserva para contingencias puede utilizarse, reducirse o eliminarse. Debe identificarse claramente esta contingencia en la documentación del cronograma. Las reservas para contingencias forman parte de los requisitos de financiamiento.

- **Coste de la Calidad**

Los supuestos relativos a los costes de la calidad pueden utilizarse para preparar la estimación de costes de las actividades.

- **Software de estimación de costes para la dirección de proyectos**

Las aplicaciones de software de estimación de costes, las hojas de cálculo computarizadas, y las herramientas de simulación y estadísticas son cada vez más utilizadas para asistir en el proceso de estimación de costes. Estas herramientas pueden simplificar el uso de algunas de las técnicas de estimación de costes y, de esta manera, facilitar la consideración rápida de las alternativas para la estimación de costes.



- **Análisis de Propuestas para Licitaciones**

Los métodos de estimación de costes pueden incluir el análisis de cuánto debe costar el proyecto, con base en las propuestas de vendedores calificados. En los casos en los que los proyectos se otorgan mediante procesos competitivos, se puede solicitar al equipo del proyecto un trabajo adicional de estimación de costes para examinar el precio de los entregables individuales y obtener un coste que sustente el coste total final del proyecto.

4.2. ESTUDIO DE LOS COSTES DENTRO DE LA CONTABILIDAD

Para el desarrollo de la gestión de la empresa y el control de costes de sus materiales se ha realizado diversos estudios, entre los que cabe destacar los distintos modelos que nos encontramos en el libro “Contabilidad de costes”, escrito por Alfredo Rocafort Nicolau y Vicente Pedro Ferrer Grau.

Para entender las siguientes doctrinas primero es necesario la definición de algunos conceptos:

- Factores: son los inputs necesarios en el proceso de transformación para la obtención del output. De forma genérica y operativa, los factores de producción son la materia prima, la mano de obra directa y los gastos generales de fabricación.
- Secciones: son la agrupación de medios materiales y personales que concurren al mismo objetivo, están sometidas



a supervisión de un responsable y su actividad es susceptible de ser medida en unidades físicas. Las secciones representan la división real de la empresa y por ende su organigrama. Ejemplos clásicos de secciones industriales son: fundido, torneado, pintura, corte y cualquier función de la cadena de producción.

- **Los modelos inorgánicos y orgánicos:**

Los modelos inorgánicos son aquellos modelos que no tienen en cuenta la estructura organizativa de la empresa, de forma que no diferencian entre fases de fabricación ni entre departamentos. De esta manera, el coste del producto se configura directamente con los factores que han intervenido: materiales, mano de obra, otros.

Fases del método de cálculo:

A Delimitación del coste de los factores Clasificación

B Cálculo del coste de los productos Imputación

C Ventas y cálculos de Márgenes

Los modelos orgánicos son aquellos que intentan reflejar la organización interna de la empresa, formándose el coste del producto por la integración del coste de las secciones.

Fases del método de cálculo:

A Delimitación del coste de los factores Clasificación

B Determinación del coste de los centros Localización

C Cálculo del coste de los productos Imputación



D Ventas y cálculo de márgenes

La principal diferencia existente entre los modelos inorgánicos y los modelos orgánicos es la información que suministran, bien esté enfocada a ilustrar el coste de los factores o bien el coste de las secciones.

Como criterio general, las empresas que se estructuran con más factores que secciones y con pocos productos son aptas para aplicar modelos de costes inorgánicos, y las empresas con procesos complejos o líneas de producción diversificadas lo son para modelos orgánicos.

Como Modelos de costes orgánicos están el modelo francés y el modelo alemán:

A mediados del siglo veinte aparecen en el continente europeo dos corrientes de pensamiento que interpretan de forma sustancialmente distinta el aumento del protagonismo de las secciones en los procesos productivos y su correspondiente repercusión en el cálculo de costes. Las dos propuestas son el modelo francés y el modelo alemán.

a) El modelo francés o de las secciones homogéneas:

La idea principal es localizar los costes directos y semidirectos en las secciones por las cuales pasan, dando lugar a las sucesivas fases de clasificación, localización e imputación.



b) El modelo alemán o de las secciones orgánicas:

La propuesta alemana aparece como una versión purista de los modelos orgánicos, pudiendo resumirse esta concepción en el otorgamiento de la máxima prioridad a la sección, por lo que todos los factores deben pasar por las secciones.

Comparación entre modelos:

La principal semejanza entre modelos es que ambos otorgan una importancia central a la sección en el cálculo de costes. Pese a esta similitud en el enfoque del cálculo del coste, el modelo francés resulta ser más avanzado que el alemán en lo que hace referencia a la unidad de obra, puesto que el modelo alemán sólo tiene en cuenta la unidad de medida temporal.

A su vez, el modelo alemán centra su atención en el plan del período, hecho que se mantiene en un plano secundario en el modelo francés.

- **Modelo de costes anglosajones: process costing y job-order costing:**

Los modelos anglosajones no son propuestas de modelos universales, sino que representan un abanico de posibilidades que abarca tanto a las empresas dedicadas a la fabricación de productos en serie (process costing), como a las empresas que fabrican productos únicos (job-order costing).

a) Costes por procesos o process costing:



Este modelo es prácticamente equivalente al modelo alemán o de las secciones orgánicas. Pero el acento se sitúa en los procesos, en lugar de las secciones.

El process costing consiste en determinar el coste del producto mediante la determinación y agregación del coste de los procesos que son necesarios para la elaboración del producto. Este enfoque supone diversos problemas, clásicos de la contabilidad de costes:

- La elección de la unidad de obra y el criterio de reparto.
- El coste de las secciones auxiliares.
- El coste de la producción conjunta.
- El coste de la producción en curso.

Este modelo se aplica en empresas donde prime la producción en masa, homogénea

y generalmente almacenable. Tal es el caso de fundiciones, industrias químicas o industrias de plásticos.

b) Costes por pedidos o job-order costing:

Este modelo es de aplicación en empresas que realizan productos únicos e irrepetibles con estructuras de costes perfectamente identificables. Más que una posición doctrinal es una interpretación pragmática de la utilidad de la información de los costes.

Esta propuesta está a medio camino entre el modelo francés y los modelos inorgánicos, puesto que si bien tiene por objetivo principal informar del coste de los factores, no descarta la posibilidad de informar sobre el coste de alguna sección, pero de una forma eminentemente secundaria.



Bajo este modelo, el coste del producto se forma mediante la asignación de la materia prima, la mano de obra directa y una asignación razonable de los gastos generales de fabricación. Debido a ello, es aplicable al sector de la construcción, fábricas de muebles, consultorías, talleres de reparación y, en general, a producciones que obedecen a especificaciones individuales, generalmente sin almacenaje de producto terminado.



5. JUSTIFICACIÓN DEL MANUAL

Se ha visto que el tema del cálculo de costes es complejo, amplio y diverso. Como se ha mencionado hay gran variedad de métodos y técnicas para calcularlos.

Para la gestión de los costes en construcción existen gran variedad de bases de datos y manuales donde te proporcionan costes unitarios de maquinas, mano de obra, materiales, etc. Y otros datos. Por mencionar algunos de ellos:

- Generador de precios de la construcción. España. CYPE Ingenieros, S.A.
- Base de precios de la construcción de la Comunidad de Madrid.
- Base de datos del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cantabria.
- Base de Precios de Construcción Construbit.
- Manual de costes de maquinaria del Seopan.
- Manual de rendimientos de maquinaria Caterpillar.

Incluso se pueden utilizar programas informáticos que ayudan al cálculo de costes. Los programas más utilizados son el Microsoft Project y el Presto.



-
- Presto es un programa de gestión de costes para edificación y obra civil. Realiza presupuestos para proyectos de construcción.
 - Microsoft Project (o MSP) es un software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para la gestión de de los costes.

Todas estas herramientas ayudan al cómputo de costes, pero si se quiere tener un conocimiento y un cálculo lo más acertado posible hay que tener en cuenta todos esos factores que nos encontramos.

Cada unidad de obra tiene sus características y todas ellas influyen de forma importante en los costes. No es lo mismo trabajar en una zona humedad y con un clima lluvioso, que en una zona cálida y seca, no es lo mismo contar con un maquinista inexperto que con otro que maneje la maquina con más pericia, no es lo mismo que a la hora de organizar los trabajos se pueda contar con la maquinaria más adecuada para el trabajo o haya que utilizar otra maquinaria menos apropiada pero que esté disponible, etc.

Esta guía trata precisamente de determinar cuáles son exactamente los costes que intervienen en la unidad de obra y cuáles son los factores que influyen, para poder aplicar esos conocimientos y poder así afinar en el cálculo de costes.



6. DESARROLLO DEL MANUAL

Después del análisis realizado sobre los costes, la guía para su cálculo se centrará en los costes directos e indirectos que se generan en una determinada unidad de obra, dentro del ámbito de la construcción.

6.1. COSTES DIRECTOS:

Para calcular los costes directos se dividen en:

- Costes de Mano de obra
- Costes de Maquinaria
- Costes de Materiales
- Costes Operaciones

6.1.1. MANO DE OBRA

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de calcular el coste es la mano de obra directa, es decir, el coste que generan los trabajadores que influyen directamente en el trabajo a realizar en la obra.

Tradicionalmente en la construcción se ha contratado la mano de obra directamente, mediante un contrato entre empresario y trabajador. Sin embargo, cada vez es más frecuente la subcontratación.



6.1.1.1. Contratación directa

Para el primer caso los gastos de mano de obra, según el convenio de la construcción, se pueden dividir en:

1. Percepciones económicas salariales:

a) Salario base es aquélla parte de la retribución que se fija atendiendo exclusivamente a la unidad de tiempo con el rendimiento normal y exigible.

b) Complementos salariales o cantidades que, en su caso, deban adicionarse al salario base, atendiendo a las siguientes circunstancias distintas de la unidad de tiempo:

- Personales, tales como antigüedad consolidada, en su caso, y el complemento de discapacidad.

- De puesto de trabajo, tales como las derivadas de trabajo nocturno o excepcionalmente tóxico, penoso o peligroso.

- De calidad o cantidad de trabajo, tales como primas, incentivos, destajos, pluses de actividad o asistencia u horas extraordinarias.

- Las cantidades que las empresas abonen libre y voluntariamente a sus trabajadores.

- Las pagas extraordinarias y la retribución de vacaciones.



2. Percepciones económicas no salariales:

a) Las prestaciones e indemnizaciones de la seguridad social y sus complementos.

b) Las indemnizaciones o suplidos por gastos que hubieran de ser realizados por el trabajador como consecuencia de su actividad laboral, tales como herramientas y ropa de trabajo, así como las cantidades que se abonen en concepto de dietas, gastos de viaje o locomoción, pluses extrasalariales, y aquellas diferencias de alquiler o coste de vivienda que viniera percibiendo el trabajador.

c) Las indemnizaciones por ceses, movilidad geográfica, suspensiones, extinciones, resoluciones de contrato o despido y accidente de trabajo y enfermedad profesional.

Con todo ello se tiene que el coste de la mano de obra vendrá dado por la ecuación:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.



D = retribuciones sociales, en €/h

El cálculo de A será la suma de:

- Salario base.
- Plus Convenio
- Vacaciones
- Paga de verano y de navidad
- Antigüedad
- Plus de peligrosidad

Todas ellas vienen dadas por los Convenios Colectivos del Sector de la Construcción que existen en cada provincia.

Por ejemplo en Cantabria se tiene el Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.



Tabla 1 DATOS SALARIALES DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P.Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado,J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Tabla 2 DATOS SALARIALES DE HORAS EXTRAS

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|----------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |



Para la antigüedad sólo se considera para las categorías superiores (Niveles VI, VII y VIII) debido a que se suele tratar de trabajadores fijos en plantilla. Las categorías inferiores suelen ser oriundas de la zona con contratos de obra, por lo tanto, sin ningún abono de antigüedad. Para las anteriores categorías se puede considerar una antigüedad del 5% sobre la base indicada en el Convenio para cada una de ellas.

Para el Plus de peligrosidad se considera un incremento del 10% sobre el salario base para las categorías inferiores para tener en cuenta la peligrosidad de ciertos trabajos realizados.

Para el cálculo de B se tiene:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

En este caso también se pueden utilizar los convenios colectivos

Tabla 3 COMPLEMENTOS NO SALARIALES

| DESGASTE DE HERRAMIENTA | |
|----------------------------------|---------|
| NIVELES | IMPORTE |
| ALBAÑILES Oficiales de 1º y 2º | 2,12 |
| ALBAÑILES Ayudantes | 1,91 |
| CARPINTEROS Oficiales de 1º y 2º | 3,44 |
| CARPINTEROS Ayudantes | 2,60 |
| ENCOFRADORES Oficiales 1º y 2º | 2,60 |
| ESCAYOLISTAS | 1,91 |
| ESCAYOLISTAS Ayudantes | 1,31 |
| MARMOLISTAS | 2,12 |

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |



Tabla 4 DATOS SALARIALES DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

Retribución diaria

| | |
|--------------------|--|
| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X Ayte. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:



Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

6.1.1.2. Contrato de subcontratación

Se trata de una relación mercantil, el coste que genera este tipo de mano de obra vendrá marcada por el precio regulado mediante estipulaciones recogidas en un contrato por prestación de servicios donde el receptor del pago será el subcontratista que deberá soportar los efectos económicos de la contratación laboral del trabajador.



6.1.2. MAQUINARIA

En el empleo de maquinaria en una obra se deberá buscar su utilización óptima, a fin de no desperdiciar los recursos. Por ello se tratará de encontrar la mejor relación entre rendimiento y gastos, es decir, el coste más bajo posible por unidad de material movido.

Para ello es imprescindible conocer coste horario de la maquina y su producción:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$

Siendo las unidades más usadas:

Coste de producción: €/unids. Obra

Coste horario: €/hora

Producción: unids. Obra/ hora

Y atendiendo al movimiento de tierras lo más usual es:

Siendo las unidades más usadas:

Coste de producción: €/t ó m³

Coste horario: €/hora

Producción: t ó m³/ hora

Refiriéndose la unidad de obra a material en perfil de carretera, cuando se da en volumen.



Pueden evaluarse los resultados con los oportunos factores, si bien con la precaución de no aplicar más de una vez el factor correspondiente a un obstáculo.

6.1.2.1. Coste horario

El coste horario de funcionamiento de una máquina se puede expresar como la suma de los siguientes conceptos:

- Amortización
- Repuestos y reparaciones
- Consumos
- Maquinista

Para calcularlos se va a tomar datos y conceptos de dos fuentes, el Seopan y Caterpillar.

(El Seopan, en España, es la Asociación de Empresas Constructoras de ámbito Nacional).

El Seopan :

- Calcula el coste de todo tipo de máquina empleada en la Construcción.
- Sus máquinas no tienen Marca; por ejemplo un grupo electrógeno de 101 a 300 kVA, una excavadora hidráulica sobre cadenas de 30 a 60 t de masa o una draga de succión en marcha.

Caterpillar , en su manual de rendimiento,

- Habla de sus máquinas de Movimiento de tierras.
- Nos proporciona datos de las máquinas Cat para que el usuario pueda calcular un coste horario de funcionamiento.



-
- Habla de dólares pero sólo al referirse al coste horario por reparaciones.
 - Sus máquinas sí tienen marca, la marca Cat, evidentemente; es un tractor de cadenas D10R, una excavadora 320C o un camión articulado D25D.

a) Amortización

Es el cociente entre el valor de compra de la máquina (V_c) y el número de horas de funcionamiento económico de dicha máquina (H). También se designa a V_c como valor de reposición y a H como horas de vida u horas útiles.

Llamando A_h a la amortización horaria:

$$A_h = \frac{V_c}{H}$$

A_h = Amortización por hora trabajada

V_c = Valor de compra

H = Horas de vida

Los valores de compra, V_c , se pueden sacar de distintos orígenes: Ofertas para Estudios de Obra, Revistas especializadas, Extrapolaciones en función de los kW o del peso, etc.

H , horas de vida, es un valor estadístico y distinto para cada tipo de maquinaria (Suele ser mayor cuanto mayor es la máquina; una



excavadora de 100 T tendrá posiblemente una vida más larga que una de 25T).

b) Repuestos y reparaciones

Dos de los sistemas que se pueden utilizar para estimar el coste de una máquina en repuestos y reparaciones es el del Seopan y el de Caterpillar, en este caso el del Seopan es más sencillo.

El Seopan, en España, designa al concepto de repuestos y reparaciones por M + C y lo define como el conjunto de gastos, en % de Vc, debido a reparaciones generales y conservación ordinaria de la máquina durante todo el período de su vida útil.

Se incluyen pues en este concepto tanto las piezas a reponer por averías o desgaste, ruedas o neumáticos incluidos, como la mano de obra correspondiente.

A cada máquina, o conjunto de máquinas, el Seopan asigna el M + C correspondiente, expresado en % de Vc (Vc es el valor de compra de la máquina).

c) Consumos

Los consumos horarios de combustible o energía eléctrica, de aceites, de filtros y de grasas son datos que los fabricantes de maquinaria normalmente proporcionan.

Para los casos en los que no se dispone de estos datos, se pueden aplicar los siguientes (basados en los que da en España el Seopan):

- Consumos Principales



| | |
|--|---|
| Gasóleo..... | 0,15 - 0,20 Litros por kW y hora |
| Gasolina..... | 0,30 - 0,40 Litros por kW y hora |
| Energía eléctrica..... | 0,60 - 0,70 kWh por kW instalado y hora |
| - Consumos Secundarios (Aceites, filtros y grasas) | |
| En motores de gasóleo..... | 15% |
| En motores de gasolina..... | 8% |
| En motores eléctricos..... | 5% |

Con lo que los costes de los consumos secundarios se calculan como porcentaje del coste del consumo principal correspondiente. Estos % incluyen tanto la M.O. para el mantenimiento ordinario (engrasas, cambios de aceite, etc), como los aceites y grasas propiamente dichos.

Por otro lado, Caterpillar considera que el consumo real de combustible se debe medir en el campo. Pero si no hay oportunidad de hacerlo ayuda a estimarlo sabiendo el empleo que se dará a la maquina. La clase de trabajo determina lo que Caterpillar llama el factor de carga del motor y esto influye, a su vez, en el consumo de combustible.

Así se explica en su manual que un motor que produce continuamente la potencia nominal plena se opera a un factor de carga de 1,0. Las máquinas para movimiento de tierras alcanzan intermitentemente un factor de carga de 1,0, pero con poca frecuencia operan a este nivel durante periodos prolongados. Los periodos de marcha de velocidad en vacío, el empuje con la hoja, el



recorrido en retroceso del empujador, el movimiento de máquinas vacías, las maniobras precisas con aceleración parcial y el trabajo cuesta abajo son ejemplos de operaciones que reducen el factor de carga.

Con las tablas que Caterpillar proporciona se puede obtener los valores estimados de consumo de combustible por hora para las distintas máquinas e incluye también guías de aplicación para poder estimar el factor de carga

Para estimar el costo por hora de combustible, hay que seleccionar el factor de carga en base a la aplicación y encontrar el consumo por hora.

Después se usa la fórmula siguiente:

$$\text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible} = \text{Coste de Combustible por Hora.}$$

Caterpillar avisa también que al utilizar estas tablas, hay que tener en cuenta las distintas variables que puedan afectar el consumo de combustible. Dos operadores distintos, con actitudes o temperamentos diferentes, manejando máquinas idénticas uno al lado del otro y en el mismo material, pueden tener una diferencia del 10 al 12% en el consumo de combustible. Sin embargo, las gamas que se indican son promedios aplicables a una amplia variedad de condiciones.



d) Maquinista

Las máquinas están manejadas generalmente por una sola persona.

Hay máquinas complejas que requieren todo un equipo de personal para su funcionamiento, por ejemplo una planta de áridos.

Hay que hacer notar que el nº de horas trabajadas por el maquinista (nº de horas a abonarle) suele ser superior al de horas de trabajo de la máquina.

Por esto es frecuente ver en el coste horario de una máquina 1,10 h de maquinista, por ejemplo.

Esta diferencia entre horas de maquinista y horas de máquina puede ser debida a dos motivos:

1. El maquinista llega a la obra antes del comienzo del turno de trabajo para poner a punto su máquina y que ésta "no pierda tiempo".
2. La máquina tiene un trabajo intermitente (caso muy típico en obras de túneles).

6.1.2.2.La producción

La Producción de una maquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, generalmente una hora:

$$\text{Producción} = \text{Unids. trabajo} / \text{hora}$$

Las unidades de trabajo o de obra más comúnmente empleadas en un movimiento de tierra son el m³ o la T, pero en otras actividades de la construcción se usan otras más adecuadas, como el metro



lineal en la construcción de zanjas o de pilotes o el m² en las pantallas de hormigón. La unidad de tiempo más empleada es la hora, aunque a veces la producción se expresa por día.

Factores

Esta cifra no es una constante del modelo de máquina, sino que depende de una serie de factores particulares de cada aplicación:

a) Eficiencia horaria.

Se denomina Producción óptima o de punta (Peak) P_{op} a la mejor producción alcanzable trabajando los 60' de cada hora.

En la práctica se trabaja solo 45' o 50' a la hora por lo que la producción normal P_n será:

$$P_n = 50/60 \times P_{op} = fh \times P_{op}$$

En lo sucesivo P se referirá siempre a la Producción normal P_n .

La relación fh entre los minutos trabajados y los 60' de una hora es lo que se denomina eficiencia horaria, tiempo productivo o factor operacional (operating factor). Los factores de los que depende la producción determinan la eficiencia horaria, como muestra la siguiente tabla 5.



Tabla 5 Factores de eficiencia

| CONDICIONES DE TRABAJO | ORGANIZACIÓN DE LA OBRA | | |
|------------------------|-------------------------|----------|------|
| | Buena | Promedio | Mala |
| Buenas | 0,90 | 0,75 | 0,60 |
| Promedio | 0,8 | 0,65 | 0,50 |
| Malas | 0,70 | 0,60 | 0,45 |

Si se consideran incentivos a la producción, sobre todo con buenos factores de organización, estos coeficientes se verán incrementados, pero en cualquier caso será difícil que alcancen valores superiores a 0,90.

Por otro lado, en condiciones adversas de trabajo y organización, el tiempo real puede llegar solamente a ser el 50% del tiempo disponible.

Naturalmente una máquina no trabaja solo una hora sino varias al día durante el periodo que dure la obra, que puede ser de muchos meses. Esto hay que tenerlo presente al calcular la eficiencia



media, y que las condiciones y la organización pueden ir cambiando con el transcurso de la obra.

También es necesario tener en cuenta las pérdidas de tiempo que se ocasionan, ya que el tiempo de trabajo continuo anual de una maquina (sin traslados ni esperas) sería de:

$$52 \text{ (semanas/año)} \times 40 \text{ (h/semana)} - 8 \text{ fiestas oficiales} \times 8 \text{ (h/día)} = 2.016 \text{ h}$$

y en la práctica es difícil superar las 1.600 horas, principalmente debido a:

- Averías de la maquina.
 - Mantenimiento o conservación cada cierto número de horas de trabajo, aunque no se incluirán en las perdidas por realizarse normalmente en horas no laborables para la maquina durante las de espera.
 - Condiciones atmosféricas locales, que además de afectar a la producción de la maquina entorpecen la marcha general de la obra.
- La tabla 6 expone algunos de los conceptos más comunes y ejemplos de sus valores en condiciones medias, expresado como porcentaje. No es normal que se den todos simultáneamente.

Tabla 6 Perdidas de tiempo

| | |
|------------------------|-----|
| METEOROLOGÍA | 9% |
| MANIOBRAS | 8% |
| ESPERAS | 11% |
| AVERÍAS MECÁNICAS | 6% |
| HABILIDAD DEL OPERADOR | 15% |
| TOTAL MÁXIMO | 60% |

Se llama disponibilidad de una maquina (availability) a:

$$\text{Disponibilidad} = \text{horas de trabajo} / (\text{horas de trabajo} + \text{horas de reparaciones})$$

Es conveniente antes de comenzar la obra hacer un estudio de las posibles condiciones climatológicas que se puedan presentar durante su desarrollo.

El tema de averías de la maquina puede llegar a ser importante y para disminuirlo hay que prestar atención a:

- Fiabilidad de la maquina.
- Rapidez en los repuestos y atención del suministrador.



-
- Cuidados y mantenimientos a cargo del propietario.
 - Habilidad del operador.
 - Dureza del trabajo (material, accesos).

Todo lo anterior lleva en determinados casos a la compra de maquinaria nueva para una obra, o a la adquisición de unidades de repuesto si se emplean muchas iguales, con objeto de asegurar la continuidad de la misma y no interrumpir otras unidades de obra.

b) Condiciones de trabajo de la obra en cuestión:

b.1.- Naturaleza, disposición y grado de humedad del terreno.

Los materiales en estado seco tienen un volumen aparente que es el que ocupa la capacidad de la maquina, pero en estado húmedo presentan una adherencia que hace aumentar la capacidad. Si la humedad es excesiva, entonces no aumenta.

En el caso de margas y arcillas húmedas el rendimiento de excavación puede bajar considerablemente por adherirse el material a las paredes.

b.2.- Accesos (pendiente, estado del firme).

Repercusión de los accesos en el coste final de una obra. Tiene gran importancia el trazado y conservación de las pistas y caminos interiores de la obra, porque repercuten:

- en la potencia necesaria de los vehículos y por consiguiente, en el consumo de combustible.
- en el tiempo de transporte, al conseguirse menores velocidades si están en mal estado.



- en la capacidad de transporte al ser mayores las cargas si están bien conservadas.
- en la propia logística, si se producen averías y no hay zona de estacionamiento.

Una falsa economía inicial o de proyecto puede ocasionar llevar mayor repercusión a lo largo de la obra, incluso en el plazo de ejecución si hay que variar el trazado de las pistas durante la obra.

b.3.- Climatología (visibilidad, pluviometría, heladas)

La climatología no solo afecta a las interrupciones de trabajo sino al estado del firme pues el barro y la humedad reducen la tracción de las maquinas (traficabilidad).

Cuando la temperatura es inferior a 20C en la sombra, deben suspenderse los trabajos de relleno.

b.4.- Altitud, que puede reducir la potencia de las maquinas.

c) Organización de la obra:

c.1.- Planificación: Afecta a la producción de la maquina: esperas, maniobras,...

Hay que cuidar el orden de los trabajos para reducir al mínimo el número de maquinas necesarias y evitar embotellamientos y retrasos.

c.2.- Incentivos a la producción.

d) Habilidad y experiencia del operador.

Estos factores no son de aplicación total y cada uno deberá emplearse solo cuando lo requieran las circunstancias.



Ciclo de trabajo

Se denomina Ciclo de Trabajo a la serie de operaciones que se repiten una y otra vez para llevar a cabo dicho trabajo. Tiempo del Ciclo será el invertido en realizar toda la serie hasta volver a la posición inicial del ciclo.

Por ejemplo, en las maquinas de movimiento de tierras el tiempo de un ciclo de trabajo es el tiempo total invertido por una maquina en cargar, trasladarse y/o girar, descargar y volver a la posición inicial.

La suma de los tiempos empleados en cada una de estas operaciones por separado determina el tiempo del ciclo.

El tiempo de un ciclo puede descomponerse en fijo y variable. El primero (fijo para caso) es el invertido en cargar, descargar, girar y acelerar o frenar para conseguir las velocidades requeridas en cada viaje, que es relativamente constante. El segundo es el transcurrido en el acarreo y depende de la distancia, la pendiente, etc. Es importante considerar separadamente la ida y la vuelta, debido al efecto del peso de la carga (vacío a la vuelta) y la pendiente, positiva en un caso y negativa en el otro.

Para un resultado más preciso de la duración de un ciclo suele tomarse un valor medio, obtenido de la medición de un gran número de ciclos, mientras que un número insuficiente puede llevar a resultados erróneos, debido al cambio en las condiciones externas (material, climatología,...) hacerse exhaustivamente mediante la suma de varios factores.



Cálculo de la producción

Una vez calculada la duración del ciclo de trabajo, estimado el número de ciclos que la máquina realiza en una hora (60/durac. en minutos) y conociendo la capacidad de la máquina (volumen de carga, ...) es inmediato el cálculo de la producción:

$$Q = q \times N = q \times \frac{60 \times E}{Cm}$$

Donde:

Q = producción horaria (m³/h)

q = producción (m³) por ciclo, de suelo suelto excavado (esto se determina mediante la capacidad de la máquina)

N = número de ciclos por hora

E = rendimiento (tabla 7)

Cm = duración del ciclo (en minutos)



Tabla 7 Rendimientos

| Condiciones de trabajo | Mantenimiento de la máquina | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------|--------|---------|------|
| | Excelente | Buena | Normal | Regular | Mala |
| Excelente | 0,83 | 0,81 | 0,76 | 0,70 | 0,63 |
| Buena | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,65 | 0,60 |
| Normal | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,60 | 0,54 |
| Regular | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 0,45 |
| Mala | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,42 | 0,32 |

El valor de Q es la producción teórica horaria, pero la efectiva o real será la resultante de aplicar a la anterior los factores correctores que se considere en cada caso y entre los que encuentran algunos de los ya estudiados. Otros importantes se refieren al trabajo diurno o nocturno o al empleo de neumáticos o cadenas. Si q es la capacidad, la producción real es:

$$Q_r = (q \times N) \times f_1 \times f_2 \times f_3 \dots \times f_n$$

Para obtener los datos necesarios para la producción se tiene herramientas como las utilizadas anteriormente, como puede ser el manual de rendimientos Caterpillar, en la que se encuentran datos como:

- Relación de peso a potencia



- La capacidad
- El tipo de transmisión
- Las velocidades.

Si bien el manual deja claro que es una ayuda para la estimación del rendimiento de una máquina pero que hay factores que también influyen en el funcionamiento y productividad de las máquinas, pero que no son posibles mostrarlos en tablas ni gráficos. Son ejemplos de esto la facilidad de servicio, la disponibilidad de piezas de repuesto y las conveniencias para el operador. Por tanto, considerando los muchos factores variables que influyen en el cálculo de la producción o en el rendimiento de las máquinas de movimiento de tierras, en el consumo de combustible y lubricantes, duración de los neumáticos y costes de reparación, así como la posibilidad de que haya errores u omisiones involuntarios en la recopilación de los datos contenidos en este Manual, Caterpillar no afirma ni sugiere que toda la información de este libro sea completa, ni que los niveles de los rendimientos indicados puedan lograrse en un trabajo determinado.

Muchas de las secciones del Manual incluyen tablas o gráficas de los tiempos de los ciclos o de la producción por hora de las máquinas Caterpillar en determinadas condiciones de trabajo. Antes o después de cada gráfica o tabla, se incluyen las referencias necesarias. Antes de utilizar la información relativa a rendimiento en este Manual, es esencial conocer bien las condiciones determinantes.

Los datos se basan en pruebas en el campo, análisis a base de computadoras, investigaciones en el laboratorio y experiencia. Se han utilizado todos los medios posibles para lograr que estos datos sean correctos.

6.1.3. MATERIALES

Se considera materiales dentro de la construcción a aquellos insumos consumibles o instalables que quedan incorporados a la obra. Para el cálculo de su coste es necesario tener en cuenta varios aspectos:

- Precio de proveedor
- Transporte
- Maniobra de carga y descarga
- Desperdicios

Para poder estimar el precio del proveedor en España se cuenta con distintas bases de precios en cada comunidad que nos pueden servir. Por ejemplo en Cantabria se cuenta con la Base de datos con precios de la construcción en Cantabria, elaborada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cantabria , que facilita tanto el trabajo en la redacción del presupuesto de la obra como en el control de sus costes. Incluye más de 3.500 unidades de obra, analizándose los costes y plasmando los precios descompuestos de cada unidad.

En esta base de datos nos presentan primero la tabla 8:

Tabla 8 Precios de la construcción Cantabria

| Código | Descripción | Imagen |
|--------|--------------------------------|---|
| O | MANO DE OBRA |  |
| M | MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES |  |
| P | PRECIOS UNITARIOS |  |
| C | EDIFICACIÓN |  |
| R | REHABILITACIÓN |  |
| V | COEFICIENTES |  |

Para el cálculo del material si se entra en el apartado de precios unitarios aparece la siguiente tabla que clasifica los diferentes trabajos que se encuentran dentro de una obra.

Una vez obtenido el precio del material, habrá que sumarle el transporte y las maniobras de carga y descarga. Pero estos factores son muy variables según el tipo de material y el lugar de la obra, con lo que en cada trabajo habrá que estimarlo. Además en función de las condiciones del contrato de suministro a veces algunos o todos los gastos de carga, transporte y descarga deberá ser soportado por el suministrador.

Para el desperdicio también hay que tener en cuenta que cada proceso constructivo posee un tipo de desperdicio diferente, dependiendo la actividad que se realiza en cada una de ellas.

Por la práctica, se han generalizado algunos de éstos coeficientes y porcentajes de desperdicio o daño, que pueden ayudar a estimar la cantidad de desperdicios que se pueden presentar en el momento de la ejecución de la obra. Son obtenidos de acuerdo con la experiencia en el manejo de materiales en obras anteriores o en las cantidades recomendadas por los fabricantes. A continuación en la Tabla 9 se relacionan algunos de los materiales más utilizados y su respectivo coeficiente de desperdicio:

Tabla 9 Porcentajes de desperdicios de materiales

| MATERIAL | % | MATERIAL | % |
|---------------------|---|--------------------------|----|
| AGUA | 5 | GRAVILLA | 5 |
| ALAMBRE | 3 | MINERALES | 3 |
| ALFOMBRAS | 3 | VIDRIOS | 3 |
| ARENAS | 5 | MADERA LAMINADA | 15 |
| AZULEJOS | 5 | LADRILLO | 5 |
| BLOQUES DE CONCRETO | 3 | MADERA DE FORMAleta | 10 |
| CAL | 3 | MORTERO PAÑETES, (MUROS) | 10 |
| CELOSIAS | 5 | ESTUCO | 10 |
| CEMENTOS | 3 | TEJA DE BARRO | 10 |
| COLORANTES | 3 | HIERRO | 3 |
| CLAVOS | 3 | PINTURA | 5 |
| ANCLAJES | 3 | TORNILLOS | 3 |



Una vez obtenido el coste unitario y sumados los factores mencionados, cada coste de materiales se obtiene multiplicando su respectivo coste por su cantidad requerida en la obra.

$$C = \left(K1 \times Cu + K2 \times Cm + K3 \times Ct + k \times \frac{Cu}{100} \right) \times Q$$

C : coste del material (euros)

Cu : coste por unidad de medida (euros/m³, euros/m²,...)

Cm : coste de maniobra de carga y descarga (euros/m³, euros/m²,...)

Ct : coste del transporte del material

K : factor de desperdicio (%)

Q : cantidad por unidad de obra (m³,m²,....)

El factor $K1$ se añade para corregir los precios por unidad de medida ya que dependiendo de la cantidad que se requiera y de otros aspectos que se negocien con el proveedor el precio puede ser rebajado.

Los factores $K2$ y $K3$ también se añaden porque el coste del transporte y las maniobras son costes semifijos que se ven modificados dependiendo de la cantidad que se requiera.



6.1.4. COSTES OPERACIONALES

Hasta ahora se han tratado costes bien definidos, complejos de calcular, pero que son generados por procesos o conceptos comunes a todos los trabajos en construcción, y cuyas variables solo afectan a ese proceso o concepto concreto. En este apartado en cambio se va a analizar los costes producidos por las variables que existen en la operación total que se va a realizar y que afectan a la unidad de obra.

En los procesos de construcción no hay que dejar de estudiar todos aquellos factores que aumentan el coste total de la unidad de obra:

- Rendimiento de la mano de obra
- Costes de implantación y mantenimiento de obra
- Planificación del trabajo
- Condiciones climatológicas
- Condiciones geológicas
- Entorno físicos de trabajo
 - o Cambios de volumen: para el tema del transporte
 - o Tipos de suelo
 - o Problemática de la adherencia
- Transportes de maquinaria y empleados a la obra
- Trabajos de replanteo



- **Rendimiento de la mano de obra**

Es obvio que no todos los trabajadores producen lo mismo en la misma cantidad de tiempo. Esto es debido a diversas causas como la edad, la experiencia, la habilidad, etc. Todas estas variables nos van a variar mucho el coste de producción, por lo que para calcularlo conviene determinar el rendimiento de la mano de obra.

Se denomina rendimiento de mano de obra a la cantidad de trabajo que es capaz de realizar, en condiciones normales de empleo, durante una unidad de tiempo.

Son cuatro las formas de establecer la cantidad de mano de obra que se consume, o se espera consumir, en la realización de una tarea:

- **Medición de tiempos:** es un modelo desarrollado en los años veinte por los pioneros de la Investigación Operativa. Básicamente, el método consiste en la realización de un estudio teórico-práctico, que se apoya en la división del trabajo en tareas muy simples y en la posterior medición, en situaciones reales, del tiempo empleado en la ejecución de cada una de ellas. Finalmente el rendimiento se obtiene mediante la agregación de los tiempos parciales obtenidos durante la medición.

La fórmula matemática del proceso sería:



$$R_j = \frac{W_j}{T_j}$$

Con: $T_j = t_{1j} + t_{2j} + \dots + t_{nj} = \sum_i t_{ij}$

Donde:

R_j = rendimiento de la mano de obra

W_j = cantidad de trabajo realizado

T_j = tiempo empleado para realizar la cantidad de trabajo W_j

T_{ij} = tiempo empleado en la realización de cada tarea simple

En la construcción es muy complicado aplicar este procedimiento. Esto es debido a que las situaciones en que realiza cada tarea son muy diferentes y la división en subtareas se hace dificultoso. Sin embargo, cuando se pretende estimar un rendimiento, sin datos previos y el analista es experto, este método presenta grandes ventajas porque es mucho más fácil estimar el tiempo para una tarea sencilla que para una compleja.

- Métodos estadísticos. Con los métodos estadísticos se pretende calcular el tiempo medio esperado para la realización de una tarea, a partir de datos estadísticos obtenidos a lo largo del tiempo, en situaciones similares a las que se pretende evaluar.

La formula sería:



$$T_{ej} = \frac{\sum_i T_{ij}}{n}$$

Donde:

T_{ej} = tiempo medio empleado para realizar la tarea

T_{ij} = tiempo empleado en cada situación practica

N = número de situaciones practicas encuestadas

El gran inconveniente de este procedimiento es encontrar situaciones prácticas similares a la que se pretende evaluar.

- Métodos estadísticos Subjetivos. Estos métodos utilizan la misma base que los métodos estadísticos ya explicados, con la única diferencia de que los datos se obtienen mediante encuestas subjetivas realizadas a profesionales con gran experiencia, que emiten su opinión experta sobre el tiempo necesario para realizar la tarea en evaluación.

Este método tiene grandes ventajas sobre los anteriores porque la experiencia de los encuestados revela las grandes dificultades que presenta esta industria para encontrar situaciones repetidas.

- Bases de Datos. La gran evolución de los sistemas informáticos ha propiciado que instituciones de gran prestigio hayan desarrollado bases de datos sobre precios en la edificación, que aportan abundante información sobre rendimientos de numerosas unidades de obras.



La utilización de de bases de datos para la obtención de rendimientos de mano de obra tiene dos problemas:

1. La institución que edita la base de datos debe ser fiable.
2. Los datos recogidos en estas bases de datos responden a situaciones concretas, por lo que para utilizar esos datos en supuestos distintos es necesario adaptarlos a la nueva situación.

- **Costes de implantación y mantenimiento de obra:**

Se producen principalmente por la realización de instalaciones y servicios necesarios para la ejecución de la obra, dependiendo del volumen, naturaleza y dificultades que presente su ejecución, del plazo de ejecución y de la organización de la obra que se establezca. Comprenden las acometidas provisionales de agua, electricidad, teléfono, etc. ; las instalaciones desde las acometidas hasta los diversos puntos de consumo durante la ejecución de las obras y las construcciones provisionales para talleres, almacenes, oficinas, etc.

Estas construcciones se identifican como provisionales por que se desmontan o eliminan según van terminándose los trabajos.

- **Planificación del trabajo**

Para la realización de un trabajo se necesita primero planificarlo. Hay que elegir la maquinaria, la mano de obra y los materiales y



decidir cuál es el mejor método constructivo. La calidad de la organización en cada unidad de obra va a influir directamente en los costes, ya que una mala planificación nos puede generar menor productividad, mayores tiempos de espera, dependiendo de las diferentes características que se encuentran en la unidad de obra

Esta planificación va a depender de la experiencia del jefe de obra, de la disponibilidad de la maquinaria y mano de obra, y de las condiciones del entorno (la topografía, las vías de acceso, factores constructivos, etc)

- **Condiciones climatológicas**

Las condiciones climatológicas son un factor muy importante a tener en cuenta a la hora del cálculo de costes. Una climatología adversa puede ocasionar un gran aumento del coste debido a que los trabajos se realizarán con una productividad menor.

Las características más importantes son:

- Régimen pluviométrico de la zona
- Tiempo de permanencia del sol
- Temperatura y humedad relativa media

- **Condiciones geológicas**

Otro factor que influye en los procesos de construcción son las condiciones geológicas, las cuales nos van a determinar la elección



de la maquinaria, la metodología de trabajo y otras características del trabajo que van a repercutir en el coste.

- **Entorno físico de trabajo**

- Cambios de volumen:

Para el movimiento de maquinas el estudio de los cambios de volumen tiene interés porque en el proyecto de ejecución de una obra de movimiento de tierras, los planos están con sus magnitudes geométricas, y todas las mediciones son cubicaciones de m³ en perfil y no pesos, ya que las densidades no se conocen exactamente. Los terraplenes se abonan por m³ medidos sobre los planos de los perfiles transversales.

Los materiales provienen de industrias transformadoras, graveras, canteras, centrales de mezclas, o de la propia naturaleza. En este caso el material ha sufrido transformaciones, y ha pasado de un estado natural en banco o yacimiento a un perfil, mediante las operaciones citadas anteriormente.

En las excavaciones hay un aumento de volumen a tener en cuenta en el acarreo, y una consolidación y compactación en la colocación en el perfil.

En los medios de acarreo hay que considerar la capacidad de la caja en volumen y en toneladas, y elegir la menor de acuerdo con la densidad.

Los terrenos, ya sean suelos o rocas más o menos fragmentadas, están constituidos por la agregación de partículas de tamaños muy



variados. Entre estas partículas quedan huecos, ocupados por aire y agua.

Si mediante una acción mecánica variamos la ordenación de esas partículas, modificaremos así mismo el volumen de huecos.

Es decir, el volumen de una porción de material no es fijo, sino que depende de las acciones mecánicas a que lo sometamos. El volumen que ocupa en una situación dada se llama volumen aparente.

Por esta razón, se habla también de densidad aparente, como cociente entre la masa de una porción de terreno, y su volumen aparente:

$$d_a = \frac{M}{V_a}$$

d_a : densidad aparente.

V_a : volumen aparente.

M : masa de las partículas más masa de agua.

El movimiento de tierras se lleva a cabo fundamentalmente mediante acciones mecánicas sobre los terrenos. Se causa así un cambio de volumen aparente, unas veces como efecto secundario (aumento del volumen aparente mediante la excavación) y otras como objetivo intermedio para conseguir la mejora del comportamiento mecánico (disminución mediante apisonado).

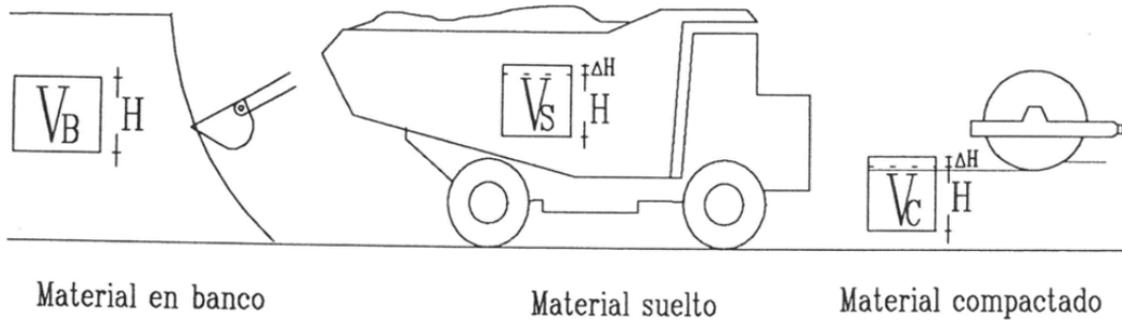


Ilustración 6 operación de cambio de volumen.

En la práctica se toma como referencia 1 m³ de material en banco y los volúmenes aparentes en las diferentes fases se expresan con referencia a ese m³ inicial de terreno en banco.

| VOLUMENES APARENTES | | | | |
|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|---|
| | EXCAVACION | CARGA | TRANSPORTE | COMPACTACION |
| EXCAVACION EN TIERRAS | 1,0 | CARGADA | | VERTIDA PISADA COMPACTADA |
| | VOLUMEN APARENTE | | 1,20 a 1,30 | 1,10 1,20 1,0 RELENOS 1,10 0,95 1,0 |
| EXCAVACION ROCA EN CANTERAS | EN BANCO 1,0 | VOLADA 2,0 | 1,25 a 1,50 | MACHAQUEO PRIMARIO TRITURACION 1,30 a 1,40 1,20 a 1,30 |

Ilustración 7 evolución del volumen aparente durante las diferentes fases del movimiento de tierras



Mientras no se produzcan pérdidas o adición de agua, una porción de suelo o rocas mantendrá constante el producto de su densidad aparente por su volumen aparente, siendo esta constante la masa de la porción de terreno que se manipula.

$$V_a \times d_a = M$$

En el movimiento de tierras esta limitación se satisface muy pocas veces (evaporación, expulsión de agua durante el apisonado, adición de agua para facilitar el apisonado, etc.), por lo que la ecuación anterior no es de aplicación general.

- Esponjamiento y factor de esponjamiento: al excavar el material en banco, éste resulta removido con lo que se provoca un aumento de volumen.

Este hecho ha de ser tenido en cuenta para calcular la producción de excavación y dimensionar adecuadamente los medios de transporte necesarios.

En todo momento se debe saber si los volúmenes de material que se manejan corresponden al material en banco (Banco, bank, B) o al material ya excavado (Suelto, loose, S).

Se denomina factor de esponjamiento (Swell Factor) a la relación de volúmenes antes y después de la excavación.

$$F_w = \frac{V_B}{V_S} = \frac{d_S}{d_B}$$

↙

F_w : factor de esponjamiento (swell)

V_B : volumen que ocupa el material en banco

V_S : volumen que ocupa el material suelto

d_B : densidad en banco

d_S : densidad del material suelto.

Se tiene que:

$$M = d_S \times V_S = d_B \times V_B$$

Otra relación interesante es la que se conoce como porcentaje de esponjamiento. Se denomina así al incremento de volumen que experimenta el material respecto al que tenía en el banco, o sea:

$$S_w = \frac{V_S - V_B}{V_B} \times 100$$

↘

S_w : % de esponjamiento

O en función de las densidades:

$$S_w = \frac{d_B - d_S}{d_S} \times 100$$

Son frecuentes tablas en las que aparece el valor del esponjamiento para diferentes materiales al ser excavados. Conviene por ello



deducir la relación entre volúmenes o densidades en banco y en material suelto. Para volúmenes se tiene:

$$V_S = \left(\frac{S_W}{100} + 1 \right) \times V_B$$

Para densidades resulta:

$$d_B = \left(\frac{S_W}{100} + 1 \right) \times d_S$$

En la tabla10 aparecen los valores de F_w y S_w característicos de distintos materiales frecuentes en movimiento de tierras.

- Consolidación y compactación

Las obras realizadas con tierras han de ser apisonadas enérgicamente para conseguir un comportamiento mecánico acorde con el uso al que están destinadas. Este proceso se conoce genéricamente como compactación y consolidación del material (Shrinkage).

La compactación ocasiona una disminución de volumen que ha de tenerse en cuenta para calcular la cantidad de material necesaria para construir una obra de tierras de volumen conocido.

Se denomina factor de consolidación a la relación entre el volumen del material en banco y el volumen que ocupa una vez compactado.

$$F_h = \frac{V_B}{V_C}$$



F_h : factor de consolidación (Shrinkage).

V_C : volumen de material compactado.

Si en el proceso de compactación y consolidación no ha habido pérdida ni adición de agua (lo que es poco frecuente), el factor de consolidación puede expresarse según $V_a \times d_a = M$ de la forma:

$$F_h = \frac{d_C}{d_B}$$

F_h : factor de consolidación (Shrinkage).

d_B : densidad del material en banco.

Otra relación interesante es la que se denomina porcentaje de consolidación. Expresa el porcentaje que representa la variación de volumen del material en banco al material compactado, respecto al volumen del material en banco, multiplicada por 100:

$$S_h = \frac{V_B - V_C}{V_B} \times 100$$

Con ello la relación entre volumen en banco y volumen del material compactado queda:

$$V_B = \frac{1}{1 - \frac{S_h}{100}} \times V_C$$

S_h : % de consolidación.

Si en el proceso de compactación y consolidación no hay pérdida ni adición de agua (lo que no es frecuente) es de aplicación la expresión $V_a \times d_a = M$ y el porcentaje de consolidación puede expresarse como:

$$S_h = \frac{d_c - d_B}{d_c} \times 100$$

S_h : % de consolidación.

$$d_B = \left(1 - \frac{S_h}{100}\right) \times d_c$$

En este caso la relación entre densidades es:

En cualquier caso, de las expresiones del factor de consolidación y el porcentaje de consolidación se deduce que estos están relacionados por la expresión:

$$V_B = \frac{1}{1 - \frac{S_h}{100}} \times V_C$$

Tabla 10 Factores de esponjamiento

| MATERIAL | | d_L (t/m ³) | d_B (t/m ³) | S_w (%) | F_w |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|-------|
| Caliza | | 1,54 | 2,61 | 70 | 0,59 |
| Arcilla | Estado natural | 1,66 | 2,02 | 22 | 0,83 |
| | Seca | 1,48 | 1,84 | 25 | 0,81 |
| | Húmeda | 1,66 | 2,08 | 25 | 0,80 |
| Arcilla y Grava | Seca | 1,42 | 1,66 | 17 | 0,86 |
| | Húmeda | 1,54 | 1,84 | 20 | 0,84 |
| Roca Alterada | 75% Roca - 25% Tierra | 1,96 | 2,79 | 43 | 0,70 |
| | 50% Roca - 50% Tierra | 1,72 | 2,28 | 33 | 0,75 |
| | 25% Roca - 75% Tierra | 1,57 | 1,06 | 25 | 0,80 |
| Tierra | Seca | 1,51 | 1,90 | 25 | 0,80 |
| | Húmeda | 1,60 | 2,02 | 26 | 0,79 |
| | Barro | 1,25 | 1,54 | 23 | 0,81 |
| Granito Fragmentado | | 1,66 | 2,73 | 64 | 0,61 |
| Grava | Natural | 1,93 | 2,17 | 13 | 0,89 |
| | Seca | 1,51 | 1,69 | 13 | 0,89 |
| | Mojada | 2,02 | 2,26 | 13 | 0,89 |
| Arena y Arcilla | | 1,60 | 2,02 | 26 | 0,79 |
| Yeso Fragmentado | | 1,81 | 3,17 | 75 | 0,57 |
| Arenisca | | 1,51 | 2,52 | 67 | 0,60 |
| Arena | Seca | 1,42 | 1,60 | 13 | 0,89 |
| | Húmeda | 1,69 | 1,90 | 13 | 0,89 |
| | Empapada | 1,84 | 2,08 | 13 | 0,89 |
| Tierra y Grava | Seca | 1,72 | 1,93 | 13 | 0,89 |
| | Húmeda | 2,02 | 2,23 | 10 | 0,91 |
| Tierra Vegetal | | 0,95 | 1,37 | 44 | 0,69 |
| Basaltos ó Diabasas Fragmentadas | | 1,75 | 2,61 | 49 | 0,67 |
| Nieve | Seca | 0,13 | --- | --- | --- |
| | Húmeda | 0,52 | --- | --- | --- |



- Constitución y tipos de suelos

El tipo de terreno condiciona el rendimiento de los equipos empleados, ya que determina variaciones en los costes que dependen de la dureza o grado de compactación. A mayor dureza y compactación, menor será el rendimiento de la excavación.

Por ello debe comprobarse previo a la ejecución del proyecto cuales son las características del terreno a excavar, especificando en la Unidad de obra correspondiente.

El modo de analizar el terreno se efectúa mediante la excavación de catas ó realizando un estudio geotécnico.

Los tipos de suelos que nos podemos encontrar son:

- Tierra vegetal: capa superficial de un terreno donde ha crecido vegetación.
- Terreno flojo: tierras de cultivo con arcillas y arenas, gravas u otros áridos.
- Terreno compacto: tierras con arcillas duras, rocas sueltas, materiales granulares gruesos.
- Terreno de transito: arenisca en finas capas, roca desmoronada.
- Terreno de Roca: areniscas compactas, granitos, calcáreas y margas duras.



Tabla 11 Tabla de esponjamiento

Tabla de Esponjamiento según el Tipo de Terreno

| TIPO DE TERRENO | GRADO DE ESPONJAMIENTO |
|----------------------------------|------------------------|
| Terrenos Suelos sin Cohesión | 10% |
| Terrenos Flojos | 20% |
| Terrenos Compactos o de Tránsito | 30% |
| Terrenos Rocosos | 40% |
| Runas | Varía entre 40% y 80% |

- Problemática de la adherencia.

Los elementos motrices de las máquinas (neumáticos, orugas,..) pueden no tener una adherencia perfecta con el suelo. De nada serviría una máquina con un esfuerzo de tracción útil elevado si por falta de adherencia (órganos de rodadura-suelo) no lo pueden desarrollar.

La condición de la adherencia debe comprobarse en todos los cálculos para tener situaciones reales de comportamiento.

El esfuerzo máximo que puede establecerse está dado por la simple expresión:

$$E_a = K_a P_t$$

Siendo:

E_a : Esfuerzo adherente

K_a : Coeficiente de adherencia

P_t : Peso total de la máquina, en orden de marcha más su carga (Kg)

El coeficiente se calcula experimentalmente, pudiendo establecer los siguientes valores:

Tabla 12 Coeficientes de adherencia

| | NEUMÁTICOS | ORUGAS |
|--|------------|--------|
| <i>Macadam</i> | 30 | 32 |
| <i>Tierra seca</i> | 60 | 40 |
| <i>Tierra no trabajada</i> | 75 | 55 |
| <i>Tierra trabajada</i> | 80 | 65 |
| <i>Tierra y barro</i> | 100 | 80 |
| <i>Arena y grava</i> | 125 | 90 |
| <i>Mucho barro</i> | 170 | 110 |
| <i>Pista dura y lisa</i> | 20 | -- |
| <i>Pista firme y lisa</i> | 30 | -- |
| <i>Pista de tierra con rodadas</i> | 50 | -- |
| <i>Pista de tierra con rodada blanda</i> | 75 | -- |
| <i>Pista de grava suelta</i> | 100 | -- |

- **Transportes de maquinaria y empleados a la obra**

No hay que olvidar a la hora de calcular los costes de la unidad de obra los desplazamientos a la ubicación de los trabajos.

- Transporte de la maquinaria. Hay que contabilizar el coste de la góndola de transporte y el conductor de la góndola.
- Transporte de los operarios. Sumaremos los costes de la furgoneta que usa para el desplazamiento.



- **Trabajos de replanteo**

Replantear es marcar en terreno la posición de puntos de un proyecto a partir de los cuales se va a materializar el proyecto.

Las fases de un replanteo son:

- Recopilación de información y comprobación
- Encaje del proyecto y obtención coordenadas de los puntos a replantear
- Replanteo en campo
- Elaboración de la documentación de replanteo

Estos trabajos nos generan unos costes generados por las horas del jefe de obra y por la necesidad del material topográfico necesarios.



6.2. COSTES INDIRECTOS

Los costes indirectos se diferencian en dos grupos que son los costes indirectos de ejecución y los gastos generales.

6.2.1. COSTES INDIRECTOS DE EJECUCIÓN

Se establece que: serán tratados como indirectos todos aquellos costes de ejecución que no sean directamente imputables a unidades concretas, sino al conjunto o partes de la obra y que resulten de difícil asignación a unidades de obra determinadas. Por lo tanto, los gastos correspondientes a costes indirectos de ejecución se cifrarán en un porcentaje sobre los costes directos de ejecución igual para todas las unidades de cada proyecto, que se adoptará, en cada caso, a la vista de la naturaleza de la obra, de la importancia del presupuesto y de su plazo de ejecución.

En estos costes se incluye:

- Mano de obra del personal técnico
- Implantación y mantenimiento de obra
- Mano de obra del personal para apoyo a la ejecución de la obra
- Tasas, tributos y varios
- Otros costes indirectos
- Seguridad y Salud
- Gestión de Residuos
- Asistencia Técnica y Control de Calidad
- Imprevistos



Se definen a continuación cada uno de ellos:

- **Costes de mano de obra del personal técnico:** son los que se originan con la contratación de aquellos trabajadores que, aunque no participan de una forma directa en la ejecución de la unidad de obra, si participan organizando y dirigiendo los trabajos para ejecutar la obra.
- **Costes de mano de obra del personal para apoyo a la ejecución de la obra:** se corresponde con la mano de obra indirecta, de personal no técnico, que es necesaria para la ejecución de la unidad de obra.
- **Costes de tasas, tributos y varios:** incluyen los costes de avales y seguros de la obra, pólizas de seguros de responsabilidad civil, contra terceros por los daños que puedan causarse a fincas colindantes, viandantes, etc., así como las pólizas de seguros de incendios y daños propios ocasionados por accidentes si son obligaciones impuestas en el Pliego de Condiciones Administrativas Particulares de la obra.
- **Otros costes indirectos:** todos los costes que no se recogen en cualquiera de los apartados propuestos.
- **Costes de Seguridad y Salud:** todos los costes que genera el cumplimiento de la normativa de Seguridad y Salud en la obra, este apartado sólo figurará de forma expresa cuando, por características de los trabajos, no sea aplicable a la legislación que obliga a



realizar “Estudios de Seguridad y Salud” en determinadas obras, o cuando no sean abordados por encargo voluntario del promotor.

- **Costes de Gestión de Residuos:** se corresponden con el cumplimiento de la normativa que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición. Estos costes son considerados, en la actualidad, como CD pues son incluidos como unidades de obra.

- **Costes de Asistencia Técnica y Control de Calidad:** los costes correspondientes al control de calidad de los proyectos, ensayos de materiales, control en la ejecución de la obra o bien, a las pruebas finales de las instalaciones.

- **Imprevistos:** el proyectista realiza una previsión, sin justificación del concepto.

Cálculo de Costes Indirectos de Ejecución

- Cuantificación de los costes Indirectos de ejecución

Antes de llegar al cálculo del porcentaje con que serán imputados los costes indirectos de ejecución a través de los precios unitarios, hay que conocer el importe global de los costes de ejecución a imputar por vía directa. Es decir, es necesario definir cuál es la magnitud estimada en el presupuesto en estudio para este concepto.

Conocido el presupuesto de costes indirectos de ejecución y el presupuesto de costes directos de ejecución. Es posible acceder al



cálculo del tanto por ciento de costes indirectos de ejecución que deberá ser aplicado en todos los precios unitarios en estudio.

Aunque son muy numerosos los caminos para acceder a la cuantificación del presupuesto de costes indirectos de ejecución, los que proporcionan mejores resultados son:

1. Análisis teóricos. Con este procedimiento se pretende hacer una previsión sobre los costes futuros a partir del conocimiento de los conceptos generadores de esta clase de costes y de la aplicación de un conjunto de hipótesis sobre la organización de los trabajos. Es, por lo tanto, un método flexible y adaptable a cualquier circunstancia, que no necesita datos de experiencias anteriores, por lo que será útil tanto para la estimación de costes indirectos de ejecución en la fase de redacción de los presupuestos de los proyectos, como para la elaboración de los presupuestos de las empresas constructoras en la etapa de ofertación, dentro de los procesos de contratación de las obras.
2. Estudios estadísticos. En este caso se trata de estimar el futuro utilizando como referencia datos estadísticos obtenidos en obras anteriores. Se trata de un procedimiento de rápida aplicación, que se muestra eficaz cuando se dispone de una amplia base de datos de la que se puedan extraer estadísticas fiables. Por lo tanto, será un buen método para la redacción de ofertas en las empresas constructoras organizadas que dispongan de datos necesarios.

3. Métodos contables. Son métodos de estimación de valores futuros de las mismas características que los estudios estadísticos, ya que se apoyan en experiencias anteriores. La diferencia se encuentra en la procedencia de los datos, ya que en este caso, es la contabilidad de la empresa la que los proporciona. Sin embargo, tiene como principal inconveniente que es necesario que la empresa tenga implantada una contabilidad de costes, en la que se diferencien de forma clara los costes que serán imputados en los presupuestos de las ofertas por vía indirecta de los que lo será por la vía directa.

- Formulación matemática

Para el cálculo del porcentaje de costes indirectos de ejecución se sigue la formulación que se desarrolla a continuación.

1. Modelo general para el cálculo de precios unitarios

$$PU_x = CDE_x + CIE_x$$

Con:

$$CDE_x = \sum_u PB_{xu} \times QB_{xu} + \sum_u PA_{xu} \times QA_{xu}$$



$$CIE_x = CDE_x \times \frac{p}{100}$$

Donde:

PU_x = precio unitario

CDE_x = costes directos de ejecución

CIE_x = costes indirectos de ejecución

PB_{xu} = precios básicos

PA_x = precios auxiliares

QS_{xu} = cantidades de componentes básicos, incluidas pérdidas, roturas y mermas

QA_{xu} = cantidades de componentes auxiliares, incluidas pérdidas, roturas y mermas

p = porcentaje de imputación de costes indirectos sobre la suma de costes indirectos

6.2.2. GASTOS GENERALES

Los gastos generales son los generados por la propia actividad de la empresa constructora, tanto en las obras que ejecute para la Administración Pública como, en el caso de que las tenga, para sus clientes privados.



Se incluye en gastos generales:

- Alquileres o amortización de oficinas y servicios de teléfonos, agua, luz, calefacción, etc.
- Amortización de mobiliario y equipos, ordenadores, máquinas de calcular, aparatos topográficos, etc.
- Gastos de publicidad comercial, correspondencia y material no inventariable.
- Sueldos, dietas, viajes, seguros, etc. del personal técnico, administrativo y auxiliar cuyas funciones tengan dedicación, exclusiva o no, en el funcionamiento de la empresa contratista.
- Sueldos, viajes y dietas del personal de gerencia y dirección.
- Impuestos de actividades económicas y licencia fiscal.
- Gastos correspondientes a la licitación, formalización del contrato, derechos reales por actos jurídicos documentados, contribuciones e impuestos del Estado, de CC.AA. o municipales y cuantos se devenguen con ocasión de la publicidad, otorgamiento y suscripción del contrato.
- Cualquier gasto del contratista no necesario para la ejecución material de la obra o no imputables a ninguna obra en concreto.

Para incluir los gastos generales en los costes que nos genera una unidad de obra se realiza aplicando un tanto por ciento al coste total. Este valor es difícil de estimar y va a depender de muchos factores, como el volumen de contratación o el tamaño de la empresa.

En las obras para la Administración Pública, el valor en concepto de gastos generales, está fijado en el 13% sobre el presupuesto de ejecución material, independientemente del proyecto, de las características de la obra, de su plazo y del volumen económico.

Si se habla de un tanto por cierto más real se tendrá que ajustar a cada caso pero oscilará entre el 4 y el 8%.

7. APLICACIÓN A CASO CONCRETO

7.1. Actividad de la empresa

La empresa que forma parte de este estudio es una empresa pequeña que se dedica al sector de transportes y excavaciones.

Realiza trabajos de:

- Derribos
- Excavaciones
- Muros escolleras
- Saneamientos
- Urbanizaciones
- Recuperaciones medioambientales

Además como trabajos auxiliares también realiza servicios de transporte de materiales de cantera, además de traslado de maquinas, trabajos de camión pluma y trabajos de movimiento de tierras en general.

7.2. Ubicación:

La empresa se encuentra en el pueblo de Barreda, perteneciente al municipio de Torrelavega, en Cantabria. La realización de los trabajos se realiza por toda la región.



8 Ubicación de Cantabria

Cantabria es una comunidad autónoma española de carácter uniprovincial. Limita al este con el País Vasco (provincia de Vizcaya), al sur con Castilla y León (provincias de León, Palencia y Burgos), al oeste con el Principado de Asturias y al norte con el mar Cantábrico. La ciudad de Santander es su capital y localidad más poblada.

7.2.1. Geografía:

La comunidad posee una superficie de 5.326 km² y sus costas tienen una longitud total de 284 kilómetros. En la comunidad existen tres ámbitos geográficos bien diferenciados: La Marina, La Montaña y Campoo y los valles del sur pertenecientes a las cuencas del río Ebro y del Duero.

Relieve:



9 Cordillera Cantábrica

Cantabria es una región de carácter montañoso y costero. Su enérgico relieve hace que el 40 % de su superficie se sitúe por encima de los 700 metros de altitud y un tercio de la región presenta pendientes de más del 30 % de inclinación. En ella se distinguen tres áreas morfológicamente bien diferenciadas:

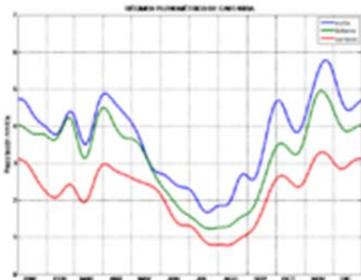
- La Marina. Una franja costera de valles bajos, amplios y de formas suaves de unos 10 km de ancho cuya altitud no suele superar los 500 msnm y que limita con el mar por medio de una línea de rasas litorales, configurando abruptos acantilados que son rotos por la aparición de desembocaduras de ríos generando rías y playas. Por el sur *La Marina* limita con *La Montaña*.
- La Montaña. Es una larga barrera de montañas abruptas paralela al mar que componen parte de la cordillera Cantábrica. En su mayoría de roca calcárea afectada por fenómenos kársticos y que cubren la mayor parte de Cantabria. Forman valles profundos en disposición norte-sur con fuertes pendientes horadadas por ríos de carácter torrencial, de gran



poder erosivo y cortos por la poca distancia entre su nacimiento y su desembocadura. Los valles configuran diferentes comarcas naturales de la región bien delimitadas físicamente por los cordales montañosos: Liébana, Nansa, Saja, Besaya, Pas-Pisueña, Miera, Asón-Gándara, Campoo. Montañas más altas se encuentran a medida que se va más al sur, con una alineación de crestas que limitan los valles y las cuencas hidrográficas de los ríos Ebro, Duero y aquellos que desembocan en el mar Cantábrico. Por lo general superan los 1500 metros de altitud, desde el puerto de San Glorio en el oeste hasta el de Los Tornos en la parte oriental: Peña Labra, puerto de Sejos, puerto del Escudo, Castro Valnera y La Sía. También destacan los grandes macizos calcáreos de los Picos de Europa en la zona sur occidental de la región, cuyas cumbres sobrepasan la mayoría 2500 metros y donde es amplia la presencia del modelado glaciar en su geomorfología.

- Campoo y los valles del sur. La otra comarca que se diferencia es Campoo, en el extremo sur de Cantabria. Con un clima más continentalizado, presentan un desarrollo óptimo de masas forestales de rebollo (*quercus pyrenaica*) y que se encuentra en un periodo expansivo por el abandono de las tierras agrarias. También existen grandes repoblaciones de coníferas (*pinus sylvestris*) en las suaves pendientes de la comarca.

cual justifica que por su posición geográfica y su orografía, la pluviometría de Cantabria sea muy compleja, con grandes contrastes entre unos valles y otros. A pesar de esto, generalmente se considera - incluso en informes científicos - una versión simple según la cual el régimen pluviométrico de Cantabria se resume en abundancia de precipitaciones a lo largo del año con dos máximos, uno principal a finales de otoño, y otro secundario en primavera. Esto es el resultado de la utilización de valores mensuales de precipitación pues la agregación mensual actúa como filtro para las oscilaciones de escalas de tiempo más pequeñas.

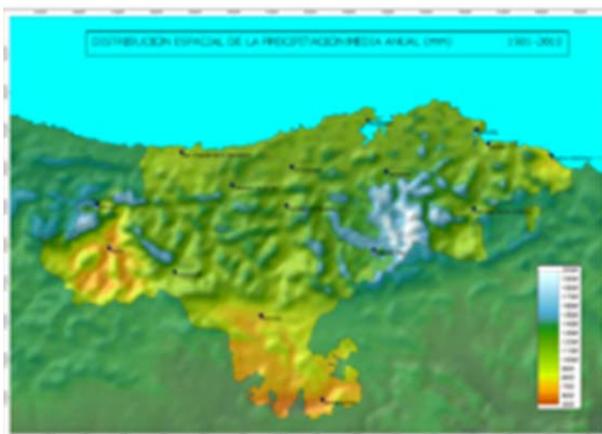


11 Distribución temporal de la precipitación en tres zonas de Cantabria

Sin embargo, cuando se utilizan series de datos diarios, aparecen oscilaciones secundarias. Para mostrar esto, se ha realizado una agregación semanal de la precipitación a partir del dato diario, para tres zonas diferentes de Cantabria, obteniendo el régimen temporal que se muestra en la figura.

Como se puede apreciar en la figura, sin contradecir al modelo simple de la escala mensual, en el periodo 1981-2010 se produjeron

oscilaciones muy significativas de escala intra-estacional. Aparecen 5 máximos, el absoluto de noviembre, el secundario de abril –que muestra tener casi la mitad inmerso en marzo-, el tercero en Navidad, el cuarto entre septiembre y octubre y un quinto a final de febrero. Asimismo hay otros 5 mínimos, el principal, en verano, centrado entre julio y agosto, el secundario y bien conocido de mediados de marzo, un tercero a principio de febrero, el cuarto a finales de octubre y el quinto y muy significativo por encontrarse en plena época de lluvia, centrado entre la segunda y la tercera semana de diciembre. El hecho de que estas oscilaciones aparezcan por igual en las tres zonas indica que son perturbaciones asociadas a grandes sistemas de presión que promediados durante el periodo 1981-2010 mostraron, como se ve en la figura, una significativa preferencia temporal; además, se ha constatado que estas oscilaciones afectaron a todo el dominio peninsular.



12 Distribución espacial de la precipitación acumulada anual en Cantabria



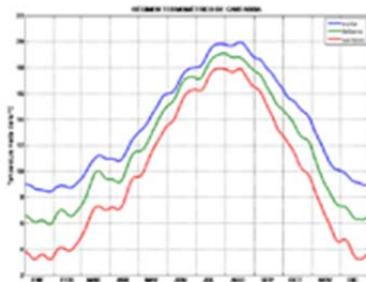
Algunos datos pluviométricos de interés:

- Las precipitaciones superan los 1000 mm/año en el 80% de Cantabria.
- Hay dos máximos principales, uno en la cabecera de los Miera y Pas -donde se superan los 2400 mm/año- y otro en los Picos de Europa –donde se superan los 2000 mm/año-.
- Las zonas más secas se encuentran en el sur de Campoo-Los Valles y las cotas inferiores del Valle de Liébana –donde apenas se alcanzan los 700 mm/año-.
- A pesar de encontrarnos en una región húmeda, en verano y en la zona litoral, en promedio sólo uno de cada quince días tiene más de dos horas de precipitación durante el día.

- Régimen termométrico de Cantabria

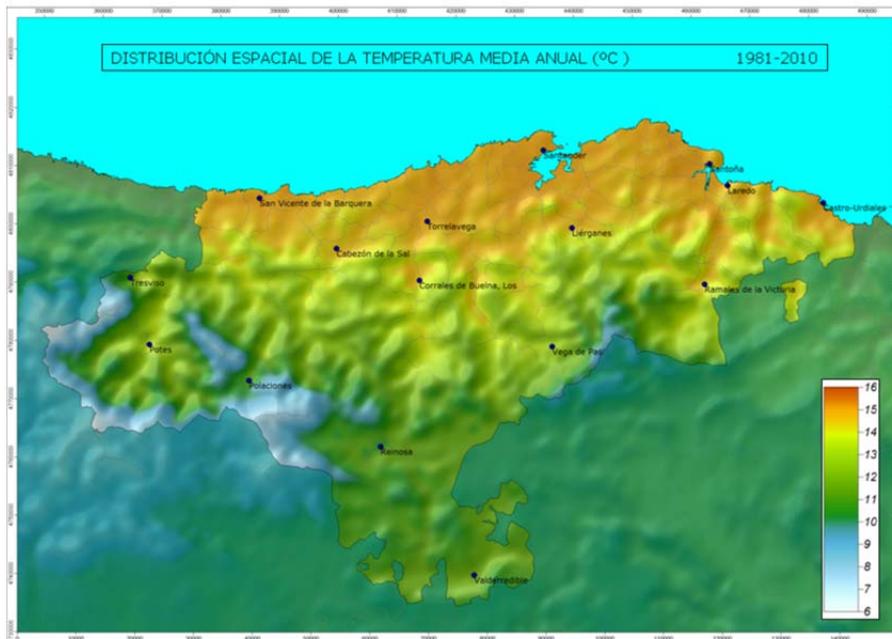
Utilizando valores mensuales, el régimen termométrico anual es regular, con los valores medios más altos en agosto y los más bajos en enero, con un ligero desfase -estimado en unos 10 días- entre el litoral y el interior, debido a la inercia térmica del mar, Cano R.(1993). Sin embargo, al igual que ocurre con la precipitación, la utilización de valores mensuales de temperaturas actúa como filtro para las oscilaciones de escalas de tiempo más pequeñas, por ello también se ha realizado una agregación semanal de la temperatura

a partir del dato diario, para tres zonas diferentes de Cantabria. En la Figura 12 se muestra el ciclo anual de temperaturas medias. Por una parte se muestran las estaciones de la vertiente norte (en azul) y por otra Liébana y Campoo en verde y rojo respectivamente.



13 Descripción geográfica del clima de Cantabria

Como se puede apreciar en la figura 12, el régimen termométrico presenta por un lado temperaturas suaves todo el año en las regiones litorales, con una escasa oscilación anual, mientras que por otro lado en las zonas altas de las vertientes de los ríos Ebro y Duero las temperaturas son más rigurosas, especialmente en invierno, presentando una oscilación anual propia del clima continental. Si se miran las fluctuaciones intraestacionales las conclusiones son prácticamente las mismas que con el régimen pluviométrico, es decir atribuibles a perturbaciones asociadas a grandes sistemas de presión; presentando además, una notable sincronización respecto a las pluviométricas.



14 Distribución espacial de la temperatura media anual en Cantabria

Si se observa la distribución espacial de temperaturas, los valles cántabros más fríos son Polaciones, Hermandad de Campoo de Suso, Campoo de Yuso, Campoo de Enmedio, Valdeolea, Valdeprado del Río y Valderredible con temperaturas medias claramente inferiores a 10°C y temperaturas mínimas absolutas anuales en torno a -15°C.

Las zonas más templadas, aparte de toda la franja litoral, son los valles del Besaya, Pas y Asón, así como el valle del río Carranza, entre Cantabria y Vizcaya, con medias ligeramente superiores a los 14°C y máximas absolutas anuales en torno a los 35°C.



Como norma general, válida para toda la región, se observa un descenso térmico con la altura de unos 0,5°C cada 100 metros. Este gradiente térmico es un valor medio que no se mantiene en el día a día.

Descripción geográfica del clima de Cantabria

En la franja litoral que comprende las tierras bajas de La Marina próximas a la costa, las precipitaciones medias anuales se sitúan entre los 1000 y los 1200 mm. El efecto de regulación térmica del océano es muy notable, resultando un clima templado con una relativa homotermia a lo largo del año; las temperaturas invernales no suelen ser excesivamente bajas y es raro que desciendan a valores negativos, teniendo unas medias de 9°C, aunque debido a la humedad y el viento la sensación de frío puede ser muy intensa. Del mismo modo, durante el estío estas difícilmente sobrepasan los 30°C, estando por lo regular próximas a los 20°C; la máxima absoluta anual se suele producir a finales de agosto o principios de septiembre cuando por efecto del viento sur queda bloqueada la brisa incluso en la costa y se superan los 35°C en Santander y otras localidades del litoral oriental, aunque afortunadamente el viento sur no es habitual en verano. Esta zona se ajusta perfectamente al tipo de clima oceánico puro.

A medida que nos alejamos de la costa hacia el interior de la región, la suavidad térmica desaparece con bastante rapidez, habiendo un mayor contraste tanto estacional, entre el invierno y el verano, como diurno, entre la noche y el día, en función de la altitud y la distancia



a la costa. Por ejemplo, en los valles interiores es relativamente frecuente descender a temperaturas de -5°C en las madrugadas anticiclónicas de invierno. Del mismo modo, en verano, se alcanzan temperaturas notablemente más altas que en el litoral al carecer de la refrescante influencia de la brisa marina, llegándose a alcanzar e incluso superar los 35°C en algunas tardes de agosto. A diferencia de la zona litoral, donde no existe ningún mes de heladas seguras (aunque se presentan una o dos veces al año, con tiempo anticiclónico entre noviembre y marzo), en el resto de Cantabria son bastante frecuentes desde octubre o noviembre hasta abril o mayo. Esta zona de valles intermedios es la más lluviosa de Cantabria. En las cabeceras de los ríos Pas, Miera y Asón se produce el máximo pluviométrico de Cantabria con precipitaciones medias anuales por encima de 2000 mm, en localidades como San Roque de Riomiera por ejemplo, se recogen 2400 mm.

En el otro extremo, en la zona de Campoo-Los Valles, debido al apantallamiento de los frentes del noroeste por la Cordillera Cantábrica, se produce una menor nubosidad y mayor insolación. En lugares como Reinosa la precipitación media anual es de 850 mm. Debido al Embalse del Ebro en invierno son frecuentes las nieblas. Los inviernos son fríos y largos, con heladas frecuentes de octubre a mayo: la media de las mínimas de enero es -2.5°C y el día más frío del año suele rondar los -15°C . El verano es seco y cálido pero no extremado ya que aunque la media de las temperaturas máximas diarias del mes de agosto, es la más alta de



Cantabria rondando los 26°C, las mínimas son también las más bajas situándose en 10°C; en esta zona la máxima absoluta anual suele rondar los 40°C. Más al sur, ya en el valle del Ebro, el clima es ligeramente más extremo y las precipitaciones descienden aún más, situándose por debajo de los 700 mm anuales en su extremo sur.

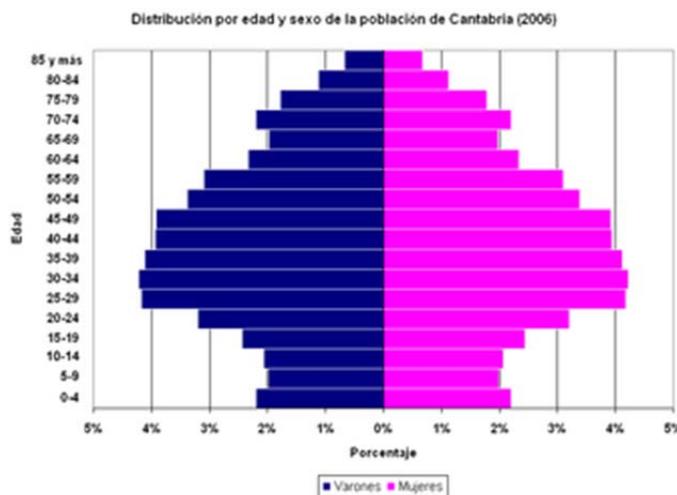
En las tierras altas de la región (1000 m. en adelante) buena parte de las precipitaciones entre los meses de octubre y mayo son en forma de nieve pasando con rapidez según la altitud, de clima oceánico a clima de montaña. Por encima de 1000 metros en Cantabria hay un promedio de 40 días de precipitación en forma de nieve.

La mayor singularidad climática conocida de Cantabria se ubica en el valle de Liébana. Ubicada a los pies de los Picos de Europa en una hoya rodeada de farallones calcáreos, este impresionante muro crea un microclima que difiere del resto de la región. De este modo, en el fondo del valle persiste un clima mediterráneo atenuado que se transforma progresivamente en clima atlántico húmedo a medida que se asciende y que acaba en clima de montaña por encima de los 1800 m. En el fondo del valle las temperaturas mínimas de enero rondan 1°C, también con numerosas heladas, pudiendo llegar a los -10°C y las máximas de agosto los 26°C pudiendo llegar a los 40°C. Al estar muy apantallado por los cuatro vientos, su clima es más seco que el resto de Cantabria a excepción de la Cantabria del Ebro con una pluviometría de 700 mm anuales en Potes. Como ya

se ha mencionado el contraste es muy acusado y por ejemplo la media anual de precipitación es de 1800 mm en Tresviso.

Como es lógico suponer, en Cantabria existen numerosas excepciones climáticas con microclimas por apantallamiento, aunque debido a su pequeña dimensión, a la poca población o a la falta de observaciones, no pueden ser estudiados debidamente, los más conocidos se producen en los Valles de Soba y de Iguña con microclimas de características parecidas a Liébana, aunque a menor escala.

7.2.3. Demografía



15 Pirámide demográfica de Cantabria según el Padrón municipal de habitantes de 2006

En 2013 Cantabria contaba con una población de 591 888 habitantes según datos provisionales del Instituto Nacional de Estadística (representa el 1,24 % de la población de España).

Tiene una densidad de población de 110,52 habitantes/km²



Las principales poblaciones cántabras se encuentran en la zona litoral. Así, la zona costera ha sufrido una importante urbanización y poblamiento, mientras que las zonas interiores de la Comunidad sufren un elevado despoblamiento. Destacan tres ciudades, la capital cántabra, Santander, con 134 715 habitantes, Torrelavega, como segundo núcleo urbano e industrial de Cantabria.

7.2.4. Política de Cantabria

El Parlamento de Cantabria es la principal institución de auto Gobierno de la Comunidad Autónoma, siendo el órgano representativo del pueblo cántabro. En la actualidad está constituido por treinta y nueve diputados elegidos por sufragio universal, igual, libre, directo y secreto.

Las funciones principales del Parlamento son: ejercer la potestad legislativa, aprobar los presupuestos de la Comunidad Autónoma, impulsar y controlar la acción del Gobierno y desarrollar las demás competencias que le confiere la Constitución española, el Estatuto de Autonomía para Cantabria y las demás normas del ordenamiento jurídico.

El Gobierno de Cantabria es el órgano encargado de dirigir la acción política y ejerce la función ejecutiva y la potestad reglamentaria de acuerdo con la Constitución, el Estatuto y las leyes. El Gobierno estará compuesto por el presidente, el vicepresidente, en quien podrá delegar temporalmente sus



funciones ejecutivas y de representación el Presidente, y los consejeros, que serán nombrados y cesados por el presidente.

7.2.5. Economía

De acuerdo con la Contabilidad Regional que realiza el Instituto Nacional de Estadística, en el año 2007 el PIB per capita de Cantabria era de 23 377 euros por habitante, similar a la media española que se sitúa en 23 396 euros y por debajo de los 29 455 € de la UE de los 25. El PIB en términos reales es de un 4,1 %. En el segundo trimestre de 2011 la tasa de paro en Cantabria se situaba en el 14,8 % de la población activa, frente al 20,89 % de la media de España.

Cantabria cuenta con un sector primario en retroceso que ocupa al 5,8 % de la población activa con ganadería vacuna, lechera tradicionalmente y cárnica en los últimos tiempos; agricultura, destacando el maíz, patatas, hortalizas y plantas forrajeras; pesca marítima; y minería del zinc y canteras.

En el sector secundario asienta el 30,4 % de la población activa. En la industria destacan la siderúrgica, la alimentaria, la química, la papelera, la textil, la farmacéutica, equipos industriales y de transporte, etc. En la construcción se empiezan a notar síntomas de estancamiento, si bien sigue siendo el mayor activo de éste sector.



La importancia de la construcción en la economía es, realmente, mayor que la contribución directa que señalan las cifras expuestas previamente; ello es debido al efecto de arrastre que aquella tiene en otros sectores productivos. Así, afecta a los servicios técnicos, materiales de construcción, maquinaria, muebles, transporte, etc.

El sector terciario emplea al 63,8 % de la población activa y va en aumento, siendo este hecho sintomático de la concentración de la población en los centros urbanos y de la importancia que el turismo (especialmente el rural) ha adquirido en los últimos años.

7.3. Equipo de trabajo:

- Instalaciones

La empresa tiene:

- Local de oficinas de 150m² en las que se realizan los trabajos de administración.
- Nave de 200 m² en la que se encuentra el taller
- Terrenos de 3000m² para almacenamiento de material y de la maquinaria.

- Personal

- Equipo técnico:

2 ingenieros que realizan los trabajos de organización y supervisión de las obras.

- Equipo administrativo:
2 administrativas que realiza de los trabajos de gestión de personal y contabilidad de la empresa.
- Personal especializado:
14 camioneros
10 operarios de maquinaria
1 mecánico
- Parque de maquinaria:
Pala cargadora sobre ruedas Caterpillar 988G
Tractor de cadenas Cat D8R
Mini-retrocargadoras HITACHI ZX26U -5
Mini-retrocargadoras KOMATSU PC18MR-3
Retrocargadoras Caterpillar 318D2 L
Mini-pala cargadora
Retrocargadora mixta JCB 4CX
Motoniveladora Caterpillar
Compactador vibratorio
Camiones de 4 ejes
Camiones de 3 ejes
Bañeras
Camión grúa
Góndolas de transporte de maquinaria



11 Furgonetas Renault Kangoo

2 Coches todoterrenos

7.4. Calculo de coste en los distintos procesos:

7.4.1. DESBROCE:

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otra material indeseable según el proyecto de la obra o el director de obra.

La ejecución incluye las operaciones de:

- Remoción de los materiales objetos de desbroce-
- Retirada y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

Estas tareas se realizan en toda la superficie de terreno sobre el que se asienta la obra; se incluyen las zonas de afección que se encuentran marcadas en los planos del proyecto.

Los topógrafos estaquillarán las zonas afectadas por la obra, marcando claramente la zona de actuación, zonas de servidumbre y expropiaciones, cuyos vértices vienen definidos en los proyectos por coordenadas.



Se señalarán las zonas donde se encuentren los servicios afectados y se marcarán los árboles que se incluyen en el proyecto.

Se indicarán claramente las zonas con materiales peligrosos o contaminantes.

Derribar los árboles tomando las precauciones necesarias a fin de evitar posibles daños a construcciones aledañas y servicios públicos.

Todos los tocones y raíces con diámetro superior a 10 cm. se eliminarán excavando hasta una profundidad no menos de 50 cm. por debajo de la rasante de la explanación. En zona de servidumbre se pueden dejar los tocones a ras del suelo.

Los desechos serán transportados a vertedero, incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo las normas existentes sobre la incineración e informándose sobre propagación posible de plagas.

La tierra vegetal procedente de desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere los 2 m.

Si se ha proyectado enterrar dichos materiales, los mismos se dispondrán en capas para reducir al máximo la formación de huecos.



Previo a la iniciación de estos trabajos, se debe obtener los permisos correspondientes a la tala de árboles y vertido de los productos sobrantes a vertedero autorizado.

Los troncos no reutilizables que se encuentren próximos a zonas a proteger, se cortarán empezando por la copa y siguiendo por el tronco progresivamente hasta la coza.

Para extraer raíces y tocones con maquinaria, es una buena elección la utilización de buldózer con rippers.

Los servicios detectados antes, durante o después del desbroce, deberán estar señalizados con referencias externas a la traza.

Para eliminar la grama (mala hierba), se debe excavar al menos un metro bajo superficie del terreno natural.

Asegurar la capacidad de desagüe de la zona desbrozada y detectar posibles manantiales.

Criterios de medición

- Los árboles recuperados, por unidad.
- Los no recuperados, por unidades pero a precio diferente.
- Desbroce general: por m² de superficie.

Medios necesarios

En esta actividad no se utilizan materiales, aunque sí se manejan por el personal que realiza estas tareas, a saber:

- Encargado
- Maquinistas
- Peones

Maquinarias que se utilizan:

- Buldózer
- Pala cargadora
- Camiones

Medios Auxiliares:

- Sierras mecánicas
- Cadenas (unidas al buldózer o pala)
- Trácteles
- Útiles manuales para cortar madera (focetas, hocinos, hoces, etc.)

Caso concreto

El caso de estudio es una finca para la construcción de chalets situada en la localidad de Parbayón en el municipio de Piélagos (Cantabria). La finca tiene una superficie de 2.520 m² en la que hay que realizar el desbroce y limpieza del terreno, hasta una



profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, además de retirar dos árboles de entre 15 y 30 centímetros.

La cantidad de material a retirar será :

$$V = 2520 \times 0,25 = 630 \text{ m}^3 \text{ de tierra vegetal en banco}$$

Para ellos se va a contar con:

- Encargado
- Retrocargadora mixta JCB 4CX C
- Maquinista o conductor
- Motosierra gasolina L=40cm.1,32CV
- Peón ordinario

Cálculo del coste:

Siguiendo el manual se tiene:

- Material
- Maquinaria
- Mano de obra
- Costes operacionales
- Costes indirectos

7.4.1.1. MATERIAL

En este caso no se precisa de material.

7.4.1.2. MAQUINARIA



- Retroexcavadora mixta JCB 4CX C
- Motosierra gasolina L=40cm.1,32CV

Para calcular el coste de la retroexcavadora mixta JCB 4CX C se tiene la formula:

$$COSTE DE PRODUCCION = COSTE HORARIO / PRODUCCION$$

Coste horario:

Para calcular su coste horario se tienen los siguientes conceptos:

- Amortización
- Repuestos y reparaciones
- Consumos
- Maquinista

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Con esto si se va al manual del seopan de 2014 y se busca una retrocargadora sobre ruedas de 75Kw se tiene:

| | | |
|------|----|------------------------------|
| Tipo | 00 | Retrocargadoras sobre ruedas |
|------|----|------------------------------|

| | |
|-----------|-------|
| Subtipo a | Todas |
|-----------|-------|

| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 210 | 10.000 | 2.000 | 80 | 55 | 0,0774 | 0,0121 | 0,0202 | 0,1922 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|----------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| De 60 kW de potencia | 99.500 | 77,03 | 11,99 | 20,08 | 191,22 |
| De 65 kW de potencia | 102.000 | 78,96 | 12,29 | 20,58 | 196,02 |
| De 75 kW de potencia | 125.000 | 96,77 | 15,06 | 25,22 | 240,22 |

Donde se tiene que el valor de comprar es de 125.000 y se estiman unas horas de vida de 10.000 horas totales.

Con lo que la amortización queda:

$$Ah = \frac{125000}{10000} = 12,5 \text{ €/h}$$

Repuestos y reparaciones:

Para este cálculo volvemos a servirnos del manual del seopan de 2014:

| | | |
|------|----|------------------------------|
| Tipo | 00 | Retrocargadoras sobre ruedas |
|------|----|------------------------------|

| | |
|-----------|-------|
| Subtipo a | Todas |
|-----------|-------|

| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 210 | 10.000 | 2.000 | 80 | 55 | 0,0774 | 0,0121 | 0,0202 | 0,1922 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|----------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| De 60 kW de potencia | 99.500 | 77,03 | 11,99 | 20,08 | 191,22 |
| De 65 kW de potencia | 102.000 | 78,96 | 12,29 | 20,58 | 196,02 |
| De 75 kW de potencia | 125.000 | 96,77 | 15,06 | 25,22 | 240,22 |

Donde tenemos

$M+C = 80$ expresado en % de V_c , es decir nos quedaría:

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{80}{100} \times V_c = 0,8 \times 125000 = 100000€$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{100000}{10000} = \mathbf{10€/h}$$

Consumos:

Para el consumo de la retrocargadora sobre ruedas de 75Kw se va a la guía de Caterpillar. Pero antes si la maquina a emplear no es Caterpillar hay que comparar para escoger la maquina cterpillar que

mejor se adapta, en este caso una retroexcavadora cargadora 446B tiene una potencia similar (aunque algo mayor) y un peso parecido, y la misma cilindrada. La tabla que se encuentra:

| RETROEXCAVADORAS CARGADORAS | | | | | | |
|-----------------------------|---------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|
| Modelo | Bajo | | Medio | | Alto | |
| | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. |
| 416C (NA) | 4,5-6,4 | 1,2-1,7 | 6,4-8,3 | 1,7-2,2 | 8,3-10,2 | 2,2-2,7 |
| 428C (NA) | 4,5-6,4 | 1,2-1,7 | 6,4-8,3 | 1,7-2,2 | 8,3-10,2 | 2,2-2,7 |
| 416C (T) | 5,3-7,2 | 1,4-1,9 | 7,2-9,1 | 1,9-2,4 | 9,1-11,4 | 2,4-3,0 |
| 428C (T) | 5,3-7,2 | 1,4-1,9 | 7,2-9,1 | 1,9-2,4 | 9,1-11,4 | 2,4-3,0 |
| 426C | 5,3-7,2 | 1,4-1,9 | 7,2-9,1 | 1,9-2,4 | 9,1-11,4 | 2,4-3,0 |
| 436C | 6,1-8,3 | 1,6-2,2 | 8,3-10,2 | 2,2-2,7 | 10,2-12,5 | 2,7-3,3 |
| 438C | 6,1-8,3 | 1,6-2,2 | 8,3-10,2 | 2,2-2,7 | 10,2-12,5 | 2,7-3,3 |
| 446B | 7,6-9,8 | 2,0-2,6 | 9,8-12,1 | 2,6-3,2 | 12,1-14,4 | 3,2-3,8 |

NA = Aspiración Natural
T = Turboalimentado

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

Alto: Trabajo de producción de ciclos largos y/o implementos de flujo constante.

Medio: Trabajo general de ciclos normales en aplicaciones medianas.

Bajo: Trabajo de obras públicas con ciclos intermitentes en aplicaciones entre ligeras y medianas.

Con lo que si escogemos un factor de carga medio tenemos un consumo de entre 9,8 y 12,1.

Como nuestra maquina es un poco más pequeña escogemos el valor de 9,8 l/h.

El precio del gasoil está a 1,11euros/l

Usando la formula:

$$\text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible} = \text{Coste de Combustible por Hora.}$$

Se tiene:



$$\begin{aligned} \text{Coste de combustible/hora} &= 9,8\text{l/h} \times 1,11\text{€/h} \\ &= \mathbf{10,878\text{€/h}} \end{aligned}$$

Maquinista:

Para el cálculo del maquinista se acude al apartado de mano de obra donde se tiene la formula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un maquinista u oficial de 1 oficio el salario queda:

18654,76 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | 1 | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se puede calcular A de la siguiente forma:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{18654,76}{1738} = \mathbf{10,73\text{€/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá

derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso de un maquinista no aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X Ayte. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,57 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,446 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,446 = 4,53 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI - Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII - Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |



Con lo que queda:

$$D = [(0,23 + 0,067) \times 30,80 \times 333] / 1738 = \mathbf{1,75\text{€/h}}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 10,73 + 4,53 + 1,75 \\ = \mathbf{17,01\text{€/h}}$$

Finalmente se obtiene el coste unitario de la maquina sumando todos los elementos calculados:

Coste unitario de la maquina = Amortización+Repuestos y reparaciones + Consumos + Maquinista

$$\mathbf{C \text{ unitario maquina} = 12,5+10+10,878+17,01 = 50,39 \text{ €/h}}$$

Producción:

Para el calculo de la producción está la formula

$$Q = q \times N = q \times \frac{60 \times E}{Cm}$$



Q = producción horaria (m³/h)

q = producción (m³) por ciclo, de suelo suelto excavado (esto se determina mediante la capacidad de la máquina)

N = número de ciclos por hora

E = rendimiento

C_m = duración del ciclo (en minutos)

Una estimación media de lo que podría ser un ciclo-piloto de la máquina usando la parte cargadora, puede ser la siguiente:

Excavación y carga 6 seg.

Inversión marcha 1 seg.

Retroceso cargada 3 seg.

Giro 1 seg.

Parar 1 seg.

Descenso carga 4 seg.

Invertir marcha 1 seg.

Transporte $\frac{L}{12}$ 3,6

Parar 1 seg.

Voltear carga 4 seg.

Invertir marcha 1 seg.

Retroceder 2 seg.

Giro 1 seg.

Avance frente $\frac{L}{20} 3,6$

Parar 1 seg.

Tomando L=50m

$$Cm = 27 + \frac{L}{20} \times 3,6 + \frac{L}{12} 3,6 = 27 + \frac{80}{20} \times 3,6 + \frac{80}{12} 3,6$$

$$= 65,4 \text{ segundos} = 1,09 \text{ minutos}$$

La maquina tiene una capacidad de cazo de: q=1m3

Y para el cálculo de E se puede usar la tabla siguiente

| Condiciones de trabajo | Mantenimiento de la máquina | | | | |
|------------------------|-----------------------------|-------------|--------|---------|------|
| | Excelente | Buena | Normal | Regular | Mala |
| Excelente | 0,83 | 0,81 | 0,76 | 0,70 | 0,63 |
| Buena | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,65 | 0,60 |
| Normal | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,60 | 0,54 |
| Regular | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 0,45 |
| Mala | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,42 | 0,32 |



$$Q = q \times \frac{60 \times E}{Cm} = 1 \times \frac{60 \times 0,75}{1,09} = 49,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplicando distintos factores obtendremos una producción más real:

$$Q_r = Q \times f_1 \times f_2 \times f_3 \dots \times f_n$$

Algunos de los factores pueden ser los de la siguiente tabla:

Tabla 6 Perdidas de tiempo

| | |
|------------------------|-----|
| METEOROLOGÍA | 9% |
| MANIOBRAS | 8% |
| ESPERAS | 11% |
| AVERÍAS MECÁNICAS | 6% |
| HABILIDAD DEL OPERADOR | 15% |
| TOTAL MÁXIMO | 60% |

A esta producción le aplicaremos los factores de la meteorología ya que la unidad de obra se realiza en una zona de mucha lluvia que pueden retrasar los trabajos, y el factor de las maniobras.

$$Q_r = 49,28 \times 0,91 \times 0,92 = 41,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

COSTE DE PRODUCCION = COSTE HORARIO / PRODUCCION

$$C_{\text{retro-mixta}} = \frac{50,39}{41,25} = 1,22 \text{ €/m}^3$$

- En el caso de la motosierra gasolina L=40cm.1,32CV se tiene el dato en la base de datos del colegio oficial de aparejadores , arquitectos técnicos e ingenieros de edificación de Cantabria.

En la que aparece la siguiente tabla:

SUBCAPÍTULOS:

| Código | Descripción | Imagen |
|--------|--------------------------------|---|
| O | MANO DE OBRA |  |
| M | MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES |  |
| P | PRECIOS UNITARIOS |  |
| C | EDIFICACIÓN |  |
| R | REHABILITACIÓN |  |
| V | COEFICIENTES |  |

Dentro del apartado de varios tenemos:



| | | | | |
|---------|-----|-----------------------------------|------|---|
| M17V370 | H | Maquinillo 500Kg. | 1,58 |  |
| M17V380 | H | Montacargas de fachada 1.000Kg. | 3,02 |  |
| M17V390 | H | Motobomba para agotamientos | 1,87 |  |
| M17V400 | H | Motosierra gasolina L=40cm.1,32CV | 4,29 |  |
| M17V410 | día | Pinza portapalets extensible | 1,85 |  |
| M17V420 | día | Pinza portapalets normal | 1,38 |  |

Con lo que el coste unitario de la motosierra de gasolina de L=40 cm y 1,3 cv es:

$$C_{\text{motosierra}} = 4,29 \text{ €/h}$$

7.4.1.3. MANO DE OBRA

El caso del maquinista está incluido en el coste unitario de la maquina, luego en este apartado se aborda el coste del encargado y del peón ordinario que se encargará de la retirada de los árboles.

Para el cálculo del peón ordinario hay que seguir los pasos del manual:

$$C = A + B + D$$



Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

Tabla 1 DATOS SALARIALES DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado.J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Para un encargado el salario queda:

17402,01 € año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se calcula A:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{17402,1}{1738} = \mathbf{10,01\text{€/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$



El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso del encargado tampoco aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:



Tabla 4 DATOS SALARIALES DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

Retribución diaria

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X Ayte. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,34 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,417 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,417 = 4,5 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.

- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Quando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Quando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

Tabla 1 DATOS SALARIALES DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P.Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado.J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |



Con lo que queda:

$$D = \frac{[(0,23 + 0,067) \times 28,55 \times 333]}{1738} = 1,62 \text{ €/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 10,01 + 4,5 + 1,62 \\ = 16,13 \text{ €/h}$$

Para el cálculo del encargado se vuelven a dar los mismos pasos apoyándose otra vez en el manual y usando nuevamente la fórmula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un encargado el salario queda:

19365,74 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se calcula A:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{19365,74}{1738} = \mathbf{11,14€/hora}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato



Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso del encargado tampoco aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,71 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,463 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:



$$B = 4,05 + 0,035 + 0,463 = 4,548\text{€}/h$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI - Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII - Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = \frac{[(0,23 + 0,067) \times 32,27 \times 333]}{1738} = 1,83 \text{ €/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 11,14 + 4,548 + 1,83$$

$$= 17,518 \text{ €/h}$$



7.4.1.4. COSTES OPERACIONALES:

- Rendimiento de la mano de obra

A la hora de analizar el rendimiento de la mano de obra son muchos los factores que intervienen. Para los trabajos que se realizan en esta unidad de obra se va a tener en cuenta tres aspectos muy importantes como son, la experiencia del operador, su habilidad a la hora de realizar el trabajo y las condiciones físicas que presente (como por ejemplo la edad). Se aplicará un factor que se sacará de la siguiente tabla.

| Características Del operador | Excelente | Buena | Mala |
|---|------------------|--------------|-------------|
| Experiencia | 0,98 | 0,95 | 0,9 |
| Habilidad | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| Condiciones físicas | 0,98 | 0,95 | 0,9 |

En este caso concreto tenemos un maquinista que que presenta una buena experiencia, una excelente habilidad y una buena condición física. Con lo que se aplicará un factor del rendimiento de la mano de obra de **0,85**.

- Costes de implantación y mantenimiento de obra



Para el desbroce de una finca como la que se tiene no necesita ningún tipo de acondicionamiento previo, ya que para una máquina retrocargadora mixta con la que se trabaja el acceso es viable sin necesidad de mejorarlo. Tampoco se necesitan ningún tipo de instalaciones.

- Planificación del trabajo

En los trabajos de desbroce que se van a realizar se puede hacer una planificación sencilla ya que el acopio de las tierras vegetales se realiza en la propia finca para poder reutilizarlo después, por lo que no es necesario coordinar un equipo de trabajo.

El trabajo de la máquina no tendrá paradas por una mala gestión. Si bien quizá la elección de la máquina no es la más adecuada, ya que en este tipo de unidades de obra es más aconsejable el uso de tractores empujadores o palas frontales. Por lo que se aplicará un factor de corrección del 5%.

- Condiciones climatológicas

La ubicación de los trabajos a realizar es una zona con tasas de pluviometría amplia, temperatura moderadas, con suaves variaciones y con un alto grado de humedad.

Estas condiciones climatológicas pueden provocar retrasos en los trabajos se traduce en un aumento del coste. Para que este factor



quede reflejado en el cómputo general aplicaremos un 13% más al coste total.

- Condiciones geológicas

La zona marcada de trabajo no presenta condiciones geológicas adversas. Es una finca con una suave pendiente y con un suelo de fácil excavabilidad. Por ello no influirá negativamente en los costes de la unidad de obra.

- Entorno físico de trabajo

- Cambios de volumen: para el tema del transporte
- Tipos de suelo
- Esfuerzo de tracción y resistencia al movimiento

En esta unidad de obra no se necesita el acarreo de las tierras a vertedero por lo que no este factor no influye.

- Transportes de maquinaria y empleados a la obra

Para el transporte habrá que dividirlo en:

- Transporte de la mano de obra
- Transporte de la maquinaria

Transporte de la mano de obra:

En este trabajo intervienen un encargado, un peón especialista y el maquinista.



El maquinista y el peón ordinario disponen de una furgoneta de trabajo propiedad de la empresa

El encargado dispone de otra furgoneta propiedad de la empresa

Para el cálculo horario:

- Amortización
- Consumos
- Repuestos y reparaciones

Furgoneta Renault Kangoo furgón :

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Estimando un valor de compra de 10.000 € y una vida útil de 15.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{10000}{15000} = 0,66 \text{ €/h}$$

Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 25% con lo que queda



Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{25}{100} \times Vc = 0,25 \times 10000 = 2.500\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{65000}{15000} = \mathbf{0,16 \text{ €/h}}$$

Consumos:

Como es una furgoneta que sirve para que se traslade los operarios y no está trabajando toda la jornada se puede expresar en l/día

Para una furgoneta de estas características se supone un consumo de 8 l/100km. Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km:

$$0,08\text{l/km} \times 25 \text{ km/día} = 2 \text{ l/día}$$

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 1,1 €/h

$$\text{Queda un gasto de: } 2 \text{ l/día} \times 1,1 \text{ €/h} = 2,2 \text{ €/día}$$

Si tenemos una jornada de 8 horas:

$$2,2 \text{ €/día} / 8 \text{ h/día} = 0,275 \text{ €/h}$$

El coste total de la furgoneta:

$$C = 0,66 + 0,16 + 0,275 = 1,1 \text{ €/h}$$

Si consideramos que los trabajos duran 3 días el coste quedara:

$$C = 26,84 \text{ €}$$

Para el transporte de la maquinaria se necesita una góndola de transporte:

El coste vendrá dado por :

- Amortización
- Consumos
- Repuestos y reparaciones
- Conductor

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida



Estimando un valor de compra de 68.000 € y una vida útil de 8.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{68000}{8000} = 8,5 \text{ €/h}$$

Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 80 % con lo que queda

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{80}{100} \times Vc = 0,8 \times 68000 = 54400\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{54400}{8000} = 6,8 \text{ €/h}$$

Consumos:

Para una góndola de transporte se supone un consumo de 110 l/h.

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 0,9 €/l

Queda un gasto de: 110 l/h x 0,9 €/l =99 €/h

Hay que sumarle también el coste del conductor: 17 €/h



El coste total de la góndola:

$$C = 8,5 + 6,8 + 99 + 17 = 131,3 \text{ €/h}$$

Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km, que la góndola tardará en recorrer a 60 Km/h unos 25 minutos, a los que habrá que sumar el tiempo de carga y descarga de la máquina, que estimaremos en otros 20 minutos para cada proceso. Con lo tenemos que la góndola trabaja unas 130 minutos para el transporte para llevarla a la obra y devolverla, es decir 2,16 horas

Por tanto el coste total quedará: $C = 283,6 \text{ €}$

Total coste por transporte de maquinaria y trabajadores:

$$C = 310,4 \text{ €}$$

Este coste supone un 34 %

- Trabajos de replanteo

Para el desbroce los trabajos de replanteo son muy importantes

Para estos trabajos se necesita un jefe de obra y otra persona de apoyo que puede ser un peón especializado.

Si se toma un coste unitario del jefe de obra del 23,4 €/h y 16,4 €/h para el peón especialista, se obtiene un coste de mano de obra para el replanteo de



Coste mano de obra en el replanteo =23,4+16,4= 39,8 €/h

Al equipo topográfico se le puede dar un coste de 3,75 €/h

Con lo que el coste unitario queda de $C = 39,8+3,75 = 43,55$ €/h

Suponiendo un tiempo de 1 hora el coste total quedará:

$$C = 43,55 \text{ €}$$

Este coste supone un 4,7% del total del coste de las operaciones

7.4.1..5. COSTES INDIRECTOS:

Costes indirectos de ejecución:

Para todos aquellos costes que no son imputables a esta unidad de obra, etc, se aplica la fórmula:

$$CIE_x = CDE_x \times \frac{p}{100}$$

CDE_x = costes directos de ejecución

CIE_x = costes indirectos de ejecución

p = porcentaje de imputación de costes indirectos sobre la suma de costes indirectos

Es decir los costes indirectos de ejecución se calculan como un porcentaje de los costes directos, y en este caso se tomará un **3%**

Gastos generales

Para los gastos generales, los costes que no están relacionados con la unidad de obra pero que son necesarios para el funcionamiento de la empresa, también aplicamos un porcentaje, en este caso del **6%**.

7.4.1.6. COSTES TOTALES:

| | | unidades | PRECIO UNITARIO | cantidad | COSTE (€) |
|----------------------------------|----------------|----------|--------------------|----------|----------------|
| Retroexcavadora mixta JBC | | m3 | 1,22 | 630 | 768,6 |
| Motosierra | | m3 | 4,29 | 2 | 8,58 |
| Peon ordinario | | h | 16,13 | 2 | 32,66 |
| Retroexcavadora mixta JBC | | h | 50,39 | 1 | 50,39 |
| Encargado | | h | 17,518 | 3 | 52,55 |
| | | | | | 912,78 |
| Costes operacionales | Traslados | | | 34% | 310,4 |
| | Replanteo | | | 4,7% | 43,55 |
| | Otros factores | | | 23% | 209,93 |
| | | | | | 1476,67 |
| Costes indirectos | | | | 3% | 44,3 |
| Gastos generales | | | | 6% | 88,6 |
| Total | | | | | 1.609,6 |



7.4.2. EXCAVACIÓN:

Movimiento de Tierras es el conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra.

Excavaciones y Vaciado

Después del desbroce, cuando ya se encuentra el terreno limpio y libre, se efectúa el replanteo y se comienza con la excavación.

Excavación

La excavación es el movimiento de tierras realizado a cielo abierto y por medios manuales, utilizando pico y palas, o en forma mecánica con excavadoras, y cuyo objeto consiste en alcanzar el plano de arranque de la edificación, es decir las cimentaciones.

La excavación puede ser:

- Desmonte

El desmonte es el movimiento de todas las tierras que se encuentran por encima de la rasante del plano de arranque de la edificación.

- Vaciado

El vaciado se realiza cuando el plano de arranque de la edificación se encuentra por debajo del terreno.



- Terraplenado

El terraplenado se realiza cuando el terreno se encuentra por debajo del plano de arranque del edificio y es necesario llevarlo al mismo nivel.

Trabajos en tierra y en roca

Como ya se a visto el desmonte consiste en mover volúmenes grandes de tierra sobre la rasante de la edificación y los factores a tener en cuenta para su mediación y valoración.

Se diferencian dos tipos de trabajos: en tierra y en roca.

Trabajos en Tierra

Tendrá en consideración los siguientes ítems:

- Características del terreno, tales como: cohesión, densidad, compacidad; son factores que influyen en el rendimiento de la maquinaria.
- Factores intrínsecos del terreno, tales como: asentamientos, niveles freáticos, zonas plásticas, que pueden incrementar la medición.
- Factores externos, tales como factores climáticos, tendidos aéreos o subterráneos, edificaciones vecinas, tráfico, que pueden hacer que se paralice la excavación.



- Formas de ejecutar las excavaciones, teniendo en cuenta profundidad, sección, altura, etc.; ésto nos orientará hacia el tipo de maquinaria más adecuada a emplear.

Los trabajos en tierra se realizan por lo general por medios mecánicos con la maquinaria adecuada en cada caso.

Durante los Trabajos de Replanteo debemos prever la ubicación de *rampas* para salida y entrada de camiones; es necesario delimitar el área de nuestra actuación y marcar puntos de referencia externos que nos sirvan para tomar datos topográficos.

Deberá tener en cuenta la *cota final* de la excavación y dejar las tierras a nivel, ya que resultaría muy costoso tener que volver a rellenar lo ejecutado.

Es importante conocer el ángulo de talud natural del terreno, sobre todo los de poca cohesión, conocer la ubicación exacta al excavar dejando paramentos ataluzados.

El talud adecuado a cada terreno no solo se aplica al corte principal sino a todos los frentes de excavación, incluyendo las rampas.

En el caso en que por la ocupación del edificio dentro del terreno no se pudieran realizar los taludes necesarios, deberá recurrirse a la excavación por bataches.

Trabajos en Roca



Tendrá en consideración los siguientes ítems:

- Características de la roca, su dureza, forma geológica, estratificación, etc., de estos datos sabremos el precio del metro lineal de barreno, el número de unidades, cantidad y tipos de explosivos.
- Factores externos tales como: edificaciones lindantes, tráfico, etc.; datos para saber cantidad y tipos de explosivos a utilizar.
- Obtener los permisos requeridos con suficiente antelación; aunque las operaciones con explosivos son realizadas por empresas especializadas, las mismas deben aportar las autorizaciones requeridas para su ejecución en tiempo y forma.

La ejecución en roca depende de la dureza de la roca; si esta es blanda, se puede excavar con máquinas con martillos rompedores o con explosivos, si son rocas de gran dureza, su excavación solo se logra con explosivos.

En esta ocasión, tenemos la misma finca de 2.520 m² en Parbayón. Hay que realizar un vaciado según los planos del proyecto. Hay que realizar los trabajos de replanteo y luego de excavación. El terreno presenta un relieve muy suave y está compuesto principalmente por arcillas. Estas arcillas son adecuadas para el sellado que se está haciendo en el vertedero municipal de Torrelavega, que está a unos 20 km de nuestro trabajo, con lo que se hará el vertido de las tierras



allí. Una vez replantado el proyecto nos dice que tenemos que excavar una superficie de 2000m² a una profundidad de 3m.

Lo que supone un volumen en banco:

$$V_{banco} = 6000 \text{ m}^3$$

$$D_{banco} = 2,02 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Factor de esponjamiento} = 22 \%$$

Para esta unidad de obra necesitaremos:

- Encargado
- Retroexcavadora sobre cadenas Caterpillar 318D2 L
- Maquinista o conductor
- 4 camiones
- 4 conductores

Calculo del coste:

7.4.2.1. MATERIAL: para este trabajo tampoco se necesita material.



7.4.2.2. MAQUINARIA

- Excavadora

Tenemos la retroexcavadora sobre cadenas Caterpillar 318D2 L

Para calcular su coste se vuelve a la formula:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$

Con los siguientes conceptos:

- Amortización
- Repuestos y reparaciones
- Consumos
- Maquinista

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Con esto se va al manual del seopan de 2014 y se va a una excavadora sobre cadenas de 16,20 t:

| | |
|-------------|--|
| Grupo 04 | Maquinarias para movimiento de tierras a cielo abierto |
| Subgrupo 00 | Excavadoras |
| Tipo | 05 Excavadora hidráulica sobre cadenas |

Subtipo b

De 15 t a 30 t de masa

| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 210 | 10.000 | 1500 | 85 | 30 | 0,0460 | 0,0148 | 0,0212 | 0,1517 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|--------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| De 16,20 t de peso | 162.900 | 74,97 | 24,11 | 34,6 | 247,18 |
| De 21,50 t de peso | 218.700 | 100,65 | 32,37 | 46,46 | 331,84 |
| De 23,80 t de peso | 258.500 | 118,96 | 38,26 | 54,91 | 392,23 |
| De 28,00 t de peso | 300.000 | 138,06 | 44,40 | 63,73 | 455,20 |

Donde se tiene que el valor de comprar es de 162.900 y se estiman unas horas de vida de 10.000 horas totales.

Con lo que la amortización queda:

$$Ah = \frac{162900}{10000} = \mathbf{16,29 \text{ €/h}}$$

Repuestos y reparaciones:

Para este cálculo volvemos a servirnos del manual del seopan de 2014:

| Subtipo b | | | De 15 t a 30 t de masa | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------|------------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
| 210 | 10.000 | 1.500 | 85 | 30 | 0,0460 | 0,0148 | 0,0212 | 0,1517 |
| Modelo | | | | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
| De 16,20 t de peso | | | | 162.900 | 74,97 | 24,11 | 34,6 | 247,18 |
| De 21,50 t de peso | | | | 218.700 | 100,65 | 32,37 | 46,46 | 331,84 |
| De 23,80 t de peso | | | | 258.500 | 118,96 | 38,26 | 54,91 | 392,23 |
| De 28,00 t de peso | | | | 300.000 | 138,06 | 44,40 | 63,73 | 455,20 |

Donde tenemos

$M+C = 85$ expresado en % de V_c , es decir nos quedaría:

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{85}{100} \times V_c = 0,85 \times 162900 = 138465\text{€}$$

Para el coste horario hay que dividir entre la vida útil:

$$C = \frac{138465}{10000} = 13,85\text{€/h}$$

Consumos:

Para el consumo de la excavadora excavadora sobre cadenas 318D2 L se va a la guía de Caterpillar. En este caso la maquina es caterpillar pero no esta dentro de la guía ya que no está actualizada por lo que la podemos estrapolar a los datos de una excavadora 317B L por sus características similares de potencia y peso. La tabla que se muestra:

| EXCAVADORAS | | | | | | |
|---------------|---------|-------------|--------------|-------------|---------|-------------|
| Modelo | Bajo | | Medio | | Alto | |
| | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. |
| 301.5 | * | * | * | * | * | * |
| 302.5 | * | * | * | * | * | * |
| 307B/307B SB | 3-5 | ¾-1¼ | 5-8 | 1¼-2 | 7-10 | 1¼-2½ |
| 311B | 4-6 | 1-1½ | 6-9 | 1½-2¼ | 9-12 | 2¼-3½ |
| 312B/312B L | 4-6 | 1-1½ | 6-9 | 1½-2¼ | 10-13 | 2¼-3½ |
| 313B CR | * | * | * | * | * | * |
| 315B | 5-9 | 1¼-2¼ | 9-13 | 2¼-3½ | 13-15 | 3¼-4 |
| 317B L | 6-10 | 1¼-2½ | 10-13 | 2¼-3½ | 14-17 | 3¼-4½ |
| 318B L | 8-12 | 2-3½ | 12-14 | 3¼-3¾ | 15-19 | 4-5 |
| M312 | 5-9 | 1¼-2¼ | 9-12 | 2¼-3½ | 12-15 | 3¼-4 |
| M315 | 6-10 | 1¼-2½ | 10-13 | 2¼-3½ | 13-16 | 3¼-4½ |
| M318 | 8-12 | 2-3½ | 12-16 | 3¼-4 | 17-19 | 4¼-5 |
| M320 | 9-13 | 2-3½ | 13-17 | 3¼-4½ | 17-20 | 4½-5½ |
| 320C | 9-13 | 2½-3¼ | 13-15 | 3¼-4 | 15-19 | 4-5 |
| 322B | 11-15 | 3-4 | 16-18 | 4¼-4¾ | 18-23 | 4¼-6¼ |
| 325B | 13-16 | 3¼-4¼ | 18-21 | 4¼-5½ | 25-27 | 6¼-7¼ |
| 330B | 18-24 | 4¼-6½ | 24-30 | 6½-8 | 34-38 | 9-10 |
| 345B | 25-30 | 5½-8 | 35-40 | 9¼-10½ | 45-50 | 11¼-13¼ |
| 365B | 34-38 | 9-10 | 45-51 | 12-13½ | 61-67 | 16-17¼ |
| 375 | 40-44 | 10½-11¼ | 53-59 | 14-15¼ | 71-77 | 18¼-20½ |
| 5110B | 69-74 | 18-19 | 84-89 | 22-24 | 103-108 | 27-28 |
| 5130B | 91-95 | 24-25 | 110-114 | 29-30 | 129-132 | 34-35 |
| 5230 | 163-193 | 43-51 | 193-204 | 51-54 | 208-227 | 55-60 |

*No hay suficiente información.

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

Alto: La mayoría del trabajo en aplicaciones de tendido de tubos en suelos duros de roca. Excavación del 90 al 95% de la jornada.

Medio: La mayor parte de las aplicaciones en trabajos de alcantarillas para urbanizaciones, con lecho de arcilla natural. Excavación del 60 al 85% de la jornada. Aplicaciones de carga de troncos.

Bajo: La mayoría de los trabajos en servicios generales o urbanos en marga arenosa. Excavación durante menos del 50% de la jornada. Aplicaciones de manejo de chatarra.

En este caso se considera un factor de carga medio con lo que se obtiene un consumo de entre 10y 13 litros a la hora.

En este caso se va a escoger la media entre los dos valores:

11,5 litros/hora



El precio del gasoil está a 1,11euros/l

Usando la formula:

$$\text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible} = \text{Coste de Combustible por Hora.}$$

Se tiene:

Coste de combustible/hora

$$= 11,5l/h \times 1,11€/h = \mathbf{12,765€/h}$$

Maquinista:

Para el cálculo del maquinista se acude al apartado de mano de obra donde se tiene la formula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un maquinista u oficial de 1 oficio el salario queda:

18654,76 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se puede calcular A de la siguiente forma:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{18654,76}{1738} = \mathbf{10,73\text{€/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:



$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso de un maquinista no aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,57 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,446 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,446 = 4,53 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la

construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización

- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado I. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII - Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = [(0,23 + 0,067) \times 30,80 \times 333] / 1738 = 1,75\text{€/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:



$$C = A + B + D = 10,73 + 4,53 + 1,75$$
$$= 17,01\text{€/h}$$

Finalmente se obtiene el coste unitario de la maquina sumando todos los elementos calculados:

Coste unitario de la maquina = Amortización+Repuestos y reparaciones + Consumos + Maquinista

| |
|--|
| $C \text{ unit. excavadora} = 16,29+13,85+12,76+17= 59,9 \text{ €h}$ |
|--|

Producción:

Para el calculo de la producción está la formula

$$Q = q \times N = q \times \frac{60 \times E}{Cm}$$



Q = producción horaria (m³/h)

q = producción (m³) por ciclo, de suelo suelto excavado (esto se determina mediante la capacidad de la máquina)

N = número de ciclos por hora

E = rendimiento

C_m = duración del ciclo (en minutos)

Y para todos los datos se puede usar el manual Caterpillar:

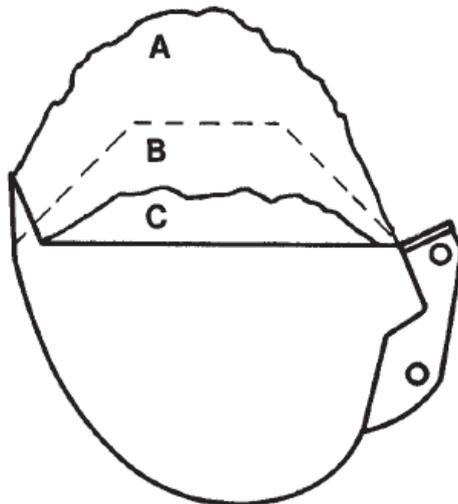
Excavadora Caterpillar 318 D2 L cuya equivalencia más aproximada en el manual es la excavadora 317B.

CARGA UTIL DEL CUCHARON

En una excavadora, la carga útil del cucharón (la cantidad de tierra del cucharón en cada ciclo de excavación) depende del tamaño y forma del cucharón, de la fuerza de plegado y de ciertas características del suelo, tales como el factor de llenado de ese tipo de tierra. Se indican a continuación los factores de llenado de diversos materiales.

Promedio de carga útil del cucharón = (Capacidad colmada del cucharón) x (Factor de llenado del cucharón)

| Material | Factor de llenado (Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón) |
|---------------------------------------|---|
| Marga mojada o arcilla arenosa | A — 100-110% |
| Arena y grava | B — 95-110% |
| Arcilla dura y compacta | C — 80-90% |
| Roca bien fragmentada por voladura | 60-75% |
| Roca mal fragmentada por voladura | 40-50% |



| Modelo | Tipo de Cucharón | Familia de Cucharón | Ancho de Corte | | Radio de Plegado del Cucharón | | Capacidad Colmada | | Peso del cucharón con dientes | |
|--------|----------------------|---------------------|----------------|------|-------------------------------|------|-------------------|-----------------|-------------------------------|------|
| | | | mm | pulg | mm | pulg | L | yd ³ | kg | lb |
| 317B L | Excavación | | 600 | 24,0 | 1310 | 52,0 | 350 | 0,46 | 389 | 860 |
| | | | 750 | 30,0 | 1310 | 52,0 | 470 | 0,61 | 435 | 960 |
| | | | 850 | 33,0 | 1310 | 52,0 | 560 | 0,73 | 495 | 1090 |
| | | | 1000 | 39,0 | 1310 | 52,0 | 680 | 0,89 | 544 | 1200 |
| | | | 1050 | 41,0 | 1310 | 52,0 | 725 | 0,95 | 542 | 1195 |
| | | | 1100 | 43,0 | 1310 | 52,0 | 770 | 1,01 | 589 | 1300 |
| | | | 1200 | 47,0 | 1310 | 52,0 | 860 | 1,12 | 620 | 1370 |
| | | | 1300 | 51,0 | 1310 | 52,0 | 900 | 1,18 | 695 | 1530 |
| | Excavación extremada | | 600 | 24,0 | 1310 | 52,0 | 350 | 0,46 | 398 | 880 |
| | | | 750 | 30,0 | 1310 | 52,0 | 470 | 0,61 | 445 | 980 |
| | | | 850 | 33,0 | 1310 | 52,0 | 560 | 0,73 | 495 | 1090 |
| | | | 1000 | 39,0 | 1310 | 52,0 | 680 | 0,89 | 555 | 1220 |
| | | | 1200 | 47,0 | 1310 | 52,0 | 860 | 1,12 | 630 | 1390 |

Con lo que queda



Promedio de carga útil del cucharón = (Capacidad colmada del cucharón) x (Factor de llenado del cucharón)=
0,86 m³ x 0,90= **0,774 m³**

TABLAS PARA CALCULAR TIEMPOS DE CICLO

El ciclo de excavación de la excavadora consta de cuatro partes:

1. Carga del cucharón
2. Giro con carga
3. Descarga del cucharón
4. Giro sin carga

El tiempo total del ciclo de la excavadora depende del tamaño de la máquina (las máquinas pequeñas tienen ciclos más rápidos que las máquinas grandes) y de las condiciones de la obra. A medida que éstas se hacen más difíciles (se dificulta más la excavación, la zanja es más profunda, hay más obstáculos, etc.), baja el rendimiento de la excavadora. A medida que se endurece el suelo y se dificulta su excavación, se tarda más en llenar el cucharón. A medida que la zanja se hace más profunda y la pila del material que se saca crece, el cucharón tiene que viajar más lejos y la superestructura tiene que hacer mayores giros con cada ciclo de trabajo.

La ubicación de la pila del material y del camión afectan también el ciclo de trabajo. Si el camión se estaciona en el área inmediata de excavación contiguo a la pila del material, son posibles ciclos de 10 a 17 segundos. El extremo opuesto sería con el camión o la pila de



material por encima del nivel de la excavadora, a 180° del punto de excavación.

Las tablas para calcular el tiempo de ciclo (en la siguiente página) muestran la gama del tiempo total de los ciclos que se pueden esperar en condiciones de trabajo desde excelentes hasta rigurosas. Muchos factores afectan la rapidez con que puede trabajar la excavadora. Las tablas definen la gama de tiempo de los ciclos que se experimentan frecuentemente con cierta máquina y proporcionan una guía en la decisión de qué trabajo es “fácil” y cuál es “difícil”. De esta manera, se evalúan primero las condiciones de la obra y se usa después la Tabla para Estimar el Tiempo de Ciclo para seleccionar la gama apropiada de trabajo.

Un método práctico para mejorar aún más la Tabla para Calcular el Tiempo de Ciclo es observar las excavadoras cuando trabajan en el campo y tratar de correlacionar los ciclos a las condiciones de la obra, a la habilidad del operador, etc.

En la siguiente tabla se indican los tiempos típicos de ciclo conforme a la experiencia con excavadoras Caterpillar

- sin obstáculos en la ruta de circulación
- condiciones de trabajo más que favorables
- un operador con habilidad normal
- ángulo de giro de 60° a 90°

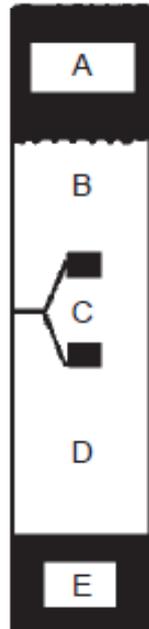
Estos ciclos se reducen al mejorar las condiciones del trabajo o la habilidad del operador, y aumentan si las condiciones se tornan desfavorables.

**Rapidez
máxima**

**Rapidez
máxima
práctica**

**Zona
típica**

Lento



TIEMPO DE CICLO VS. LAS CONDICIONES DE LA OBRA

- Fácil de excavar (tierra suelta, arena, limpieza de zanjas, etc.). Excava a una profundidad menor del 40% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es menor de 30°. Descarga en la pila o en camión en el área de excavación. No hay obstáculos. Operador con buena habilidad.

- No tan fácil de excavar (tierra compactada, arcilla seca y dura, tierra con menos de 25% de roca). Excava a una profundidad de hasta el 50% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 60°. Pila de descarga grande. Pocos obstáculos.

- Excavación entre mediana y difícil (suelo duro compactado hasta con 50% de roca). Excava a una profundidad de hasta el 70% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 90°. Los camiones de acarreo se cargan cerca de la excavadora.

- Difícil de excavar (roca de voladura o suelo duro con hasta 75% de roca). Excava a una profundidad de hasta el 90% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 120°. Zanjas reforzadas. Área de descarga pequeña. Hay que trabajar con cuidado por el personal en la zanja que tiende tubos.

- La excavación más difícil (arenisca, piedra caliza, caliche, pizarra bituminosa, suelo congelado). Excava a una profundidad de más del 90% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es mayor de 120°. Carga de cucharón en alcantarillas. Descarga en un área pequeña y alejada de la máquina lo que requiere el alcance máximo de ésta. Hay gente y obstáculos en el área de trabajo.

CLAVE

- A — Excelente
- B — Muy buena
- C — Buena
- D — Mala
- E — Pésima

En este caso se opta por la clave B: No tan fácil de excavar (tierra compactada, arcilla seca y dura, tierra con menos de 25% de roca). Excava a una profundidad de hasta el 50% de la capacidad máxima de la máquina. El ángulo de giro es de hasta 60°. Pila de descarga grande. Pocos obstáculos.

| TABLA PARA CALCULAR TIEMPOS DE CICLO | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|------|------|------------------|--------|------|------|------|------|---------------|--------|-----|-----------------|-----------|
| Tiempo de ciclo | TAMAÑO DE MAQUINA | | | | | | | | | | | | Tiempo de ciclo | |
| | 307 | 311B | 312B | 315B L 317B L | 318B L | 320C | 322B | 325B | 330B | 345B Serie II | 365B L | 375 | | |
| 10 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 0,17 min. |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | 0,25 min. |
| 20 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 0,33 min. |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | 0,42 min. |
| 30 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 0,50 min. |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | 0,58 min. |
| 40 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 0,67 min. |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | 0,75 min. |
| 50 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 0,83 min. |
| 55 | | | | | | | | | | | | | | 0,92 min. |
| 60 SEG. | | | | | | | | | | | | | | 1,0 min. |

Con lo sería un tiempo de ciclo de entre 11 y 14 segundos.

Finalmente quedaría: $C_m = 0,22$ minutos

El manual de Caterpillar proporciona unas Tablas de Cálculo de Producción que a continuación se muestran proporcionan el rendimiento teórico en movimiento de tierra de una excavadora hidráulica en m³/h si puede estimarse la carga media del cucharón y el tiempo medio del ciclo. Usando un tiempo medio de ciclo se puede ajustar la producción calculada para tener en cuenta las características específicas del lugar de la obra y de la aplicación. Por ejemplo, los cálculos en aplicaciones de carga de camiones deben incluir el tiempo necesario para cambiar el camión, lo cual aumenta el tiempo de ciclo y reduce la productividad teórica. Los



valores de la tabla se basan en 60 min. De trabajo por hora, que es el 100% de eficiencia, lo cual nunca se consigue en la práctica. Por lo tanto, el estimador aplica un factor de eficiencia en el trabajo a las cifras de la tabla, basándose en su criterio o el conocimiento de las condiciones reales de la obra.

Las zonas de trabajo que hay en las Tablas de Cálculo de Producción muestran las capacidades productivas de las excavadoras hidráulicas en las categorías de tamaños de la 307 a la 5230 ME. El límite superior de cada una de estas categorías corresponde a los tiempos de ciclo más rápidos y prácticos de las máquinas, y el ancho de cada zona indica la escala de capacidades (carga útil) de los cucharones que se puede utilizar con cada una de las máquinas. Los valores óptimos de rendimiento, en la zona sombreada de arriba, se basan en condiciones favorables de trabajo: facilidad de excavación, zanjas de poco fondo, buen operador, etc.

Las Tablas de Cálculo de Producción también pueden servir de guía para elegir la máquina del tamaño adecuado para un trabajo, según se muestra en el ejemplo siguiente.

Metros cúbicos por hora de 60 minutos*

| Tiempos de Ciclo Calculados | | CARGA UTIL CALCULADA DEL CUCHARÓN** — METROS CUBICOS SUELTOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | Tiempos de Ciclo Calculados | | | |
|-----------------------------|------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----------------|-----|-----|
| Tiempo en | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ciclos por min. | Ciclos por seg. | | |
| Seg. | Min. | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | | | 4,0 | |
| 10,0 | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 6,0 | 360 |
| 11,0 | 0,18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5,5 | 330 |
| 12,0 | 0,20 | 60 | 90 | 150 | 210 | 270 | | | | | | | | | | | | | | | | 5,0 | 300 |
| 13,3 | 0,22 | 54 | 81 | 135 | 189 | 243 | 297 | 351 | 405 | 459 | 513 | 567 | 621 | 675 | 729 | 783 | 837 | 891 | 945 | 1080 | 4,5 | 270 | |
| 15,0 | 0,25 | 48 | 72 | 120 | 168 | 216 | 264 | 312 | 360 | 408 | 456 | 504 | 552 | 600 | 648 | 696 | 744 | 792 | 840 | 960 | 4,0 | 240 | |
| 17,1 | 0,29 | 42 | 63 | 105 | 147 | 189 | 231 | 273 | 315 | 357 | 399 | 441 | 483 | 525 | 567 | 609 | 651 | 693 | 735 | 840 | 3,5 | 210 | |
| 20,0 | 0,33 | 36 | 54 | 90 | 126 | 162 | 198 | 234 | 270 | 306 | 342 | 378 | 414 | 450 | 486 | 522 | 558 | 544 | 630 | 720 | 3,0 | 180 | |
| 24,0 | 0,40 | 30 | 45 | 75 | 105 | 135 | 165 | 195 | 225 | 255 | 285 | 315 | 345 | 375 | 405 | 435 | 465 | 495 | 525 | 600 | 2,5 | 150 | |
| 30,0 | 0,50 | 24 | 36 | 60 | 84 | 108 | 132 | 156 | 180 | 204 | 228 | 252 | 276 | 300 | 324 | 348 | 372 | 396 | 420 | 480 | 2,0 | 120 | |
| 35,0 | 0,58 | 20 | 31 | 51 | 71 | 92 | 112 | 133 | 153 | 173 | 194 | 214 | 235 | 255 | 275 | 296 | 316 | 337 | 357 | 408 | 1,7 | 102 | |
| 40,0 | 0,67 | | | | | 81 | 99 | 177 | 135 | 153 | 171 | 189 | 207 | 225 | 243 | 261 | 279 | 297 | 315 | 360 | 1,5 | 90 | |
| 45,0 | 0,75 | | | | | | | | | 133 | 148 | 164 | 179 | 195 | 211 | 226 | 242 | 257 | 273 | 312 | 1,3 | 78 | |
| 50,0 | 0,83 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1,2 | 72 | |

*Producción real/hora = (producción en hora de 60 min.) × (Factor de efic. en la obra)

**Carga útil estimada del cucharón = (Cantidad de material en el cucharón)
= (Capacidad colmada del cucharón) × (Factor de llenado del cucharón)

Los números sobre fondo blanco indican producción media.

Estimador de Eficiencia en la Obra

| Tiempo de trab./h | Eficiencia |
|-------------------|------------|
| 60 Min | 100% |
| 55 | 91% |
| 50 | 83% |
| 45 | 75% |
| 40 | 67% |

$$Q = 189\text{m}^3/\text{h} \times 0,83 = \underline{\underline{156,87 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

También se puede aplicar la formula:

Teniendo:

$$q = 0,774 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

$C_m = 0,22$ minutos

$E = 0,75$ se saca de la tabla:

| Condiciones de trabajo | Mantenimiento de la máquina | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|-------|--------|---------|------|
| | Excelente | Buena | Normal | Regular | Mala |
| Excelente | 0,83 | 0,81 | 0,76 | 0,70 | 0,63 |
| Buena | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,65 | 0,60 |
| Normal | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,60 | 0,54 |
| Regular | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,52 | 0,45 |
| Mala | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,42 | 0,32 |

Se obtiene:

$$Q = q \times \frac{60 \times E}{C_m} = 0,774 \times \frac{60 \times 0,75}{0,22} = 158,31 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como se ve es un valor muy parecido al sacado de la tabla.

Antes de sacar el coste de producción el manual nos dice que para sacar la producción más real hay que aplicarle unos factores de corrección.

$$Q_{real} = Q \times f_1 \times f_2 \times f_3 \dots \times f_n$$

La siguiente tabla muestra algunos de los factores que se pueden aplicar

| | |
|------------------------|-----|
| METEOROLOGÍA | 9% |
| MANIOBRAS | 8% |
| ESPERAS | 11% |
| AVERÍAS MECÁNICAS | 6% |
| HABILIDAD DEL OPERADOR | 15% |
| TOTAL MÁXIMO | 60% |

En este caso concreto se aplicará el factor de corrector de la meteorología, las esperas y la habilidad del operador, quedando así:

$$Q_r = 156,87 \times 0,91 \times 0,89 \times 0,85 = 107,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Finalmente se aplica la formula:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$



$$\text{Coste de producción} = \frac{59,9 \text{ €/h}}{107,99 \text{ m}^3/\text{h}}$$
$$= 0,554 \text{ €/m}^3$$

- Camiones

Para calcular su coste se vuelve a usar la fórmula:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$

Para calcular su coste horario se usan los mismos conceptos:

- Amortización
- Repuestos y reparaciones
- Consumos
- Maquinista

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Para el cálculo de los camiones el manual de Seopan 2014 proporciona la siguiente tabla:

| Subgrupo 02 | | Camiones | | | | | | |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Tipo | 00 | Camión. Con caja fija | | | | | | |
| Subtipo a | | | | Todos | | | | |
| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
| 190 | 8.000 | 1.100 | 80 | 35 | 0,0524 | 0,0180 | 0,0270 | 0,1564 |
| Modelo | | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) | | |
| Para 10 t | | 68.000 | 35,63 | 12,24 | 18,36 | 106,35 | | |
| Para 16 t | | 78.000 | 40,87 | 14,04 | 21,06 | 121,99 | | |

El valor de comprar es de 68.000 y se estiman unas horas de vida de 8.000 horas totales.

La amortización queda:

$$Ah = \frac{68000}{8000} = \mathbf{8,5 \text{ €/h}}$$

Repuestos y reparaciones:

Se usa nuevamente el manual del Seopan 2014:

| Subtipo a | | | Todos | | | | | |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
| 190 | 8.000 | 1.100 | 80 | 35 | 0,0524 | 0,0180 | 0,0270 | 0,1564 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|-----------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| Para 10 t | 68.000 | 35,63 | 12,24 | 18,36 | 106,35 |
| Para 16 t | 78.000 | 40,87 | 14,04 | 21,06 | 121,99 |

Donde

$M+C = 80$ expresado en % de V_c , queda por tanto:

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{80}{100} \times V_c = 0,85 \times 68000 = 57800€$$

Para el coste horario hay que dividir entre la vida útil:

$$C = \frac{57800}{8000} = 7,225€/h$$

Consumos:

Para el consumo del tipo de camión que se tiene suponemos un consumo aproximado de 40 l/h



El precio del gasoil está a 0,9 euros/l

Usando la formula:

$$\text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible} = \text{Coste de Combustible por Hora.}$$

Se tiene:

$$\text{Coste de } \frac{\text{combustible}}{\text{hora}} = \frac{40l}{h} \times \frac{0,9\text{€}}{h} = 36 \text{ €/h}$$

Conductor:

Para el cálculo del maquinista se acude al apartado de mano de obra donde se tiene la formula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un maquinista u oficial de 1 oficio el salario queda:

18654,76 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se puede calcular A de la siguiente forma:



$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{18654,76}{1738} = \mathbf{10,73\text{€/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:



$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso de un maquinista no aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:



TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,57 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,446 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,446 = 4,53 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la

construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización

- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado I. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII - Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = [(0,23 + 0,067) \times 30,80 \times 333] / 1738 = 1,75\text{€/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:



$$C = A + B + D = 10,73 + 4,53 + 1,75$$
$$= 17,01\text{€/h}$$

Finalmente se obtiene el coste unitario de la maquina sumando todos los elementos calculados:

$$\text{Coste unitario de la maquina} = \text{Amortización} + \text{Repuestos y reparaciones} + \text{Consumos} + \text{Conductor}$$

| |
|---|
| $C \text{ unit. camión} = 8,5+7,225+36+17= 68,72 \text{ €/h}$ |
|---|

Producción:

Ciclo del camión:

Tiempo viaje + tiempo carga + tiempo descarga

Para el tiempo del viaje hay que tener en cuenta que la distancia a vertedero es de 20 km



Si realiza el viaje una velocidad media aproximada de 50 km /hora, queda:

Tiempo del viaje: 24 min x 2 = 48 minutos

Tiempo de carga = tiempo de ciclo de la retroexcavadora x numero de ciclos necesarios para cargar un camión

Capacidad del camión = 8,62 m³

Capacidad del cazo de la retroexcavadora = 0,774 m³

Nº ciclos de la retro necesario para llenar el camión = 12 apro.

Tiempo del ciclo de la máquina = 0,22 min

Tiempo de carga = 12 x 0,22 = 2,64 minutos

Tiempo descarga = 5 minutos

Factor de eficiencia: 0,8

Tiempo total = 55,64 x 0,8 = 44,51 minutos

Para calcular q tenemos en cuenta que tenemos una densidad en banco de 2'02 t/m³ y un factor de esponjamiento del 22% por lo que:

q= 8,2m³

$$Q = q \times \frac{60 \times E}{Cm} = 8,2 \times \frac{60 \times 0,75}{44,51} = 8,29 \text{ m}^3/\text{h}$$



Coste de producción:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$

$$\text{Coste de producción} = \frac{68,72 \text{ €/h}}{8,29 \text{ m}^3/\text{h}} =$$

$$8,3 \text{ €/m}^3$$

7.4.2.3. MANO DE OBRA

El caso del maquinista y de los conductores está incluido en el coste unitario de la maquina, luego en este apartado se aborda el coste del encargado.

Para el cálculo del encargado se vuelven a dar los mismos pasos apoyándose otra vez en el manual y usando nuevamente la fórmula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un encargado el salario queda:

19365,74 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | 6 horas | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se calcula A:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{19365,74}{1738} = \mathbf{11,14\text{€/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:



$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso del encargado tampoco aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,71 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,463 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,463 = 4,548 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la

construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización

- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Quando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Quando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado I. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = \frac{[(0,23 + 0,067) \times 32,27 \times 333]}{1738} = 1,83\text{€/h}$$



Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 11,14 + 4,548 + 1,83$$

$$= \mathbf{17,518 \text{ €/h}}$$

7.4.2.4. COSTES OPERACIONALES

- Rendimiento de la mano de obra

A la hora de analizar el rendimiento de la mano de obra son muchos los factores que intervienen. Para los trabajos que se realizan en esta unidad de obra se va a tener en cuenta tres aspectos muy importantes como son, la experiencia del operador, su habilidad a la hora de realizar el trabajo y las condiciones físicas que presente (como por ejemplo la edad). Se aplicará un factor que se sacará de la siguiente tabla.

| Características Del operador | Excelente | Buena | Mala |
|---|------------------|--------------|-------------|
| Experiencia | 0,98 | 0,95 | 0,9 |

| | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Habilidad | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| Condiciones físicas | 0,98 | 0,95 | 0,9 |

En este caso concreto tenemos un maquinista que que presenta una buena experiencia, una buena habilidad y una excelente condición física. Con lo que se aplicará un factor del rendimiento de la mano de obra de **0,83**.

- Costes de implantación y mantenimiento de obra

Para la excavación se necesitará hacer una rampa para la óptima entrada de los camiones al lugar de carga.

La realización de la rampa se efectúa con la propia retroexcavadora que realiza la excavación y con un camión que transporte una carga de todo uno. Se supone una hora para la realización de este trabajo.

Teniendo de los datos anteriores que la maquina cuesta: 59,9 €/h

El camión supone: 68,52 €/h

El material está a 10,18 €/m³ lo que supondrá si necesitamos unos 8m³ un coste de 80,9 €

Quedando un coste aproximado para la rampa de 209,32 €

Lo que supone 0,39 % del total

- Planificación del trabajo



En los trabajos de excavación la planificación es importante ya que es necesaria coordinar la retroexcavadora con los camiones que transportan el material. La planificación repercutirá en las paradas en el proceso y por tanto en la producción total de la operación.

Se aplicará un factor de corrección del 10 %

- **Condiciones climatológicas**

La ubicación de los trabajos a realizar es una zona con tasas de pluviometría amplia, temperatura moderadas, con suaves variaciones y con un alto grado de humedad.

Estas condiciones climatológicas pueden provocar retrasos en los trabajos que se traduce en un aumento del coste. Para que este factor quede reflejado en el cómputo general aplicaremos un 13 % más al coste total.

- **Condiciones geológicas**

La zona marcada de trabajo no presenta condiciones geológicas adversas. Es una finca con una suave pendiente y con un suelo de fácil excavabilidad. Por ello no influirá negativamente en los costes de la unidad de obra.

- **Entorno físico de trabajo**

- o Cambios de volumen: para el tema del transporte
- o Tipos de suelo
- o Esfuerzo de tracción y resistencia al movimiento



El terreno donde se realiza la excavación presenta un suelo de arcillas con un 22% de esponjamiento. Las tierras deben ser llevadas a vertedero por lo que en el coste de acarreo de las tierras habrá un aumento debido a estos factores. Se aplicará un factor del 0,95.

- Transportes de maquinaria y empleados a la obra

Para el transporte habrá que dividirlo en:

- Transporte de la mano de obra
- Transporte de la maquinaria

Transporte de la mano de obra:

En este trabajo intervienen un encargado, un peón especialista y el maquinista.

El maquinista y el peón ordinario disponen de una furgoneta de trabajo propiedad de la empresa

El encargado dispone de otra furgoneta propiedad de la empresa

Para el cálculo horario:

- Amortización
- Consumos
- Repuestos y reparaciones

Furgoneta Renault Kangoo furgón :

Amortización:



$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Estimando un valor de compra de 10.000 € y una vida útil de 15.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{10000}{15000} = 0,66 \text{ €/h}$$

Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 25% con lo que queda

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{25}{100} \times Vc = 0,25 \times 10000 = 2.500\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{65000}{15000} = \mathbf{0,16 \text{ €/h}}$$



Consumos:

Como es una furgoneta que sirve para que se traslade los operarios y no está trabajando toda la jornada se puede expresar en l/día

Para una furgoneta de estas características se supone un consumo de 8 l/100km. Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km:

$$0,08\text{l/km} \times 25 \text{ km/día} = 2 \text{ l/día}$$

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 1,1 €/h

$$\text{Queda un gasto de: } 2 \text{ l/día} \times 1,1 \text{ €/h} = 2,2 \text{ €/día}$$

Si tenemos una jornada de 8 horas:

$$2,2 \text{ €/día} / 8 \text{ h/día} = 0,275 \text{ €/h}$$

El coste total de la furgoneta:

$$C = 0,66 + 0,16 + 0,275 = 1,1 \text{ €/h}$$

Para el transporte de la maquinaria se necesita una góndola de transporte:

El coste vendrá dado por :

- Amortización
- Consumos



- Repuestos y reparaciones
- Conductor

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Estimando un valor de compra de 68.000 € y una vida útil de 8.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{68000}{8000} = 8,5 \text{ €/h}$$

Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 80 % con lo que queda

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{80}{100} \times Vc = 0,8 \times 68000 = 54400\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:



$$C = \frac{54400}{8000} = 6,8 \text{ €/h}$$

Consumos:

Para una góndola de transporte se supone un consumo de 110 l/h.

2,16 horas x 100 €/hora

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 0,9 €/l

Queda un gasto de: 110 l/h x 0,9 €/l = 99 €/h

Hay que sumarle también el coste del conductor: 17 €/h

El coste total de la góndola:

$C = 8,5 + 6,8 + 99 + 17 = 131,3 \text{ €/h}$

Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km, que la góndola tardará en recorrer a 60 Km/h unos 25 minutos, a los que habrá que sumar el tiempo de carga y descarga de la máquina, que estimaremos en otros 20 minutos para cada proceso. Con lo tenemos que la góndola trabaja unas 130 minutos para el transporte para llevarla a la obra y devolverla, es decir 2,16 horas.

Por tanto el coste total quedará: $C = 283,6 \text{ €}$



Total coste por transporte de maquinaria y trabajadores:

C = 310,4 €

Supone un 0,58 %

- Trabajos de replanteo

Para el desbroce los trabajos de replanteo son muy importantes

Para estos trabajos se necesita un jefe de obra y otra persona de apoyo que puede ser un peón especializado.

Si se toma un coste unitario del jefe de obra del 23,4 €/h y 16,4 €/h para el peón especialista, se obtiene un coste de mano de obra para el replanteo de

Coste mano de obra en el replanteo = $23,4 + 16,4 = 39,8$ €/h

Al equipo topográfico se le puede dar un coste de 3,75 €/h

Con lo que el coste unitario queda de $C = 39,8 + 3,75 = 43,55$ €/h

Suponiendo 2 horas para el replanteo quedará: 87,1 €

Supone un 0,16 % del total de costes directos.



7.4.2.5. COSTES INDIRECTOS:

Costes indirectos de ejecución:

Para todos aquellos costes que no son imputables a esta unidad de obra, etc, se aplica la fórmula:

$$CIE_x = CDE_x \times \frac{p}{100}$$

CDE_x = costes directos de ejecución

CIE_x = costes indirectos de ejecución

p = porcentaje de imputación de costes indirectos sobre la suma de costes indirectos

Es decir los costes indirectos de ejecución se calculan como un porcentaje de los costes directos, y en este caso se tomará un **3%**

Gastos generales

Para los gastos generales, los costes que no están relacionados con la unidad de obra pero que son necesarios para el funcionamiento de la empresa, también aplicamos un porcentaje, en este caso del **6%**.

7.4.2.6. COSTES TOTALES:

| | | unidade s | PRECIO UNITARIO | cantidad | COSTE (€) |
|--|-----------------------|--------------|--------------------|--------------|-----------------|
| Retroexcavadora Caterpillar 318D2 | | m3 | 0,554 | 6000 | 3324 |
| Camiones | | m3 | 8,3 | 6000 | 49800 |
| Encargado | | h | 17,518 | 10 | 175,18 |
| | | | | | 53299,18 |
| Costes operacion ales | Traslados | | | 0,58% | 310,4 |
| | Replanteo | | | 0,18% | 87,1 |
| | Acondicionami ento | | | 0,39% | 209,32 |
| | Otros factores | | | 25% | 13324,8 |
| | | | | | 67230,71 |
| Costes indirectos | | | | 3% | 2016,9 |
| Gastos generales | | | | 6% | 4039,84 |
| Total | | | | | 73289,45 |

7.4.3. REALIZACIÓN DE ESCOLLERAS

Procedimiento para la realización de una Escollera

Las escolleras tienen la finalidad de sujetar o soportar el corrimiento de tierras en laderas, terraplenes, terrenos agrícolas, montes, taludes y ríos.

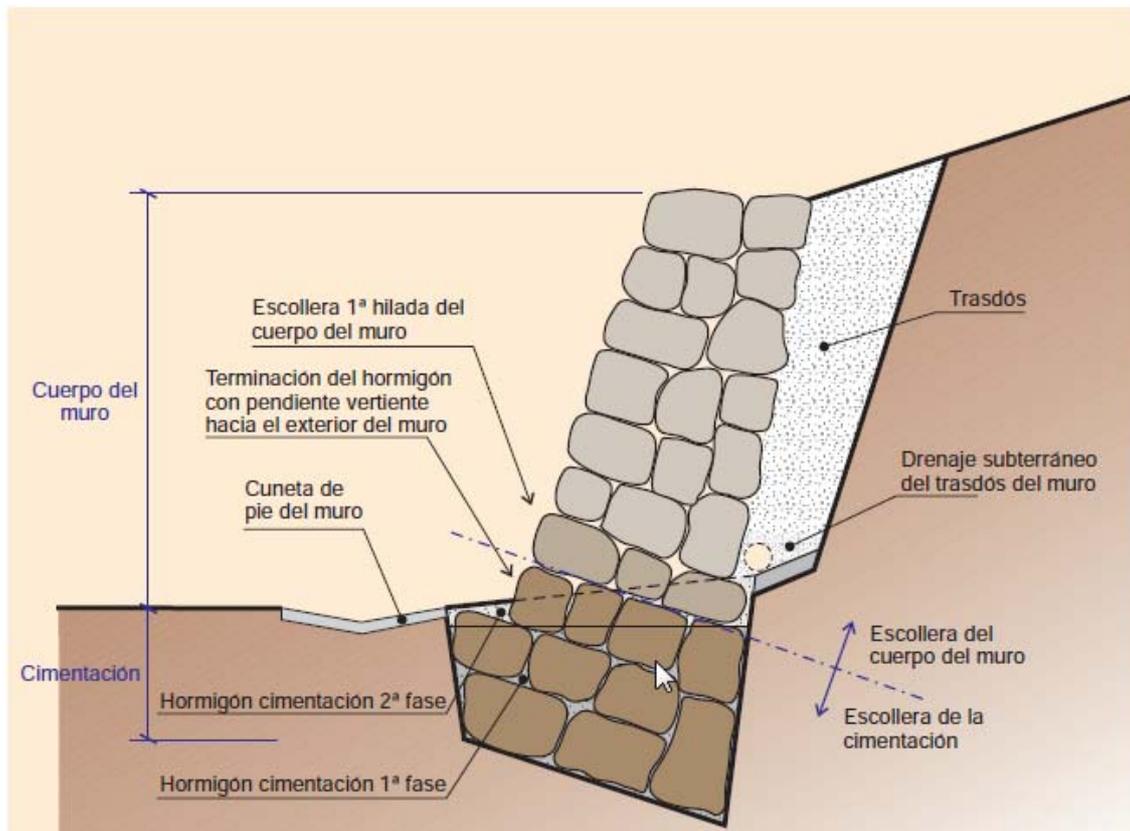


FIGURA 5.1. PARTES DE UN MURO DE ESCOLLERA.



Para ejecutar una escollera, se procede una vez conocida la inclinación de la escollera, la longitud y la altura de la misma, a realizar la excavación de una zanja a modo de pie de escollera (cimiento). El fondo de excavación de la cimentación se ejecutará normalmente con una contrainclinación respecto a la horizontal de valor aproximado 3H:1V.

Una vez efectuada la excavación del cimiento, se debe proceder a la colocación de escollera en su interior, hasta alcanzar aproximadamente la cota del terreno natural en el intradós. Posteriormente, se deberá proceder al vertido de hormigón de las características especificadas en el proyecto, de forma que se rellenen los huecos existentes entre los bloques de escollera.

A continuación, y una vez asentada la base, se van colocando filas de rocas o piedras horizontalmente; las grandes en la parte inferior de la escollera y las pequeñas en la cabeza de escollera (parte superior) hasta alcanzar la altura deseada.

Siempre hay que buscar la cara de la roca o piedra plana para colocarla a la vista y con la menor junta entre las mismas posible.

Medios necesarios:

Las obras de escollera están constituidas por bloques pétreos, con forma prismática y superficie rugosa. Los bloques de escollera deben provenir de macizos rocosos sanos, de canteras, de



préstamos, o de las excavaciones de la propia obra y se obtendrán mediante voladuras.

En general serán adecuadas para escollera las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas resistentes, sin alteración apreciable, compactas y estables químicamente frente a la acción de los agentes externos, y en particular frente al agua.

Se consideran rocas estables aquellas que según NLT 255 sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no manifiestan fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad según NLT 260 para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

La densidad aparente seca mínima de la piedra será de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico (2.500 kg/m³).

La absorción de agua según UNE 83134 será inferior al dos por ciento (2%).

El coeficiente de desgaste de Los Ángeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a cincuenta (50).

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera podrá variar entre diez kilogramos (10 kg) y doscientos kilogramos (200 kg). Además la cantidad de piedras de peso inferior a cien



kilogramos (100 kg), será menor del veinticinco por ciento (25%) en peso.

Las condiciones anteriores corresponden al material colocado. Las granulometrías obtenidas en cualquier otro momento de la ejecución sólo tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones que puedan producirse en el material durante la construcción.

El Proyecto o, en su defecto el Director de las Obras, podrá admitir tamaños máximos superiores.

El proyecto deberá definir el tipo de hormigón a emplear en el relleno del cimiento, si bien, a priori se recomienda con carácter general hormigón en masa de veinte megapascuales de resistencia característica, consistencia blanda y tamaño máximo del árido⁵ de cuarenta milímetros, HM-20/B/40/A, siendo A la designación del ambiente.

La máquina más adecuada para la ejecución de un muro de escollera colocada será normalmente la excavadora de orugas con equipo retro-excavador con cuchara o pinzas. Las características del trabajo a realizar, aconsejan el empleo de maquinaria sobre orugas con potencia mínima de ciento quince kilowatios (115 kW). Cuando se utilicen pinzas, pueden considerarse como más adecuadas, a priori, las llamadas de demolición o de escollera, que se acoplan al balancín de la excavadora. En caso de utilizar cazo, la



capacidad de éste deberá ser de aproximadamente uno coma cinco metros cúbicos (1,5 m³), si bien ello dependerá del tamaño máximo de la escollera a colocar.

En todas las fases de la construcción del muro y en particular en la ejecución del cuerpo del mismo, deberá contarse con un operario auxiliar que asista al maquinista en la selección y colocación de cada bloque, así como en la materialización de la geometría del muro: para ello deberá ir provisto, cuando menos, de cinta métrica y escuadra con nivel.

Este trabajo deberá ser revisado por medio de equipos topográficos.

Caso concreto

El trabajo a analizar consiste en la realización de un muro de escollera de 10 metros de largo y 4 metros de altura máxima. Los trabajos se realizan en la localidad de Cudón, en el municipio de Miengo (Cantabria).

En el siguiente ejemplo, calcularemos un muro de escollera de 4,00 m de altura máxima. La función de este muro es la de estabilizar un talud natural.

Para el correcto dimensionado, cálculo y comprobación de este tipo de muros, hay que recurrir a la siguiente bibliografía:

– Guía para el proyecto y ejecución de muros de escollera en obras de carretera (2006)

– Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras, del Ministerio de Fomento (1998).

En nuestro ejemplo, especularemos con una cimentación en un nivel rocoso con una presión admisible de 0,5 Mpa (5 kg/cm²).

Siguiendo las recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras, se obtiene la situación problema. En nuestro caso, sería una situación IIs.

| Tipo terreno trasdós muro | | | Tipo de escollera | | |
|---------------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------|----------------------------|
| Tipo | ϕ | kN/m ² | Tipo | tg ϕ | γ kN/m ³ |
| I | 35° | 19,0 | I | 2,0 | 19,0 |
| II | 25° | 19,0 | II | 1,5 | 17,0 |
| III | 15° | 19,0 | | | |

| Situaciones en función de la escollera y trasdós muro | | | | | | |
|---|---------|-----------|------|-----------|----------|------|
| | Ic / Is | Iic / IIs | IIic | IVc / IVs | Vc / IVs | Vic |
| tg ϕ_e | 2 | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| kN/m ² | 19 | 19 | 19 | 17 | 17 | 17 |
| ϕ_t | 35° | 25° | 15° | 35° | 25° | 15° |
| kN/m ² | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 | 19,0 |

Los valores que usaremos serán:

– escollera de árido calizo de cantera.

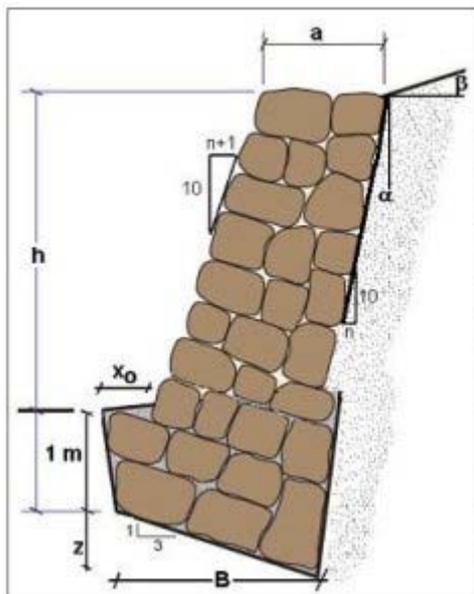
tg E = 2

peso específico = 1900 kg/m³

ancho en coronación a = 1,50 m

ancho del muro en la base (b= a+H/10) = 1,90 m

Con estos datos básicos, se puede definir la geometría total de la escollera



Comprobación de la escollera:

Partiendo de los siguientes datos, podemos obtener el resto de valores del gráfico:

a (ancho coronación) = 1,5 m

b (ancho en la base) = 1,9 m

x_0 (puntera) = 0,3 m

altura z (cimentación) = 0,714 m + 1 m (según norma)

altura total escollera = 5,714 m

ancho total en la base = 2,2 m

trasdós ($^\circ$) = 78,69

intradós ($^\circ$) = 73,30

y con la geometría definida, obtenemos:

peso total del muro de escollera = 18,0 T

volumen escollera = 10,25 m³

volumen excavación cimientos = 3,24 m³

Teniendo una longitud de 10 m, y que el volumen de hormigón en los cimientos es del 30% del volumen total, los cálculos finales quedarán:

Peso de escollera a colocar: 180 T

Volumen de Hormigón: 97,2 m³

Para esta unidad de obra necesitaremos:

- Escollera
- Hormigón
- Encargado
- Excavadora de cadenas Komatsu PC240LC-8
- Maquinista o conductor
- 1 camiones
- 1 conductores
- Peón

Calculo del coste:



7.4.3.1. MATERIAL:

- Escollera seleccionada

A través de la justificación de precios realizada por la consejería de obras públicas del gobierno de Cantabria se obtiene que el precio unitario de la escollera seleccionada de peso entre 10 y 500 kg es de 7,13 €/T

Una vez conocido el precio unitario se aplica la fórmula del manual:

$$C = K1 \times Cu + K2 \times Cm + K3 \times Ct + k \times \frac{Cu}{100}$$

C: coste del material (euros)

Cu: coste por unidad de medida (euros/m³, euros/m²,...)

Cm: coste de maniobra de carga y descarga (euros/m³, euros/m²,...)

Ct: coste del transporte del material

K: factor de desperdicio (%)

Q: cantidad por unidad de obra (m³,m²,....)

K1, K2, K3 son factores de corrección



El coste del transporte, de la carga y de la descarga nos viene dado por un camión de capacidad 16 t, por lo que teniendo en cuenta que necesitamos 180t deberá hacer unos 12 viajes a la cantera.

Distancia ubicación unidad de obra – Cantera: 18 Km

Duración del viaje: 25 minutos

Duración de cargas y descargas: 30 minutos

Distancia total de transporte: 432 km

Horas de transporte: 7,2 h

Horas de carga y descarga: 6 h

Los costes del transporte:

- Amortización:

El valor de comprar es de 78.000 y se estiman unas horas de vida de 8.000 horas totales.

La amortización queda:

$$Ah = \frac{78000}{8000} = 9,75 \text{ €/h}$$

- Repuestos y reparaciones:

Donde

$M+C = 80$ expresado en % de V_c , queda por tanto:

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$\frac{80}{100} \times V_c = 0,80 \times 78000 = 62400\text{€}$$

$$C = \frac{62400}{8000} = 7,8\text{€/h}$$

- Consumos:

Suponiendo un consumo para el camión de 70 l/100km tenemos, es decir 0,7l/km y debe realizar 12 viajes de ida y vuelta de 18 km, quedará:

Consumo gasoil = 302, 4 litros

El precio del gasoil está a 0,9 euros/l

Se tiene:

$$\text{Coste de } \frac{\text{combustible}}{\text{hora}} = 302,4\text{l} \times 0,9\text{€/l} = 278\text{€}$$

Conductor:



$$C_{camionero} = A + B + D = 10,73 + 4,53 + 1,75 = 17,01 \text{ €/h}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste transporte} &= (9,75 \text{ €/h} + 7,8 \text{ €/h} + 17 \text{ €/h}) \times 13,2 \text{ h} + 278 \text{ €} \\ &= 734 \text{ €} \end{aligned}$$

$$\text{Coste por unidad de material: } 734 \text{ €} / 180 \text{ t} = 4 \text{ €/t}$$

El factor K2 y K3 no son aplicables en este caso ya que es la empresa la que se encarga de ello y por lo tanto el coste del transporte se calculará con el coste del camión y su producción.

El factor K1 será el descuento que nos hace la cantera, ya que además de la escollera se comprará el hormigón, la cantera hace a la empresa un descuento especial del 10% en los dos productos.

Por tanto:

$$K1 = 0,9$$

También se añadirá un factor de desperdicio del 10 % con lo que:

$$K = 10$$

$$\begin{aligned} C_{escollera} &= 0,9 \times 7,13 + 4 + 10 \times \frac{0,9 \times 6,417}{100} \\ &= 11,06 \text{ €/t} \end{aligned}$$

- Hormigón en masa de consistencia plástica de una resistencia de 20 megapascales y con un tamaño mínimo de árido de 20mm .

HM20/P/20

Acudiendo a la base de precios del colegio oficial de aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de edificación de Cantabria se tiene:

| | | | | |
|---------|----------------|---------------------------------|--------|---|
| P23H100 | m ³ | Hormigón HA-30/P/20/IIa central | 90,09 |  |
| P23H110 | m ³ | Hormigón HM-20/P/20/I central | 89,68 |  |
| P23H120 | m ³ | Hormigón HM-20/P/40/I central | 89,68 |  |
| P23H130 | m ³ | Hormigón HM-25/P/20/I central | 97,18 |  |
| P23H140 | m ³ | Hormigón HM-30/P/20/I central | 101,36 |  |

$$C_{\text{hormigón}} = 89,68 \text{ €/m}^3$$



7.4.3.2. MAQUINARIA

- Excavadora

Tenemos la retroexcavadora sobre cadenas Komatsu PCL240LC-8

Para calcular su coste:

| |
|---|
| $\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$ |
|---|

Con los siguientes conceptos:

- Amortización
- Repuestos y reparaciones
- Consumos
- Maquinista

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Con esto se va al manual del Seopan de 2014 y se va a una excavadora sobre cadenas de 16,20 t:

Grupo 04 Maquinarias para movimiento de tierras a cielo abierto

Subgrupo 00 Excavadoras

Tipo 05 Excavadora hidráulica sobre cadenas

Subtipo b De 15 t a 30 t de masa

| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 210 | 10.000 | 1.500 | 85 | 30 | 0,0460 | 0,0148 | 0,0212 | 0,1517 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|--------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| De 16,20 t de peso | 162.900 | 74,97 | 24,11 | 34,6 | 247,18 |
| De 21,50 t de peso | 218.700 | 100,65 | 32,37 | 46,46 | 331,84 |
| De 23,80 t de peso | 258.500 | 118,96 | 38,26 | 54,91 | 392,23 |
| De 28,00 t de peso | 300.000 | 138,06 | 44,40 | 63,73 | 455,20 |

Donde se estiman unas horas de vida de 10.000 horas totales.

Y para el cálculo de obra como la excavadora que realiza el trabajo es de 2 5,5 Toneladas se puede realizar una extrapolación:

$$\frac{28 - 23,8}{300000 - 258500} = \frac{28 - 25,5}{300000 - Vc}$$

$$Vc = 275.300 \text{ € aproximadamente}$$

Con lo que la amortización queda:

$$Ah = \frac{275300}{10000} = 27,53 \text{ €/h}$$

Repuestos y reparaciones:

Para este cálculo volvemos a servirnos del manual del Seopan de 2014:

| Subtipo b | | | | De 15 t a 30 t de masa | | | | |
|--------------|---------------------|-----------------|---------|------------------------|--------|--------|---------|---------|
| E (días/año) | Hut (horas totales) | Hua (horas/año) | M+C (%) | Ad (%) | Cd (%) | Ch (%) | Chm (%) | Cdm (%) |
| 210 | 10.000 | 1.500 | 85 | 30 | 0,0460 | 0,0148 | 0,0212 | 0,1517 |

| Modelo | Valor compra (€) | Cd (€) | Ch (€) | Chm (€) | Cdm (€) |
|--------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|
| De 16,20 t de peso | 162.900 | 74,97 | 24,11 | 34,6 | 247,18 |
| De 21,50 t de peso | 218.700 | 100,65 | 32,37 | 46,46 | 331,84 |
| De 23,80 t de peso | 258.500 | 118,96 | 38,26 | 54,91 | 392,23 |
| De 28,00 t de peso | 300.000 | 138,06 | 44,40 | 63,73 | 455,20 |

Donde tenemos

M+C = 85 expresado en % de V_c , es decir nos quedaría:

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{85}{100} \times V_c = 0,85 \times 275300 = 234005€$$

Para el coste horario hay que dividir entre la vida útil:

$$C = \frac{234005}{10000} = 23,4\text{€/h}$$

Consumos:

Para el consumo de la excavadora excavadora sobre cadenas 318D2 L se va a la guía de Caterpillar. En este caso la maquina es caterpillar pero no esta dentro de la guía ya que no está actualizada por lo que la podemos estrapolar a los datos de una excavadora 317B L por sus características similares de potencia y peso. La tabla que se muestra:

| EXCAVADORAS | | | | | | |
|--------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| Modelo | Bajo | | Medio | | Alto | |
| | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. | litros | gal. EE.UU. |
| 301.5 | * | * | * | * | * | * |
| 302.5 | * | * | * | * | * | * |
| 307B/307B SB | 3-5 | ¾-1¼ | 5-8 | 1¼-2 | 7-10 | 1¼-2½ |
| 311B | 4-6 | 1-1½ | 6-9 | 1½-2¼ | 9-12 | 2¼-3½ |
| 312B/312B L | 4-6 | 1-1½ | 6-9 | 1½-2¼ | 10-13 | 2¼-3½ |
| 313B CR | * | * | * | * | * | * |
| 315B | 5-9 | 1¼-2¼ | 9-13 | 2¼-3½ | 13-15 | 3½-4 |
| 317B L | 6-10 | 1½-2¼ | 10-13 | 2½-3½ | 14-17 | 3¾-4½ |
| 318B L | 8-12 | 2-3½ | 12-14 | 3½-3¾ | 15-19 | 4-5 |
| M312 | 5-9 | 1¼-2¼ | 9-12 | 2¼-3½ | 12-15 | 3¾-4 |
| M315 | 6-10 | 1½-2¼ | 10-13 | 2½-3½ | 13-16 | 3½-4½ |
| M318 | 8-12 | 2-3½ | 12-16 | 3½-4 | 17-19 | 4½-5 |
| M320 | 9-13 | 2-3½ | 13-17 | 3¾-4½ | 17-20 | 4½-5½ |
| 320C | 9-13 | 2½-3½ | 13-15 | 3¾-4 | 15-19 | 4-5 |
| 322B | 11-15 | 3-4 | 16-18 | 4¼-4¾ | 18-23 | 4¾-6¼ |
| 325B | 13-16 | 3¾-4¼ | 18-21 | 4¾-5½ | 25-27 | 6¾-7¼ |
| 330B | 18-24 | 4¾-6½ | 24-30 | 6¾-8 | 34-38 | 9-10 |
| 345B | 25-30 | 5½-8 | 35-40 | 9¼-10½ | 45-50 | 11¼-13¼ |
| 365B | 34-38 | 9-10 | 45-51 | 12-13½ | 61-67 | 16-17¾ |
| 375 | 40-44 | 10½-11¼ | 53-59 | 14-15¾ | 71-77 | 18¾-20½ |
| 5110B | 69-74 | 18-19 | 84-89 | 22-24 | 103-108 | 27-28 |
| 5130B | 91-95 | 24-25 | 110-114 | 29-30 | 129-132 | 34-35 |
| 5230 | 163-193 | 43-51 | 193-204 | 51-54 | 208-227 | 55-60 |

*No hay suficiente información.

GUIA DEL FACTOR DE CARGA

- Alto: La mayoría del trabajo en aplicaciones de tendido de tubos en suelos duros de roca. Excavación del 90 al 95% de la jornada.
- Medio: La mayor parte de las aplicaciones en trabajos de alcantarillas para urbanizaciones, con lecho de arcilla natural. Excavación del 60 al 85% de la jornada. Aplicaciones de carga de troncos.
- Bajo: La mayoría de los trabajos en servicios generales o urbanos en marga arenosa. Excavación durante menos del 50% de la jornada. Aplicaciones de manejo de chatarra.



En este caso se considera un factor de carga medio con lo que se obtiene un consumo de entre 13 y 16 litros a la hora.

En este caso se va a escoger la media entre los dos valores:

15,5 litros/hora

El precio del gasoil está a 1,11euros/l

Usando la formula:

| |
|---|
| $\text{Consumo por hora} \times \text{Precio Unitario Local del Combustible} = \text{Coste de Combustible por Hora.}$ |
|---|

Se tiene:

$$\begin{aligned} & \textit{Coste de combustible /hora} \\ & = 14,5 \textit{ l/h} \times 1,11\textit{€}/h = \mathbf{16,1\textit{€}/h} \end{aligned}$$

Maquinista:

Para el cálculo del maquinista se acude al apartado de mano de obra donde se tiene la formula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado, I. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 1.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |



| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un maquinista u oficial de 1 oficio el salario queda:

18654,76 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se puede calcular A de la siguiente forma:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{18654,76}{1738} = \mathbf{10,73\text{€/hora}}$$



Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$



Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso de un maquinista no aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,57 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,446 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$\mathbf{B = 4,05 + 0,035 + 0,446 = 4,53\text{€/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la

construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización

- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado I. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = [(0,23 + 0,067) \times 30,80 \times 333] / 1738 = 1,75\text{€/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:



$$C = A + B + D = 10,73 + 4,53 + 1,75$$
$$= 17,01\text{€/h}$$

Finalmente se obtiene el coste unitario de la maquina sumando todos los elementos calculados:

$$\text{Coste unitario de la maquina} = \text{Amortización} + \text{Repuestos y reparaciones} + \text{Consumos} + \text{Maquinista}$$

| |
|---|
| C unit. excavadora = 27,53+23,4+16,1+17= 84,03 €/h |
|---|

Producción:

En la guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de escolleras se encuentra un apartado de RENDIMIENTOS MÁS HABITUALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA.

Tal y como nos informa la guía: la producción en la construcción de muros de escollera depende de tres factores fundamentales a tener en cuenta, tanto en la elección de la maquinaria, como en su aspecto operativo:

- Tamaño y forma de los bloques de escollera.
- Potencia de la máquina y capacidad del cazo o pinza.
- Duración del ciclo básico y habilidad del maquinista.

También nos muestra una figura en la que se recogen los rendimientos medios que suelen obtenerse en la ejecución de muros de escollera colocada, en función de la distancia al acopio de bloques, obtenidos a partir de diversas observaciones in situ. Como puede deducirse de la figura, resulta fundamental situar el acopio de los bloques de escollera lo más cerca posible de la posición de trabajo de la máquina, dado que la velocidad de desplazamiento de una máquina de orugas es, en general, lenta.

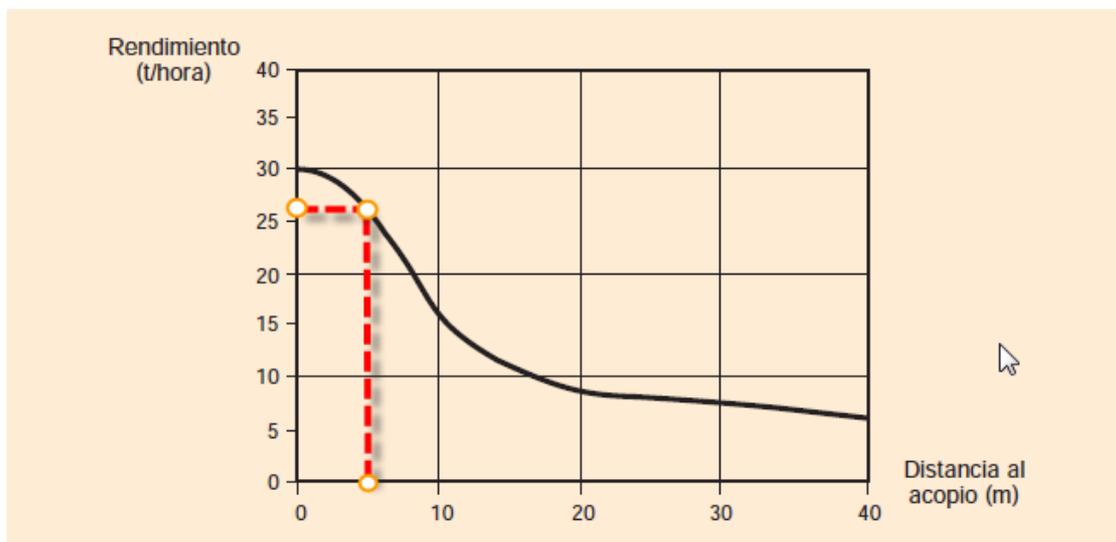


FIGURA A-1.4. RENDIMIENTOS MEDIOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA COLOCADA.

En el tajo los acopios se han podido dejar a unos 5 metros con lo que la producción queda:

$$Q=26 \text{ t/h}$$



A los valores obtenidos de la figura se les pueden aplicar los coeficientes de corrección de la siguiente tabla , obtenidos de forma empírica en diferentes observaciones, en función de la habilidad del palista, forma de la escollera y útil de colocación.

TABLA A-1.1. COEFICIENTES CORRECTORES DE LOS RENDIMIENTOS MEDIOS

| FACTOR | CONSIDERACIÓN | COEFICIENTE |
|-----------------------|---------------|-------------|
| Habilidad del palista | Excelente | 1,4 |
| | Buena | 1,2 |
| | Normal | 1,0 |
| Forma de la escollera | Prismática | 1,2 |
| | Cúbica | 1,0 |
| | Irregular | 0,8 |
| Útil de colocación | Cazo | 1,0 |
| | Pinza | 1,3 |

Para este estudio se escogerá un palista con una buena habilidad para la realización de escolleras (coeficiente = 1), se tiene una escollera con formas irregulares (coeficiente = 0,8) y se utiliza un cazo (Coeficiente=1).

Además de estos factores, como el casos anteriores podemos aplicar más factores que puedan influir en la producción.

$$Q_{real} = Q \times f1 \times f2 \times f3 \dots \times fn$$

La siguiente tabla muestra algunos de los factores que se pueden aplicar

| | |
|------------------------|-----|
| METEOROLOGÍA | 9% |
| MANIOBRAS | 8% |
| ESPERAS | 11% |
| AVERÍAS MECÁNICAS | 6% |
| HABILIDAD DEL OPERADOR | 15% |
| TOTAL MÁXIMO | 60% |

En este caso concreto se aplicará los factores mencionados anteriormente y el factor de meteorología ya que estamos en una zona de bastantes lluvias que pueden retrasar los trabajos.

$$Q_r = 26 \times 0,91 \times 1 \times 1 \times 0,8 = \mathbf{18,93 \text{ t/h}}$$

Finalmente se aplica la formula:

$$\text{COSTE DE PRODUCCION} = \text{COSTE HORARIO} / \text{PRODUCCION}$$



$$\textit{Coste de producción} = \frac{84,03 \text{ €/h}}{18,93 \text{ t/h}}$$

$$= 4,43 \text{ €/t}$$

7.4.3.3. MANO DE OBRA

El caso del maquinista y de los conductores está incluido en el coste unitario de la maquina, luego en este apartado se aborda el coste del encargado y del peón especialista.

Para el cálculo del encargado se vuelven a dar los mismos pasos apoyándose otra vez en el manual y usando nuevamente la fórmula:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado,J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

| Niveles | Horas extras ordinarias | H. Extras nocturnas (de 22 a 06 horas), domingos y festivos |
|---------|-------------------------|--|
| VI | 14,03 | 18,88 |
| VII | 13,67 | 18,51 |
| VIII | 13,52 | 18,38 |
| IX | 13,14 | 18,01 |
| X | 12,84 | 17,70 |
| XI | 12,77 | 17,64 |
| XII | 12,62 | 17,47 |

Para un encargado el salario queda:

19365,74 €/año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | <u>- 16 horas</u> |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se calcula A:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{19365,74}{1738} = \mathbf{11,14€/hora}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$

El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso del encargado tampoco aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

TABLA SALARIAL DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

RETRIBUCIÓN DIARIA

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,71 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,463 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:



$$B = 4,05 + 0,035 + 0,463 = 4,548\text{€/h}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Cuando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Cuando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

TABLA SALARIAL DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 días) | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII - Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Con lo que queda:

$$D = \frac{[(0,23 + 0,067) \times 32,27 \times 333]}{1738} = 1,83\text{€/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 11,14 + 4,548 + 1,83$$

$$= 17,518 \text{ €/h}$$

Para el cálculo del peón especialista:

$$C = A + B + D$$

Siendo:

C = expresa el coste horario para la empresa en €/h.

A = retribución total del trabajador con carácter salarial exclusivamente y en €/h.

B = retribución total del trabajador de carácter no salarial, expresada en €/h.

D = retribuciones sociales, en €/h

Para todos estos datos se puede en el caso que nos ocupa se puede ir al Convenio Colectivo del Sector de la Construcción de Cantabria para 2012, con la revisión salarial para 2015.

Para el cálculo de A:

Tabla 1 DATOS SALARIALES DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P. Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado.J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - AYTE. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |

Para un peón especialista el salario queda:

17.613,03 € año

Teniendo en cuenta el calendario laboral de 2015

| | | |
|---|------------------------------------|--------------------|
| HORAS DE CALENDARIO | | 1.928 horas |
| HORAS DE VACACIONES | 21 días x 8 horas | - 168 horas |
| HORAS DE VACACIONES (excepcionales 2015) | 2 días x 8 horas | - 16 horas |
| TOTAL HORAS | | 1.744 horas |
| DIAS DE PLUS CONVENIO= | 241 días – 23 días de vacaciones = | 218 días |
| HORAS DE LIBRE DISPOSICIÓN | | 6 horas |
| TOTAL HORAS EFECTIVAS (Total horas trabajo efectivo) | | 1.738 horas |

Se calcula A:

$$A = \frac{\text{Salario anual}}{\text{Horas trabajo efectivo al año}} = \frac{17613,03}{1738} = \mathbf{10,13 \text{ €/hora}}$$

Para el cálculo de B:

- Dietas
- Plus de distancia
- Desgaste de herramienta
- Ropa de trabajo
- Reconocimiento medico
- Indemnizaciones extinción de contrato

Para las dietas y la distancia se tiene también el convenio colectivo de la construcción de Cantabria con la tabla:

| DIETAS Y KILOMETRAJE | |
|----------------------|-------|
| Dieta completa..... | 32,30 |
| Media dieta..... | 10,58 |
| Kl..... | 0,24 |

En la que se refleja en euros por hora, con lo que para calcular el coste por hora se tiene:

$$32,30 \text{ €/día} \times 218 \text{ días/año} = 7041,4 \text{ €/año}$$



El coste unitario debido a las dietas queda:

$$7041,4 \text{ €/año} / 1738\text{h/año} = \underline{4,05 \text{ €/h}}$$

Para la ropa de trabajo En el artículo 62 del convenio establece, la posibilidad de sustituir la obligación de facilitar a su personal manual ropa de trabajo por una cierta cantidad, quedando establecida la misma en 0,27 € por día efectivo de trabajo.

Con lo que queda un coste unitario debido a la ropa de trabajo:

$$0,27\text{€/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,035 \text{ €/h}}$$

En el caso de Desgaste de herramienta en su artículo 61, el convenio establece que el personal que tenga que aportar herramientas de su propiedad para la realización del trabajo, tendrá derecho a percibir, en concepto de desgaste de las mismas, en el caso del encargado tampoco aporta herramienta con lo que este concepto no aporta coste.

Para las indemnizaciones existe la siguiente tabla:

Tabla 4 DATOS SALARIALES DE INDEMNIZACIONES AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

Retribución diaria

| NIVELES | 7% Contrato de obra, duración determinada, circunstancias de la producción e interinidad |
|--------------------|--|
| VI Encargado | 3,71 |
| VII Capataz | 3,62 |
| VIII Oficial de 1º | 3,57 |
| IX Oficial de 2º | 3,47 |
| X AYTE. Oficial | 3,39 |
| XI Peón Espec. | 3,37 |
| XII Peon Ordina. | 3,34 |

Con lo que nos queda un coste unitario de por indemnización:

$$3,37 \text{ €/día} / 8 \text{ horas/día} = \underline{0,42 \text{ €/h}}$$

Con todo ello queda el cálculo de B:

$$B = 4,05 + 0,035 + 0,42 = \mathbf{4,47 \text{ €/h}}$$

Para el cálculo de D:

- Contingencias comunes la empresa debe abonar el 23,60% sobre las bases de cotización.
- Contingencias de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, en el que atendiendo al sector de la construcción corresponde a un 6,70%, aplicado a la base de cotización
- Las horas extraordinarias quedarán sujetas a una cotización adicional:

Quando se trata de las horas extraordinarias motivadas por fuerza mayor, la empresa deberá abonar el 12,00%

Quando se trate de las horas extraordinarias no comprendidas en el párrafo anterior, la empresa deberá pagar el 23,60%

Tabla 1 DATOS SALARIALES DE RETRIBUCIÓN DIARIA - AÑO 2015 (0,6% sobre tablas de 2013)

| Niveles | S. Base (333 días) | P.Convenio (218 día)s | Vacaciones (32 días) | Paga de Verano | Paga de Navidad | Computo Anual |
|----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|
| VI-Encargado J. Taller | 32,27 | 18,80 | 1.501,47 | 1.509,98 | 1.509,98 | 19.365,74 |
| VII – Capataz | 31,32 | 18,80 | 1.423,76 | 1.456,70 | 1.456,70 | 18.865,12 |
| VIII - Ofc. 1 de Oficio | 30,80 | 18,80 | 1.408,16 | 1.445,90 | 1.445,90 | 18.654,76 |
| IX - Ofc. 2 de Oficio | 29,79 | 18,80 | 1.331,23 | 1.384,6 | 7.384,67 | 18.119,04 |
| X - Ayte. de Oficio | 28,90 | 18,80 | 1.297,12 | 1.350,82 | 1.350,82 | 17.720,86 |
| XI - Peón Especialista | 28,79 | 18,80 | 1.263,78 | 1.331,89 | 1.331,89 | 17.613,03 |
| XII - Peón Ordinario | 28,55 | 18,80 | 1.216,84 | 1.289,81 | 1.289,81 | 17.402,01 |



Con lo que queda:

$$D = \frac{[(0,23 + 0,067) \times 28,79 \times 333]}{1738} = 1,63 \text{ €/h}$$

Finalmente para tener el coste unitario total del trabajador:

$$C = A + B + D = 10,13 + 4,47 + 1,63 \\ = 16,43 \text{ €/h}$$

7.4.3.4. COSTES OPERACIONALES

COSTES OPERACIONALES:

- Rendimiento de la mano de obra

A la hora de analizar el rendimiento de la mano de obra son muchos los factores que intervienen. Para los trabajos que se realizan en esta unidad de obra se va a tener en cuenta tres aspectos muy importantes como son, la experiencia del operador, su habilidad a la hora de realizar el trabajo y las condiciones físicas que presente (como por ejemplo la edad). Se aplicará un factor que se sacará de la siguiente tabla.



| Características Del operador | Excelente | Buena | Mala |
|---------------------------------|-----------|-------|------|
| Experiencia | 0,98 | 0,95 | 0,87 |
| Habilidad | 0,95 | 0,9 | 0,85 |
| Condiciones físicas | 0,98 | 0,95 | 0,87 |

Para este caso tenemos un maquinista que presenta poca experiencia (mala en la tabla), una excelente habilidad y una excelente condición física. Con lo que se aplicará un factor del rendimiento de la mano de obra de **0,8**.

- **Costes de implantación y mantenimiento de obra**

Para la realización del muro de escollera que tenemos, no necesitamos realizar ninguna instalación ni trabajo de acondicionamiento.

- **Planificación del trabajo**

En la construcción de muros de escollera solo interviene una máquina, con lo que la planificación de la obra no tiene un peso demasiado alto.

- **Condiciones climatológicas**



La ubicación de los trabajos a realizar es una zona con tasas de pluviometría amplia, temperatura moderadas, con suaves variaciones y con un alto grado de humedad.

Estas condiciones climatológicas pueden provocar retrasos en los trabajos se traduce en un aumento del coste. Para que este factor quede reflejado en el cómputo general aplicaremos un 13% más al coste total.

- Condiciones geológicas

La zona marcada de trabajo no presenta condiciones geológicas adversas. Es una finca con una suave pendiente y con un suelo de fácil excavabilidad. Por ello no influirá negativamente en los costes de la unidad de obra.

- Transportes de maquinaria y empleados a la obra

Para el transporte habrá que dividirlo en:

- Transporte de la mano de obra
- Transporte de la maquinaria

Transporte de la mano de obra:

En este trabajo intervienen un encargado, un peón especialista y el maquinista.

El maquinista y el peón ordinario disponen de una furgoneta de trabajo propiedad de la empresa



El encargado dispone de otra furgoneta propiedad de la empresa

Para el cálculo horario:

- Amortización
- Consumos
- Repuestos y reparaciones

Furgoneta Renault Kangoo furgón:

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Estimando un valor de compra de 10.000 € y una vida útil de 15.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{10000}{15000} = 0,66 \text{ €/h}$$

Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 25% con lo que queda

Costes por repuestos y Reparaciones:



$$C = \frac{25}{100} \times Vc = 0,25 \times 10000 = 2.500\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{65000}{15000} = \mathbf{0,16 \text{ €/h}}$$

Consumos:

Como es una furgoneta que sirve para que se traslade los operarios y no está trabajando toda la jornada se puede expresar en l/día

Para una furgoneta de estas características se supone un consumo de 8 l/100km. Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km:

$$0,08\text{l/km} \times 25 \text{ km/día} = 2 \text{ l/día}$$

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 1,1 €/h

$$\text{Queda un gasto de: } 2 \text{ l/día} \times 1,1 \text{ €/h} = 2,2 \text{ €/día}$$

Si tenemos una jornada de 8 horas:

$$2,2 \text{ €/día} / 8 \text{ h/día} = 0,275 \text{ €/h}$$

El coste total de la furgoneta:



$$C = 0,66 + 0,16 + 0,275 = 1,1 \text{ €/h}$$

Para el transporte de la maquinaria se necesita una góndola de transporte:

El coste vendrá dado por :

- Amortización
- Consumos
- Repuestos y reparaciones
- Conductor

Amortización:

$$Ah = \frac{Vc}{H}$$

Ah = Amortización por hora trabajada

Vc = Valor de compra

H = Horas de vida

Estimando un valor de compra de 68.000 € y una vida útil de 8.000 horas la amortización queda:

$$Ah = \frac{68000}{8000} = 8,5 \text{ €/h}$$



Para el factor de Repuestos y reparaciones M+C se puede aplicar un 80 % con lo que queda

Costes por repuestos y Reparaciones:

$$C = \frac{80}{100} \times Vc = 0,8 \times 68000 = 54400\text{€}$$

Para obtener el coste horario se tiene que dividirlo entre la vida útil de la maquina:

$$C = \frac{54400}{8000} = 6,8 \text{ €/h}$$

Consumos:

Para una góndola de transporte se supone un consumo de 110 l/h.

2,16 horas x 100 €/hora

Teniendo en cuenta que el precio unitario del gasoil es de 0,9 €/l

Queda un gasto de: 110 l/h x 0,9 €/l =99 €/h

Hay que sumarle también el coste del conductor: 17 €/h

El coste total de la góndola:

$$C = 8,5 + 6,8 + 99 + 17 = 131,3 \text{ €/h}$$



Teniendo en cuenta que los trabajadores se tienen que desplazar desde Barreda a Parbayón, se tiene un desplazamiento diario de 25 km, que la góndola tardará en recorrer a 60 Km/h unos 25 minutos, a los que habrá que sumar el tiempo de carga y descarga de la máquina, que estimaremos en otros 20 minutos para cada proceso. Con lo tenemos que la góndola trabaja unas 130 minutos para el transporte para llevarla a la obra y devolverla, es decir 2,16 horas

Por tanto el coste total quedará: $C = 283,6 \text{ €}$

Total coste por transporte de maquinaria y trabajadores:

$C = 310,4 \text{ €}$

- **Trabajos de replanteo**

Para los muros de escolleras son imprescindibles los trabajos de replanteo imprescindibles.

Para estos trabajos se necesita un jefe de obra y otra persona de apoyo que puede ser un peón especializado.

Si se toma un coste unitario del jefe de obra del 23,4 €/h y 16,4 €/h para el peón especialista, se obtiene un coste de mano de obra para el replanteo de:

Coste mano de obra en el replanteo = $23,4+16,4= 39,8 \text{ €/h}$

Al equipo topográfico se le puede dar un coste de 3,75 €/h



Con lo que el coste unitario queda de $C = 39,8 + 3,75 = 43,55 \text{ €/h}$

Se tomará 3 horas para el replanteo y control de la escolera con los que queda un coste de $C = 130,65 \text{ €}$

7.4.3.5. COSTES INDIRECTOS:

Costes indirectos de ejecución:

Para todos aquellos costes que no son imputables a esta unidad de obra, etc, se aplica la fórmula:

$$CIE_x = CDE_x \times \frac{p}{100}$$

CDE_x = costes directos de ejecución

CIE_x = costes indirectos de ejecución

p = porcentaje de imputación de costes indirectos sobre la suma de costes indirectos

Es decir los costes indirectos de ejecución se calculan como un porcentaje de los costes directos, y en este caso se tomará un **3%**

Gastos generales

Para los gastos generales, los costes que no están relacionados con la unidad de obra pero que son necesarios para el

funcionamiento de la empresa, también aplicamos un porcentaje, en este caso del **6%**.

7.4.3.6. COSTES TOTALES:

| | | unidades | PRECIO UNITARIO | cantidad | COSTE |
|--|-----------|----------|--------------------|----------|---------------|
| Escollera | | t | 11,06 | 108 | 1194,48 |
| Hormigón | | m3 | 89,68 | 97,2 | 8716,89 |
| Excavadora de cadenas Komatsu | | t | 4,43 | 180 | 797,4 |
| Peón especialista | | h | 16,43 | 80 | 1314,4 |
| Encargado | | h | 17,518 | 10 | 175,18 |
| | | | | | 12198,35 |
| Costes operacionales | Traslados | | | 2,5% | 310,4 |
| | Replanteo | | | 1% | 130,65 |
| | Factores | | | 23 % | 2805,6 |
| | | | | | 15445 |
| Costes indirectos | | | | 3% | 463,35 |
| Gastos generales | | | | 6% | 926,7 |
| Total | | | | | 16.835 |



8. CONCLUSIONES

Al principio del trabajo quedó clara la necesidad de mejorar la estimación, control y contabilidad de los costes. Para ello se pretendía realizar un manual que ayudase a reconocer los costes en una unidad de obra, teniendo en cuenta también las muchas variables que nos encontramos en cada proceso y obtener unos costes lo más reales posibles.

Se ha analizado los costes y los métodos de cálculo para poder realizar el manual. Se ha detallado los pasos a seguir para tener en cuenta todos los costes dentro de una unidad de obra así como los factores que intervienen.

Por último, en el caso práctico se ha mostrado como seguir el manual para unos casos concretos con unas características definidas. Obteniendo unos cálculos que muestran el aumento de costes que se genera al aplicarlo a un caso real respecto a las condiciones teóricas.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Artículo: las obras y la mala gestión. Julio Gonzalez García. El Diario.es 8 Septiembre 2013.
- Artículo: Los nueve mayores sobrecostos de la obra pública en España y el mundo. Marta Garijo. El Diario.es. 11 Enero 2014.
- Libro: Estudios de obra civil. Teodoro Rada.
- Manuales prácticos de la Pyme: Como calcular costes y elaborar presupuestos. Xunta de Galicia.
- Libro: Contabilidad de costes. Alfredo Rocafort y Vicent Ferrer. Editorial Profit.
- Movimiento de Tierras. Juan Tiktin. Publicacion del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 1997.
- Guía para el proyecto y ejecución de muros de escollera en obras de carretera. Ministerio de Fomento. 2006.
- Justificación de Precios. Consejería de obras públicas, ordenación del territorio, vivienda y urbanismo. Gobierno de Cantabria. Enero 2011.



-
- Bases de precios del colegio de aparejadores, arquitectos técnicos e ingenieros de Cantabria.
 - Manual de costes Seopan. Edición 2014.
 - Manual de rendimientos de maquinaria Caterpillar.
 - Página web: capitulo7pmbok.wordpress.com
 - Documento PDF: Costos preliminares en proyectos de edificación.
Página web: administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx.