

**METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL COSTO
DE LA HERRAMIENTA MENOR EN OBRA**

**JORGE ALBERTO BARCO RINCON
CESAR AVILES COLMENARES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

**METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL COSTO
DE LA HERRAMIENTA MENOR EN OBRA**

**JORGE ALBERTO BARCO RINCON
CESAR AVILES COLMENARES**

Proyecto de grado realizado en la modalidad de Trabajo de Investigación
presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECAICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2008**

RESUMEN

TITULO: METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL COSTO DE LA HERRAMIENTA MENOR.*

AUTORES: JORGE ALBERTO BARCO R**
CESAR AUGUSTO AVILES C

PALABRAS CLAVES: Análisis Unitario de Precios, Proceso, Tarea, Rendimiento, Presupuesto, Costos, Herramienta Menor.

DESCRIPCION: La industria de la construcción ha sabido predeterminar ciertos aspectos en el diseño y ejecución de una obra. Se han adoptado, reglamentado y estructurado una serie de pasos para la planeación, realización y control de las actividades y procesos que conforman un proyecto constructivo. La elaboración de un presupuesto es uno de ellos y de su exactitud, veracidad y fácil interpretación depende un buen control de los costes en el proyecto y por ende la viabilidad del mismo.

Se presenta este documento como complemento a las técnicas ya aplicadas actualmente en la preparación de una propuesta; se pretende extender la forma sistemática de estos pasos, al cálculo del coste de la herramienta menor proveyendo así, una metodología que responda a las formulaciones acerca del origen de dichos datos (costos) incluidos en el presupuesto.

Partiendo de los procesos constructivos más comunes y su análisis; como aplicación se presenta una metodología que no sólo muestra una forma ordenada de identificar procesos comunes y su herramienta utilizada, sino la reducción en la mayoría de los casos estudiados del costo directo del ítem analizado. También se puede observar una forma de control y manejo en el terreno propiamente (obra) de estas herramientas usadas en la ejecución de las actividades.

* Proyecto de Grado. Modalidad de Trabajo de Investigación.

** Facultad de Ciencias Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Guillermo Mejía Aguilar.

ABSTRACT

TITLE: METHODOLOGY FOR THE DETERMINATION OF THE COST OF THE SMALLEST TOOL. *

AUTHORS: JORGE ALBERTO BARCO R**
CESAR AUGUSTO AVILES C

KEY WORDS: Unitary analysis of Prices, Process, Task, Yield, Budget, Costs, smallest Tool.

DESCRIPTION: The construction industry has known how to predetermine certain aspects in the design and execution of a project. A series of steps for planning, realization and control of the activities and processes that are part of a constructive project have been adapted, regulated and structured. The elaboration of a budget is one of those steps and its accuracy, truthfulness and easy interpretation are essential for a good control of the costs in the project and the viability of the same one.

This document is presented as a complement to the techniques that are applied in the preparation of a proposal; it seeks to expand the systematic form of these steps, for the calculation of the cost of the smallest tool, providing in this way, a methodology that responds to the formulations about the origin of this data (costs) included in the budget.

Starting from the most common constructive processes and their analysis; as an application a methodology is presented that doesn't only show an orderly form of identifying common processes and its used tool, but the reduction of the direct cost of the analyzed item in most of the studied cases. It can also be observed a proper form of control and management in the application of these tools when executing the activities.

* Project of Degree. Modality Investigation Project

** Faculty of Physicmechanical Sciences, School of Civil Engineering, Eng. Guillermo Mejía Aguilar.

CONTENIDO

	Pág.
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
1. CONSTRUCCION: TIEMPOS, COSTOS Y HERRAMIENTA MENOR	17
1.1. INTRODUCCION	17
1.2. CONCEPTOS	17
1.2.1. GESTION DE TIEMPOS	17
1.2.1.1. DIAGRAMA DE RED	17
1.2.1.2. ACTIVIDAD	18
1.2.1.3. ACTIVIDAD PRODUCTIVA	18
1.2.1.4. TAREA	18
1.2.1.5. PROCESO	18
1.2.1.6. OPERACIÓN	18
1.2.1.7. PERT	18
1.2.1.8. PDM	20
1.2.1.9. ADM	20
1.2.1.10. CPM	21
1.2.1.11. HOLGURAS	21
1.2.1.12. ACTIVIDADES CRÍTICAS	21
1.2.1.13. PROGRAMACION CON RECURSOS LIMITADOS	21
1.2.2. ADMINISTRACION DE COSTOS	22

1.2.2.1. MINIMIZACION DE COSTES	22
1.2.2.2. COSTO	22
1.2.2.2.1. COSTO DE PRODUCCION O INDUSTRIAL	22
1.2.2.2.2. COSTO DE DISTRIBUCIÓN	22
1.2.2.2.3. COSTO DE EMPRESA	22
1.2.2.2.4. COSTO FIJO	23
1.2.2.2.5. COSTO VARIABLE	23
1.2.2.2.6. COSTO MIXTO	23
1.2.2.2.7. COSTO PRIMO	23
1.2.2.2.8. COSTO DE CONVERSIÓN	23
1.2.2.2.9. COSTO DIRECTO	23
1.2.2.2.10. COSTO INDIRECTO	23
1.2.2.2.11. COSTO DE MANUFACTURA	23
1.2.2.2.12. COSTO DE MERCADEO	23
1.2.2.2.13. COSTO ADMINISTRATIVO	24
1.2.2.2.14. COSTO FINANCIERO	24
1.2.2.2.15. COSTO CONTROLABLE	24
1.2.2.2.16. COSTO NO CONTROLABLE	24
1.2.2.2.17. COSTO REAL, RETROSPECTIVO, HISTÓRICO O EFECTIVO	24
1.2.2.2.18. COSTO ESTÁNDAR, PROSPECTIVO O PREDETERMINADO	24
1.2.2.2.19. COSTO ESTÁNDAR	24
1.2.2.2.20. COSTO PRESUPUESTADO	24

1.2.2.2.21. PRODUCTIVIDAD	26
1.2.3. HERRAMIENTAS MENORES	26
1.2.3.1. PRESUPUESTO	26
1.2.3.2. A.P.U. (ANÁLISIS UNITARIO DE PRECIOS)	26
1.2.3.3. HERRAMIENTA MENOR	26
2. DESCRIPCION DE LAS OBRAS	28
2.1. INTRODUCCION	28
2.2. ÁREA VIAS	29
2.2.1. DISEÑO, RECONSTRUCCION Y PAVIMENTACION DE LA VIA OTANCHE – BORBUR DEL K0+000 AL K15+000 CON UNA LONGITUD DE 15.00 KILOMETROS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACA.	29
2.3. ÁREA ESTRUCTURAS	30
2.3.1. CONSTRUCCION DEL CENTRO COMERCIAL MEGAMALL BUCARAMANGA.	30
2.3.2. CONSTRUCCION FASE II DE LA CUBIERTA Y FASE I ACABADOS DE LA PLAZA DE MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA.	32
2.3.3. CONSTRUCCION DE 4 AULAS PARA EL CENTRO EDUCATIVO AGUA - TENDIDA VEREDA EL PARAMO MUNICIPIO DE CARCASI – PROVINCIA DE GARCIA ROVIRA (SANTANDER).	32
2.3.4. PROGRAMA VIVIENDA RURAL: CONSTRUCCION VIVIENDA INTERES SOCIAL A LOS DAMNIFICADOS POR LA OLA INVERNAL DEL MES DE FEBRERO DEL 2005, ZONA RURAL DE GIRON.	33
2.4. ÁREA AGUAS (OBRAS HIDRAULICAS Y/O SANITARIAS)	34
2.4.1. REDISEÑO, SUSTITUCION, CONSTRUCCION DEL COLECTOR FINAL DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL CASCO URBANO DE CHIPATA, PROVINCIA DE VELEZ, SANTANDER.	34

2.4.2. CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES DEL NUEVO DISTRITO CENTRO II ETAPA (OLA INVERNAL).	36
2.4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA LINEA DE IMPULSION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO LA FLORA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO LA MALAÑA.	37
3. PROCESOS Y HERRAMIENTAS	39
3.1. INTRODUCCION	39
3.2. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y DE LAS HERRAMIENTAS USADAS	39
3.2.1. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE MDC – 2	39
3.2.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BASE	40
3.2.3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SUBBASE	43
3.2.4. EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	44
3.2.5. CONCRETO CLASE D	46
3.2.6. PLACA ALIGERADA	47
3.2.7. CONCRETO COLUMNAS (4000 PSI)	50
3.2.8. PISO MORTERO TIPO INDUSTRIAL	51
3.2.9. VIGA DE AMARRE SOBRE MURO	51
3.2.10. COLUMNETAS 0.15 X 0.12 M	51
3.2.11. CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN	52
3.2.12. CONCRETO ZAPATAS	53
3.2.13. CONCRETO VIGAS DE CIMENTACIÓN	54
3.2.14. CONCRETO LANZADO 3000 PSI	56
3.2.15. INSTALACIÓN DE REDES HIDRÁULICAS	57

3.2.16. INSTALACIONES DE REDES SANITARIAS	58
3.2.17. INSTALACIONES DE REDES ELÉCTRICAS	58
3.2.18. CUBIERTAS	58
3.2.19. FILOS Y DILATACIONES	59
3.2.20. ESTUCO	59
3.2.21. PINTURA EXTERIOR	60
3.2.22. BALDOSÍN DE GRANITO	61
3.2.23. ENCHAPES	61
3.2.24. GUARDAESCOBAS EN DUROPISO.	62
3.2.25. PAÑETE MURO LISO	62
3.2.26. MURO LADRILLO H 10	62
3.2.27. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA	63
4. METODOLOGIA	64
4.1. INTRODUCCION	64
4.2. METODOLOGIA	64
4.3. BUSQUEDA Y ELECCION DE PROYECTOS EN CURSO	65
4.4. ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS	66
4.5. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS	69
4.6. CONTROL DE HERRAMIENTAS	72
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	83

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIG. 01. OPERACIONES, PROCESOS Y TAREAS	19
FIG. 02. PDM	20
FIG. 03. ADM	20
FIG. 04. COSTO VS TIEMPO	25
FIG. 05. VALLA DE INFORMACION	29
FIG. 06. SUMINISTRO DE MEZCLA DENSA	30
FIG. 07. PLANTA DISEÑO MEGAMALL	31
FIG. 08. PANORAMCA CONSTRUCCION	31
FIG. 09. CASA TIPO	34
FIG. 10. EXCAVACION MANUAL	35
FIG. 11. EXCAVACION MANUAL	35
FIG. 12. INSTALACION TUBERIA	36
FIG. 13. ROTURA DE PAVIMENTOS	37
FIG. 14. PLANTA DE ASFALTO	41
FIG. 15. EXTENDIDA MEZCLA DENSA	41
FIG. 16. PLANTA DE ASFALTO	42
FIG. 17. MOTONIVELADORA	42
FIG. 18. COMPACTACION CARPETA ASFALTICA	43
FIG. 19. VIA COMPACTADA	44

FIG. 20. EXCAVACION	45
FIG. 21. DRENES	45
FIG. 22. MEZCLADO CEMENTO	46
FIG. 23. ARMADO PLACA ALIGERADA	47
FIG. 24. VACIADO CONCRETO (MANUAL)	48
FIG. 25. VACIADO CONCRETO	49
FIG. 26. NIVELADO CON BOQUILLERA	49
FIG. 27. ARMADO COLUMNAS	50
FIG. 28. FORMALETEADO COLUMNAS	50
FIG. 29. COLUMNETAS	52
FIG. 30. CONSTRUCCION CASA INTERES SOCIAL	53
FIG. 31. EMPARRILLADO ZAPATA – COLUMNA	54
FIG. 32. CONSTRUCCION ZAPATAS	55
FIG. 33. FORMALETEADO VIGAS DE CIMENTACION	55
FIG. 34. CONCRETO LANZADO	56
FIG. 35. CONCRETO LANZADO	57
FIG. 36. PINTURA EXTERIOR	60
FIG. 37. LEY DE PARETTO	68
FIG. 38. CUADRO DE CONTROL DE KARDEX	73
FIG. 39. FORMATO DE DESCRIPCION HERRAMIENTA	74
FIG. 40. CUADRO CONTROL DE HERRAMIENTAS Y SU ESTADO	75
FIG. 41. CUADRO DE HERRAMIENTAS ANALIZADAS POR ACTIVIDAD	76

FIG. 42. COSTO DE LA HERRAMIENTA MENOR POR OBRA	76
FIG. 43. COMPARATIVO COSTO METODOLOGIA VS PRESUPUESTO OFICIAL.	79

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 01. ACTIVIDADES DEL PRESUPUESTO A ANALIZAR	66
TABLA 02. DISCRIMINACION HERRAMIENTA MENOR	67
TABLA 03. HERRAMIENTA MENOR EN ORDEN DE INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO	68
TABLA 04. ITEMS REPRESENTATIVOS	69
TABLA 05. CUADRILLAS Y RENDIMIENTOS PARA ACTIVIDADES	70
TABLA 06. CUADRO DE HERRAMIENTAS USADAS POR CUADRILLA	71
TABLA 07. CUADRO COMPARATIVO POR OBRA	77
TABLA 08. AREA DE VIAS	77
TABLA 09. AREA DE AGUAS	77
TABLA 10. AREA DE ESTRUCTURAS	78

OBJETIVO GENERAL

Formular una metodología que busque determinar la influencia y el valor real de la herramienta menor en el costo general de obras civiles.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar presupuestos generales y análisis de precios unitarios (APUS) para observar la influencia de la herramienta menor en el costo de los proyectos constructivos.
- Determinar los ítems representativos de cada presupuesto analizado.
- Observar y documentar el control ejercido por parte de los constructores en el manejo de la herramienta menor en obra.
- Establecer un sistema de control para las diferentes herramientas manuales usadas en los procesos constructivos basado en su uso y vida útil.
- Clasificar las obras de acuerdo al tipo o área de la construcción, tamaño, finalidad, manejo administrativo y constructivo para implementar la metodología en cada una de ellas.
- Comparar el presupuesto inicial con el gasto real en cada proyecto constructivo.

1. CONSTRUCCION: TIEMPOS, COSTOS Y HERRAMIENTA MENOR

1.1. INTRODUCCION

La construcción a través de la historia ha sido uno de los pilares de la civilización humana, y ella misma ha evolucionado no solo para hacer más eficientes los mismos sistemas constructivos sino la forma en que se manejan los proyectos y se calculan los costos generales de las obras. La industrialización y racionalización de los procesos permitieron que estos se simplificaran y ordenaran, mejorando sus rendimientos y costos, y un punto importante en el cual se debe enfatizar, es la planeación de proyectos, específicamente en el control de los costos, y esa es la razón por la que el establecimiento de una metodología adecuada que nos permita cuantificar todos los aspectos del diseño y construcción de una obra, optimizará los recursos y por supuesto los resultados.

Aunque existen metodologías, que son muy eficientes para el cálculo de costos en las obras, éstas tienen sus carencias y ninguna es utilizada como estándar para la determinación y evaluación de todos los ítems que componen el desarrollo de un proyecto civil. Otras veces se hace inminentemente necesario combinar y en otras, manejar por partes separadas algunos de los pasos que intervienen en la realización de dicho proyecto. Por eso, se hace necesario conocer los conceptos fundamentales aplicados a la administración de costos (en obras) para su entendimiento y para el posterior planteo de lo que se pretende implementar.

La industria constructora ha subestimado el valor que de las herramientas menores, no solo a nivel económico, sino en el ámbito de importancia de materiales y equipos a utilizar en las obras; pero cabe recordar que sin ellas, prácticamente cualquier proceso o actividad constructiva sería imposible de realizar.

1.2. CONCEPTOS

1.2.1. GESTION DE TIEMPOS

Para hablar de los tiempos es necesario referirse primero a las actividades o procesos que abarca un proyecto y para eso, es necesario definir conceptos tales como:

1.2.1.1. Diagrama de red: Un diagrama de red es cualquiera de las representaciones que vinculan las actividades y los eventos de un proyecto entre

sí para reflejar las interdependencias entre las mismas. Una actividad o evento puede presentar interdependencias con actividades o eventos sucesores, predecesores, o en paralelo.

1.2.1.2. Actividad: Acción o conjunto de acciones realizadas con procedimientos, regularidad y planeación, que requiere la capacidad de un equipo de trabajo y constituyen de manera articulada con otras actividades la estructura de trabajo de las obras (WBS). Las actividades en una obra pueden ser:

- Actividades administrativas
- Actividades productivas

1.2.1.3. Actividad productiva: Acción humana que tiene por objetivo aportar significativamente al proceso constructivo. Su resultado final es cantidad de obra ejecutada. Las actividades productivas se dividen en:

- Operaciones
- Procesos
- Tareas

1.2.1.4. Tarea: Actividad productiva básica del proceso, que agrega valor al proceso, se denomina concepto unitario de trabajo.

1.2.1.5. Proceso: Conjunto de actividades organizadas de manera sistemática (tareas afines), que transforman recursos para lograr un producto final; un proceso se puede concebir como sistema.

1.2.1.6. Operación: Conjunto de procesos con afinidad. La planeación de operaciones es fundamental para determinar las actividades que se requieren en los procesos constructivos, los recursos que necesitan y la manera como van a ser transformados, la secuencia y el método a emplear.

Es importante conocer la forma como van a ser desarrollados los procesos durante las obras y a partir de las metodologías existentes, programar los tiempos de ejecución para así optimizar las actividades y los recursos usados y controlar efectivamente los costos de la obra. Estas técnicas nos ayudan a programar un proyecto con el coste mínimo y la duración más adecuada. Están especialmente difundidas el PERT y el CPM. Algunos de los métodos mas usados para la programación de procesos son:

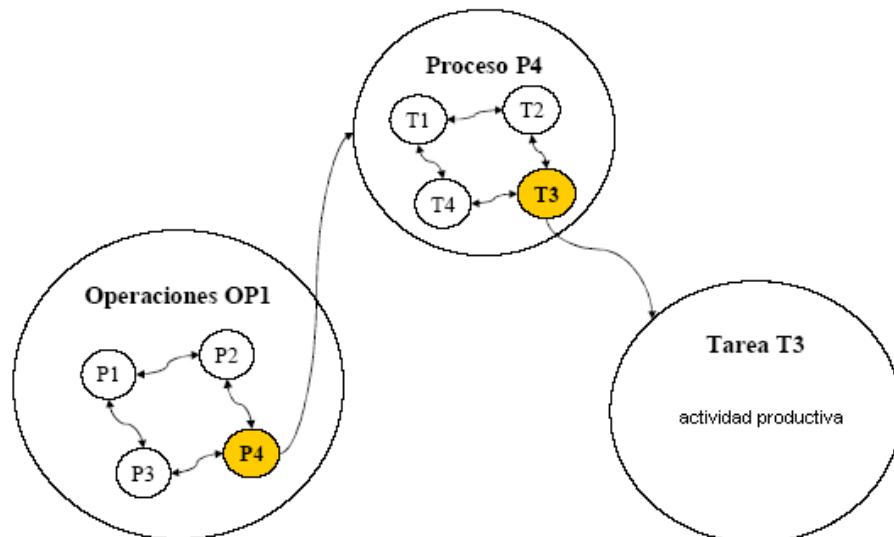
1.2.1.7. PERT (Program Evaluation and Review Technique): Se trata de un método muy orientado al plazo de ejecución, con poca consideración hacia al

coste. Generalmente se denominan técnicas PERT al conjunto de modelos abstractos para la programación y análisis de proyectos de ingeniería. Aplicación de las técnicas PERT:

- Determinar las actividades necesarias y cuando lo son.
- Buscar el plazo mínimo de ejecución del proyecto.
- Buscar las ligaduras temporales entre actividades del proyecto.
- Identificar las actividades críticas, es decir, aquellas cuyo retraso en la ejecución supone un retraso del proyecto completo.
- Identificar el camino crítico, que es aquel formado por la secuencia de actividades críticas del proyecto.
- Detectar y cuantificar las holguras de las actividades no críticas, es decir, el tiempo que pueden retrasarse (en su comienzo o finalización) sin que el proyecto se vea retrasado por ello.
- Si se está fuera de tiempo durante la ejecución del proyecto, señala las actividades que hay que forzar.
- Nos da un proyecto de coste mínimo.

FIG. 01. Operaciones, Procesos y Tareas

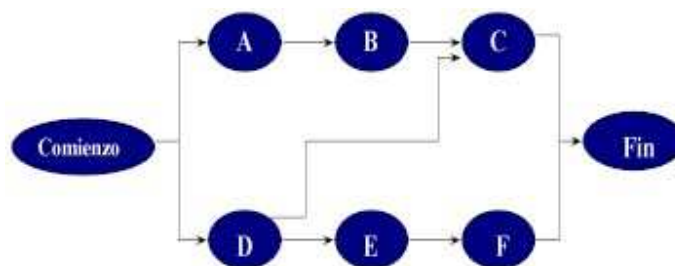
Operaciones, Procesos, Tareas



Fuente: Guillermo Mejía A.

1.2.1.8. PDM (Precedence Diagramming Method): Se basa en la utilización de una red en la que figuran las actividades en los nodos y los arcos representan demoras de tiempo entre los puntos (comienzo o fin de nodo) que unen, a la vez que muestran las dependencias. Permiten reflejar distintas relaciones de precedencia entre tareas. Entre las ventajas encontramos que el método PDM tiene más flexibilidad que el método PERT.

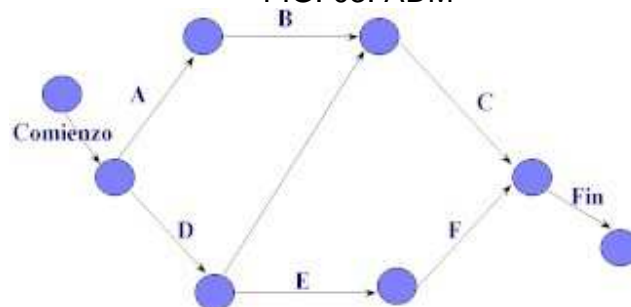
FIG. 02. PDM



Fuente: GETEC, Universidad Politécnica de Madrid.

1.2.1.9. ADM (Arrow Diagramming Method): Está orientada a las actividades, y se aplica en la industria de la construcción, en la que de forma habitual el tiempo de cada actividad es muy controlable. Las actividades se representan con flechas que se conectan con nodos para mostrar las dependencias. ADM para el modelamiento de grandes proyectos, la representación gráfica es más sencilla y no hay actividades virtuales.

FIG. 03. ADM



Fuente: GETEC, Universidad Politécnica de Madrid.

1.2.1.10. CPM (MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO): El camino crítico en un proyecto es la sucesión de actividades que dan lugar al máximo tiempo acumulativo. Determina el tiempo más corto que podemos tardar en hacer el proyecto si se dispone de todos los recursos necesarios. Es necesario conocer la duración de las actividades.

Calculo del camino crítico

1. Calcular Te ó m según el método empleado para cada actividad. Se coloca en el grafo encima o debajo de cada flecha.
2. Calcular las fechas tempranas - fecha mínima de comienzo de la actividad, MIC del suceso anterior - y tardías - fecha mínima de comienzo de la actividad, MAC del suceso posterior - de las distintas actividades que configuran el proyecto. (calcular el MIC y el MAC de todos los sucesos del proyecto).
3. Cálculo de las holguras.

1.2.1.11. Holguras: La holgura de una actividad es el margen suplementario de tiempo que tenemos para determinar esa actividad. Las actividades críticas no tienen holgura.

1.2.1.12. Actividades críticas: Una actividad es crítica cuando no se puede cambiar sus instantes de comienzo y finalización sin modificar la duración total del proyecto. La concatenación de actividades críticas es el camino crítico.

En una actividad crítica la fecha temprana coincide con la más tardía de comienzo, y la fecha más temprana de finalización coincide con la fecha tardía de la actividad. La holgura total es 0.

Las anteriores metodologías nos permiten realizar una programación limitando los recursos y optimizándolos, minimizando los costes.

1.2.1.13. Programación con recursos limitados

Hasta ahora sólo se ha tenido en cuenta el análisis de relaciones temporales entre las actividades del proyecto. La programación consiste por lo tanto en fijar, de modo aproximado, los instantes de inicio y terminación de cada actividad. Algunas actividades pueden tener holgura y otras son las actividades críticas (fijas en el tiempo). Pero además, hay que tener en cuenta los recursos, su consumo y sus limitaciones. El proceso, por lo tanto, ante la programación sería el siguiente:

- Programación de duración mínima sin tener en cuenta los recursos.

- Se estudia si moviendo las actividades no críticas dentro del margen que representan sus holguras, se puede conseguir el objetivo perseguido en relación con los recursos.
- Si no es posible, aplicar alguna de las técnicas para programar bajo limitación de recursos.

1.2.2. ADMINISTRACION DE COSTOS

1.2.2.1. Minimización de costes

Se trata de ajustar las holguras de las actividades, con la premisa de que la duración total esté prefijada por las actividades críticas. Hay costes que disminuyen con el tiempo (costes directos) y costes que aumentan con el tiempo (costes indirectos). Existen dos métodos:

- Hacer variaciones en el grafo: hacer actividades en paralelo, con lo que se reducen los costes.
- Variar los recursos asignados: los costes que representan las actividades son costes directos; si se consiguen alargarlas, se reducen sus costes.

1.2.2.2. Costo: Es el valor de los recursos materiales y humanos, consumidos o empleados en la elaboración de un producto o en la prestación de un servicio, que constituye un medidor de eficiencia económica productiva, por lo que su comportamiento facilita evaluar los resultados. (AMAT, 1998). Al revisar sobre criterios de clasificación de los costos, se pueden evaluar los siguientes:

Con relación a los elementos que lo forman:

1.2.2.2.1. Costo de producción o industrial: Incluye el costo de los materiales, mano de obra y otros costos de fabricación; es utilizado normalmente como criterio de valoración de las existencias. Cuando el producto se vende el costo de producción se descarga en el costo de los artículos vendidos.

1.2.2.2.2. Costo de distribución: Es el costo relativo a la comercialización y entrega de los productos a los clientes.

1.2.2.2.3. Costo de empresa: Es el costo total del período que se obtiene por agregación de los costos de producción y distribución.

Con relación al volumen de producción:

1.2.2.2.4. Costo fijo: Es aquel en el cual el costo fijo total permanece constante, independientemente de que varíe el nivel de actividad de la empresa, mientras que el costo fijo por unidad varía con la producción, es decir, el costo fijo por unidad se reduce a medida que se incrementa la actividad, al repartir los costes fijos entre un mayor número de unidades.

1.2.2.2.5. Costo variable: Es aquel en el cual el costo variable total cambia en proporción directa a las variaciones en el volumen de producción, mientras el costo variable unitario permanece constante.

1.2.2.2.6. Costo mixto: Es aquel que contiene características tanto de costo fijo como variable.

Con relación a la producción:

1.2.2.2.7. Costo primo: Es aquel directamente relacionado con la fabricación de un producto; equivale a la suma de materiales directos y mano de obra directa, es decir, las partidas directas del costo.

1.2.2.2.8. Costo de conversión: Es aquel incurrido en la transformación de los materiales directos en artículos terminados; está conformado por la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, se observa que contempla la mano de obra directa como partida directa e incorpora las partidas indirectas del costo.

Con relación a su posible asignación:

1.2.2.2.9. Costo directo: Es el costo de materiales y mano de obra capaz de identificar con artículos o áreas específicas. Este al igual que los costos primos, incluye las partidas directas.

1.2.2.2.10. Costo indirecto: Es el que por afectar al proceso en su conjunto no es directamente identificable con ningún artículo o área, por lo que es necesario utilizar técnicas de asignación para su distribución. Este refleja las partidas indirectas del costo al igual que los costos de conversión.

Con relación a las funciones:

1.2.2.2.11. Costo de manufactura: Se relaciona con la producción de un artículo; es la suma de los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

1.2.2.2.12. Costo de mercadeo: Se incurre en la venta de un producto o servicio.

1.2.2.2.13. Costo administrativo: Se incurre en la dirección, control y operación de una empresa; incluye el pago de salario a la gerencia y al personal de oficina.

1.2.2.2.14. Costo financiero: Se relaciona con la obtención de fondo para la operación de la empresa; incluye el costo de los intereses de los préstamos así como el costo de otorgar créditos a los clientes.

Con relación al grado de control:

1.2.2.2.15. Costo controlable: Sobre él pueden ejercer influencia directa los encargados de las áreas de responsabilidad.

1.2.2.2.16. Costo no controlable: No se encuentra bajo influencia directa de los encargados de las áreas; su responsabilidad es asumida por los niveles de dirección superiores.

Con relación al momento de cálculo:

1.2.2.2.17. Costo real, retrospectivo, histórico o efectivo: Es calculado a partir de los consumos reales en el proceso productivo durante un período de tiempo.

1.2.2.2.18. Costo estándar, prospectivo o predeterminado: Es calculado a partir de los consumos predeterminados, a un precio determinado para un período futuro; puede ser considerado como un costo norma.

Con relación a la planeación, el control y la toma de decisiones:

1.2.2.2.19. Costo estándar: Es el costo por unidad de materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación, que deberían incurrirse en un proceso de producción bajo condiciones normales; satisfacen el mismo propósito del presupuesto.

1.2.2.2.20. Costo presupuestado: Es el total de costos que se espera incurran en un determinado período.

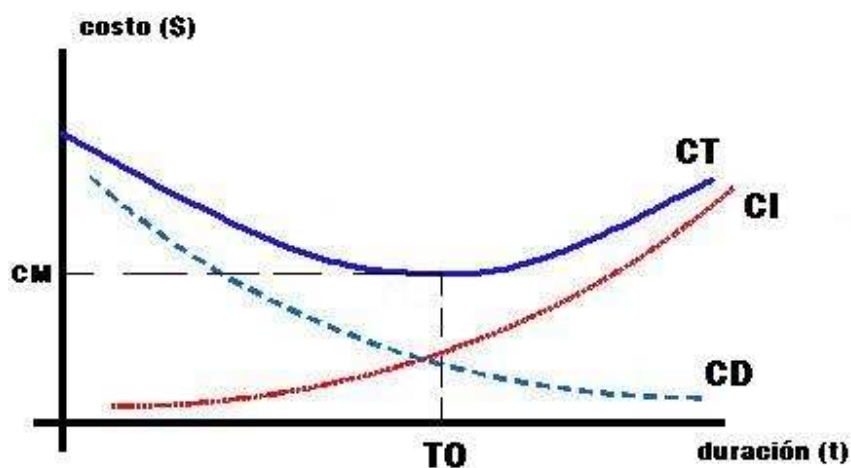
En la industria de la construcción los dos conceptos más importantes de costes en la preparación de presupuestos son los costos directos y los costos indirectos, que a su vez con las técnicas de planeación ya mencionadas proveen la pauta para controlar el proyecto a realizar. Se clasifica ampliamente según los siguientes ítems:

- costo de material
- costo de mano de obra

- costo de las instalaciones y el equipo
- costos de gasto generales y utilidades

La contabilidad de costos tiene tres objetivos importantes que son: planear, administrar y controlar el progreso del proyecto. Los tiempos de ejecución de cada actividad los determina la cantidad de obra a ejecutar y los rendimientos esperados de los equipos de trabajo. El costo total de realizar una actividad es determinado generalmente por los costos directos de ejecución por unidad física de obra, por la cantidad de las mismas, más los costos indirectos asociados a la actividad misma y las unidades de tiempo necesarias para su terminación (duración). La relación entre los costos y la duración se comporta según se indica la curva del grafico siguiente:

FIG. 04. Costo vs. Tiempo



CI: costo indirecto
CD: costo directo
CT: costo total
CM: costo mínimo
TO: tiempo óptimo

Fuente: Construcción II, Universidad Industrial de Santander.

Para el manejo adecuado de los costos se debe conocer muy bien las variables a evaluar, las cuales determinan los mismos, por eso los siguientes conceptos son de vital importancia a considerar:

1.2.2.21. Productividad: Es la relación entre el resultado obtenido y los medios utilizados, indica la efectividad para ser competitivo; en construcción podemos hablar de rendimiento. El rendimiento en una obra se mide observando el producido con respecto a los recursos, cuantificándolo y optimizándolo se tiene un buen desempeño en la obra.

Con todas estas herramientas es fácil entonces preparar un presupuesto de obra para valorar el proyecto y tener un control sobre materiales, rendimiento, mano de obra; así como también realizar una contabilidad de costos.

1.2.3. HERRAMIENTAS MENORES

En la industria constructora, no se maneja las herramientas manuales de manera unificada, por una parte porque siempre ha sido una salida a los sobrecostos generados por el proyecto, y por otro lado porque no se cuenta con una metodología general que permita costear de manera simple y certera la ingerencia de este ítem en el costo total de una obra. Aunque en obras pequeñas es de significancia menor, en obras superiores o que manejan un alto grado de complejidad y sobretodo que son costosas, su control se hace inminente y su valoración se necesita de forma verídica, asignándole el valor justo y no un porcentaje como se maneja en muchas empresas. Se puede pensar que si se midiera el impacto real que representan los gastos generados por esta clase de utensilios, se ejercería una veeduría mucho mas estricta, además manteniendo en buenas condiciones dichas herramientas, la calidad del trabajo realizado mejoraría y el beneficio económico se vería reflejado.

1.2.3.1. Presupuesto: Pronostico que indica lo que sucederá en el futuro y planea la forma de hacer lo requerido, en otras palabras es una valoración económica de la materialización de un proyecto.

1.2.3.2. A.P.U. (Análisis Unitario de Precios): Se define como la argumentación de un ítem. Herramienta metodológica que debe reflejar lo que sucede en obra y permitir hacer el seguimiento para un control efectivo. Para conformar un A.P.U. se requieren los diseños definitivos y especificaciones de recursos, tanto de materiales como de equipo; para su estimación se apoya en la WBS (estructura desagregada de trabajo) la cual se refiere a los todos los ítems y componentes de los costos directos.

1.2.3.3. Herramienta menor: Conjunto de todos los instrumentos manuales que se usan durante la realización de los procesos constructivos. Entre algunas de las herramientas menores se cuentan las picas, las palas, las barras, las carretillas,

andamios, porras, plomadas y otros utensilios que cotidianamente usan los obreros.

Para el desarrollo de la obra se requieren las herramientas, que aunque se denominen menores son básicas para poder realizar las actividades; las herramientas son del patrimonio de la empresa y requieren por tanto control, tanto de su cantidad como de su estado, después de haber sido usadas.

El conocimiento de todas las técnicas de planeación y la ejecución de las actividades según éstas, además del control en el seguimiento en los diferentes procesos, el cumplimiento de los tiempos y la cuantificación acertada de todas las variables que intervienen, harán que el presupuesto este ajustado lo mas real posible a los costos generados por la obra.

Además existen otros términos relacionados con la construcción y los procesos a ejecutar en la materialización de un proyecto, tales como el armado de los encofrados, las actividades relacionadas con el acero, corte, flejado, colocación y amarre, así como otros propios del concreto como lo son la misma preparación, el vaciado, el fraguado y el curado, que se sobreentiende son conceptos claros para quien maneja la construcción sea o no titulado.

2. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

2.1. INTRODUCCION

La ingeniería civil se desenvuelve dentro de varias ramas, y es menester de todo ejecutor preparar los proyectos con los elementos adecuados a cada tipo de construcción. Hoy en día una de esas ramas que ha tomado, y sigue tomando fuerza dentro del gremio, es la referente a la gerencia y administración de proyectos, en la cual la programación y planeación de todas las actividades inherentes a una obra es la base para el desempeño y posterior eficacia de los resultados; por eso se debe concentrar y aunar esfuerzos para obtener un mejor balance entre la técnica, y la dirección, esto es lo que se pretende mostrar aquí, que con un buen manejo en la parte gerencial se puede obtener mejores resultados y disminución en el costo general, beneficiando tanto a inversionistas como compradores, pues para unos el margen de ganancia se irá a acrecentar mientras que para otros los precios finales se verán afectados de manera positiva a su interés.

La administración de proyectos se hace necesaria en cualquier área de la construcción sin que ésta tenga que implementar una particularidad especial para alguna de ellas, de modo que así sea en obras viales, como en hidráulicas, como en estructurales, debe de formularse de forma analítica y estructurada una serie de parámetros que son la columna vertebral de cualquier idea o actividad a desarrollarse, siempre enfocada a la minimización de costes y tiempos de ejecución. Uno de los objetivos fundamentales de esta gerencia y/o administración es el adecuado control de costos, y para ello es necesario conocer y manejar cada una de las actividades que se van a realizar, pues cuando se esta en ejecución, es importante saber reaccionar a posibles imprevistos y minimizar el impacto de estos al llevar a cabo la actividad; estos esfuerzos tienen como objetivo único impedir cualquier tipo de incremento en el valor unitario inicial obtenido del análisis de precios unitarios de cada obra; de aquí la importancia de tener una descripción lo mas detallada posible de cada uno de los procesos observados inherentes a cada obra.

Los procesos y procedimientos para llevar a cabo la ejecución en obra se hará de cada uno de los ítems que representan mayor incidencia en el presupuesto oficial del proyecto, según se propone plantear en la metodología a trabajar, teniendo en cuenta el valor total del ítem, seleccionando el veinte por ciento de las actividades que incidan en el ochenta por ciento de los costos directos del proyecto.

En esta descripción se pretende exponer de forma clara las actividades que comúnmente se encuentran en la ejecución de obras civiles en los diferentes

campos de la ingeniería. Las actividades descritas son comunes al tipo de obra y es posible que se mencionen en una de ellas.

2.2. Área VIAS

2.2.1. DISEÑO, RECONSTRUCCION Y PAVIMENTACION DE LA VIA OTANCHE – BORBUR (TRANSVERSAL CHIQUINQUIRÁ – PUERTO BOYACÁ) DEL K0+000 AL K15+000 CON UNA LONGITUD DE 15.00 KILOMETROS EN EL DEPARTAMENTO DE BOYACA. CONTRATO INVIAS NUMERO 1613 DE 2005.

Proyecto de Pavimentación Vial en ejecución, perteneciente al programa Plan 2500, de la Presidencia de la Republica para la construcción de Infraestructura vial para el desarrollo regional, a través del Ministerio de Transportes y el Instituto Nacional de Vías.

Consiste en la Pavimentación de 15 Km. de vía entre los Municipios de Otanche y San Pablo de Borbur, en el Departamento de Boyacá, en donde por la naturaleza misma del Plan 2500, este proyecto no constituye la realización de movimientos de tierra debido a derrumbes y remoción de fallos e inestabilidades geológicas, ni ampliaciones en la bancada para constituir sobre anchos y bermas, donde se mantendrán los diseños originales en el alineamiento existente.

FIG. 05. Valla de Información



Fuente: Jorge Barco

Datos e información general del Proyecto:

Valor de Contrato:	\$ 7.800.000.000.oo
Entidad Contratante:	INVIAS.
Contratista:	Unión Temporal Boyacá en el 2500.
Interventoría:	Restrepo y Uribe Ltda.
Población Beneficiada:	7.500 Habitantes.
Fecha de iniciación de Obra:	Octubre de 2005.
Fecha de entrega de Obra:	Octubre de 2007.

FIG. 06. Suministro de Mezcla Densa



Fuente: Jorge Barco

2.3. Área ESTRUCTURAS

2.3.1. CONSTRUCCION DEL CENTRO COMERCIAL MEGAMALL BUCARAMANGA

Proyecto de construcción de una estructura acondicionada para comercio (centro comercial MEGAMALL), ubicada en la ciudad de Bucaramanga en la avenida Quebrada seca – carrera 33A. La obra consta de cinco niveles, tres comerciales y dos de parqueo, cuenta con 142 locales, 547 sitios de estacionamiento, plazoleta de eventos, casino, gimnasio, salas de cine e hipermercado (CARREFOUR) en

una área total de 48.000 m². El sistema utilizado en la construcción es tipo pórtico en concreto reforzado de 3000 psi para placa aligerada de 50 cm. de espesor y de 4000 psi para columnas de 50x50cm y vigas de 40x40cm.

FIG. 07. Planta Diseño Megamall



Fuente: Alejandro Char

FIG. 08. Panorámica Construcción



Fuente: Alejandro Char

Datos e información general del Proyecto

Valor de Contrato:	\$ 29.736.831.415.00
Contratista:	Consortio Centro Comercial GRAMA S.A. - ALEJANDRO CHAR Y CIA. LTDA.
Población Beneficiada:	400.000 Habitantes.
Fecha de iniciación de Obra:	Octubre de 2005.
Fecha de entrega de Obra:	Diciembre de 2007.

2.3.2. CONSTRUCCION FASE II DE LA CUBIERTA Y FASE I ACABADOS DE LA PLAZA DE MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA.

Proyecto de remodelación, pertinente al plan de desarrollo del municipio de Piedecuesta (Santander), a través de la secretaria de planeación.

Consiste en la remoción de la antigua cubierta, desmonte de los entramados de madera, teja de barro, teja de asbesto cemento y de los puestos en general, para luego colocar el nuevo techo de la plaza central de mercado de Piedecuesta, la cual esta conformada por ángulos en acero y teja termo – acustic e incluye cerramiento de los puestos y trabajos en muros, columnetas, pisos e instalaciones de redes (eléctricas y sanitarias).

Datos e información general del Proyecto

Valor de Contrato:	\$ 378.955.779.00
Entidad Contratante:	Secretaria de planeación de Piedecuesta
Contratista:	RYC
Población Beneficiada:	7.500 Habitantes.
Fecha de iniciación de Obra:	2005.
Fecha de entrega de Obra:	Octubre de 2007.

2.3.3. CONSTRUCCION DE 4 AULAS PARA EL CENTRO EDUCATIVO AGUA - TENDIDA VEREDA EL PARAMO MUNICIPIO DE CARCASI - PROVINCIA DE GARCIA ROVIRA (SANTANDER).

Proyecto de construcción de una estructura para el uso académico en el municipio de Carcasi (Santander) por parte de la secretaria de educación a través de la oficina de planeación. El pueblo se encuentra al oriente del departamento a 179km de la capital Bucaramanga; cuenta con una superficie de 426 Km². Su población es de 1.196 habitantes.

Consiste en la edificación de varias estructuras de un nivel, en concreto reforzado de 3000 psi, para la posterior adecuación y suministro de salones de clase. Sistema constructivo tipo pórtico, con vigas, columnas y cubierta en teja termo – acústic.

Datos e información general del Proyecto

Valor de Contrato:	\$127.787.571.00
Entidad Contratante:	Secretaria de planeación de Onzaga
Contratista:	Cristian Rangel.
Interventoría:	Marco Antonio Barrera.
Población Beneficiada:	450 Habitantes.
Fecha de iniciación de Obra:	Diciembre de 2006.
Fecha de entrega de Obra:	Mayo de 2007.

2.3.4. PROGRAMA VIVIENDA RURAL: CONSTRUCCION VIVIENDA INTERES SOCIAL A LOS DAMNIFICADOS POR LA OLA INVERNAL DEL MES DE FEBRERO DEL 2005, ZONA RURAL DE GIRON

Proyecto de vivienda de interés social en el que se benefician 16 familias carentes de una casa digna, como consecuencia de la pérdida de sus hogares a causa de la ola invernal de febrero del 2005 en el municipio de San Juan de Girón, en las veredas Soracá, Llano Grande, Barbosa, Quebrada seca, Altamira, Motoso y otras.

El módulo de vivienda tipo interés social rural consta de un área de 36 metros cuadrados la cual se divide en los siguientes ambientes: 2 alcobas (con instalaciones eléctricas), 1 baño (incluye instalaciones hidráulicas y sanitarias), 1 cocina (incluye instalaciones hidráulicas y sanitarias), 1 Lavadero (incluye instalaciones hidráulicas y sanitarias), 1 pozo séptico, 1 Hall.

En este proyecto los dineros son aportados tanto por el FNR (fondo nacional de regalías) como por la alcaldía de Girón y por los afectados; para este caso el uso de la herramienta es personal y ésta es de propiedad de los beneficiarios o puesta por ellos, por lo que tiene un tratamiento especial en su análisis y evaluación, para poder cotejar los resultados esperados por la metodología.

Datos e información general del Proyecto.

Valor de Contrato:	\$174.909.400.00
Entidad Contratante:	Alcaldía de Girón
Contratista:	COLINAM Ltda.

Interventoría: Arnoldo Villareal.
Población Beneficiada: 96 personas
Fecha de iniciación de Obra: Octubre de 2006.
Fecha de entrega de Obra: Mayo de 2007.

FIG. 09. Casa Tipo



Fuente: Jorge Barco

2.4. Área AGUAS (OBRAS HIDRAULICAS Y/O SANITARIAS)

2.4.1. REDISEÑO, SUSTITUCION, CONSTRUCCION DEL COLECTOR FINAL DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL CASCO URBANO DE CHIPATA, PROVINCIA DE VELEZ. SANTANDER

Proyecto de construcción y/o sustitución del alcantarillado pluvial del municipio de Chipatá, específicamente el colector principal. El municipio de Chipatá se encuentra al suroccidente de Bucaramanga, a 427 kilómetros de ésta. Se divide en 12 veredas entre las cuales están: El Papayo, Mulatal, Batán, Tuavita, Llano de San Juan, Tierra Negra, El Hatillo, entre otras. Población actual de 6500 habitantes en un área de 85km²².

Consiste en la construcción de un nuevo alcantarillado pluvial y la reparación o sustitución según sea el caso de tramos que estén planteados dentro del rediseño del colector final. Excavaciones, movimientos de tierra, suministro e instalación de

tubería en pvc y reparación de estructuras de concreto son los principales procesos a realizar.

FIG. 10. Excavación Manual



Fuente: Consorcio Alcantarillado Chipatá

FIG. 11. Excavación Manual



Fuente: Consorcio Alcantarillado Chipatá

Datos e información general del Proyecto.

Valor de Contrato:	\$545.587.000.00
Entidad Contratante:	Municipio de Chipatá
Contratista:	Consortio Alcantarillado Chipatá 2006
Interventoría:	ETA S.A.
Población Beneficiada:	6.525 habitantes
Fecha de iniciación de Obra:	Febrero de 2006.
Fecha de entrega de Obra:	Agosto de 2007.

2.4.2. CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES DEL NUEVO DISTRITO CENTRO II ETAPA (PROYECTO OLA INVERNAL)

Proyecto de construcción de nuevas redes de acueducto en la ciudad de Bucaramanga, por parte de la empresa de acueducto metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Consiste en trabajos de excavación sobre todo en vía, suministro e instalación de tubería en gres y reparación de calzada, abarca desde la calle 34 hasta la calle 45 y entre las carreras 6 y 12.

FIG. 12. Instalación Tubería



Fuente: Cesar Aviles

Datos e información general del Proyecto.

Valor de Contrato:	\$1.737.200.028.00
Entidad Contratante:	A.M.B.
Contratista:	ROBERTO RODRIGUEZ
Interventoría:	Martha Yolanda Perdomo
Población Beneficiada:	12600 personas
Fecha de iniciación de Obra:	Noviembre de 2006.
Fecha de entrega de Obra:	Septiembre de 2007

2.4.3. CONSTRUCCIÓN DE LA LINEA DE IMPULSION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO LA FLORA AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO LA MALAÑA.

Proyecto de construcción en obra hidráulica, perteneciente al programa de adecuación de redes del acueducto de la ciudad de Bucaramanga, consiste en la construcción de un tramo de tubería desde la planta de tratamiento la flora hasta el tanque de almacenamiento la Malaña, en el sector de Morrórico. Procesos de excavación, reconstrucción, suministro e instalación de tubería son los presentes a realizar durante la ejecución de este proyecto.

FIG. 13. Rotura de Pavimentos



Fuente: Cesar Aviles

Datos e información general del Proyecto.

Valor de Contrato:	\$ 470.790.209.00
Entidad Contratante:	A.M.B.
Contratista:	BUILDING Ltda.
Interventoría:	Juan Carlos Aguilar
Población Beneficiada:	1500 personas
Fecha de iniciación de Obra:	Noviembre de 2006.
Fecha de entrega de Obra:	Abril de 2007

3. PROCESOS Y HERRAMIENTAS

3.1. INTRODUCCION

Conocer las actividades propias en cada fase en la ejecución de una obra es una de las prioridades que debe tener todo ingeniero, no solo para saber que es lo que se esta haciendo y del modo en que se esta realizando, sino para poder solucionar cualquier situación anormal de forma rápida y adecuada. Los procesos descritos son en lo posible los mas comunes a las obras civiles, teniendo en cuenta el área en desarrollo, para este efecto se tomaran de los presupuestos los ítems mas representativos, es decir los de mayor incidencia, y de estos los comunes a las obras analizadas. Se debe tener en cuenta el costo directo total de toda la obra y del ítem en relación.

Se quiere describir de manera sencilla las actividades que comúnmente se encuentran en la ejecución de proyectos civiles, así como nombrar las herramientas menores usadas en estas actividades, para su posterior análisis, el cual es el objeto principal en la propuesta metodológica.

De nuevo se menciona de forma categórica la finalidad del estudio, que no es otra que reducir costos (en su defecto proporcionar un costo real) y la implicación del conocimiento de dichas actividades, de la cuantificación de las herramientas manuales, de los materiales usados y de todos los parámetros que permiten hacer una valoración económica de la construcción y/o ejecución de una proyecto, y por supuesto obtener un margen de ganancias que sino se maximiza por lo menos no se vea disminuido por causa de un presupuesto mal elaborado a raíz de un mal análisis de los muy mencionados costos.

3.2. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y DE LAS HERRAMIENTAS USADAS

Actividades de mayor representación e incidencia en los costos directos del presupuesto de obra:

3.2.1. Suministro e Instalación de MDC – 2.

Para la realización de esta actividad se deben tener en cuenta tres instancias muy importantes en las cuales se va a llevar a cabo el desarrollo del suministro e instalación de la Mezcla Densa en Caliente MDC – 2; Producción y Mezclado, Transporte del Material e Instalación y compactación de la mezcla.

La primera situación en donde se desarrolla esta actividad tiene que ver con la etapa de producción y mezclado, en donde la herramienta menor adquiere gran importancia debido a que la necesidad de ayudarlo al proceso mecánico de mezclado se hace recurrente para mejorar la calidad y garantizar el adecuado resultado del producto final; una vez los materiales a mezclar tales como Arena de Peña (Amarilla), Arena de Río (Lavada), Triturado de $\frac{3}{4}$ " (gravilla) se encuentran en el patio debidamente clasificados de acuerdo a su tamaño y naturaleza, de los cuales ya se han obtenido previamente muestras para realizar los ensayos de laboratorio tales como: abrasión y segregación, cono de arena, (ver norma INVIAS para MDC – 2).

El suministro de la MDC - 2 inicia con la obtención de material de trituración a partir de la explotación de la cantera, proceso necesario para darle al mezclado el contenido de agregado grueso necesario para obtener las propiedades mecánicas adecuadas tales como resistencia, de acuerdo al diseño Marshall establecido según los materiales que se tienen en la obra. Una vez tenemos el material de trituración, la arena de río y la arena de peña, se procede a realizar un proceso de pre-mezclado al cual denominan el "todo en uno", proceso que lleva a cabo la Retro sobre orugas, para garantizar el mezclado de los agregados finos y gruesos, antes de ingresar a la Planta de Asfalto (figura 13, figura 15).

Para realizar la colocación de la mezcla y luego de tener la base y subbase, se procede a hacer la imprimación, operación consistente en extender asfalto líquido sobre una capa de base granular para sellar e impermeabilizar su superficie, cohesionar las partículas superficiales de la base y facilitar la adherencia entre esta y el pavimento asfáltico. En la instalación y compactación se extiende el material con, luego se pasa el compactador y una aplanadora.

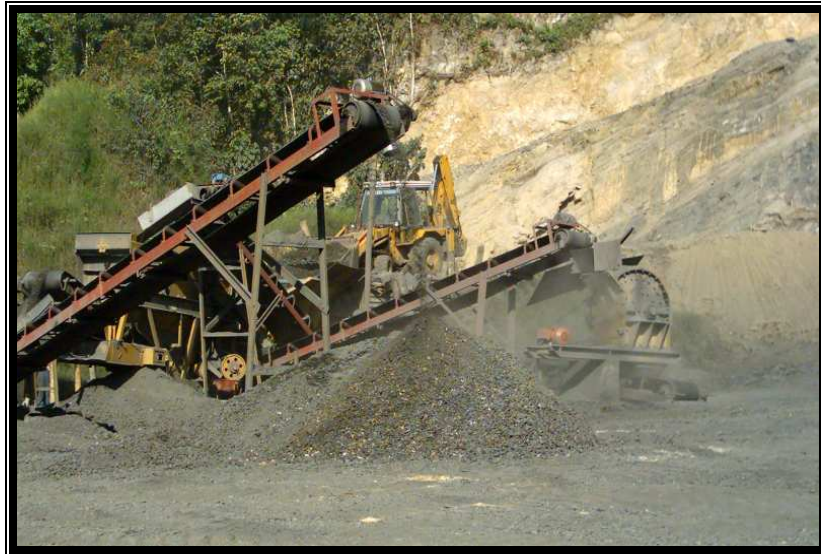
3.2.2. Suministro e Instalación de Base.

El suministro de la base inicia una vez se tiene suficiente material de explotación cercano a la planta de trituración, en la cual se procede a realizar un cambio de mayas para obtener tamaños de $\frac{1}{2}$ " a 1", necesarios para tener una buena gradación en la base, proceso que requiere de un adecuado seguimiento para garantizar rendimiento en el proceso de trituración; en donde el material de base es mezclado con arena de peña para adicionar el contenido de finos necesario para aportarle la estabilidad y cohesión a la base sin desmejorar sus propiedades mecánicas.

La motoniveladora se encarga de extender el material de base que las volquetas han bajado previamente de la planta de trituración y acopiado a un lado de la calzada, actividad conocida como céreo, la cual consiste en dar el nivel de ceros a la calzada de acuerdo al diseño de la estructura del pavimento, que para este caso

fue de 28 cm. compactados en dos capas de 14 cm., necesario para iniciar proceder a tomar densidades del terreno e iniciar la instalación de MDC – 2, esta actividad (figura 16) es supervisada y controlada por la comisión de topografía para reducir al máximo el desperdicio de material y garantizar los espesores de la capa.

FIG. 14. Planta de Asfalto



Fuente: Jorge Barco

FIG. 15. Extendida Mezcla Densa



Fuente: Jorge Barco

FIG. 16. Planta de Asfalto



Fuente: Jorge Barco

FIG. 17. Motoniveladora



Fuente: Jorge Barco

El proceso de instalación y compactación de la base esta a cargo del Vibro compactador tamden, el cual tiene la difícil tarea de darle la estabilidad adecuada a través de la toma de densidades abscisando cada 10 m en tramos rectos y cada 5 m en tramos curvos, para esta actividad se requiere la supervisión y control del Inspector de obra.

FIG. 18. Compactación Carpeta Asfáltica



Fuente: Jorge Barco

3.2.3. Suministro e Instalación de Subbase.

La instalación de súbbase se reduce a realizar un mejoramiento de la subrasante, también conocida como plataforma, esta actividad consiste en hacer un raspado de la capa superficial de unos 5 a 10 cms de espesor, es donde el objetivo es acondicionar el terreno para mejorar las condiciones de trabajo y compactación de la base, en donde en algunos casos se hace necesario adicionar material de relleno para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, casos como en donde encontramos fallos geológicos o colchones de agua hay la necesidad de sacarlos y reforzarlos con material grueso.

FIG. 19. Vía compactada



Fuente: Jorge Barco

3.2.4. Excavaciones varias sin clasificar.

Las excavaciones en este literal se refieren mas que todo a la creación de zanjas para efectos de drenes, y algunas para lograr la consistencia adecuada en el suelo para el afirmado del carreteable para su posterior imprimación. Comprenden la remoción y retiro por medios manuales según disposición de planos y/o interventoría, además de de cargue, transporte y descargue de materiales aprovechables y no aprovechables; incluye también otras actividades como entibado, bombeo de agua y tratamiento de derrumbes.

La excavación se hace sobre las líneas de las zanjas demarcadas previamente, cuyo ancho deberá haber tenido en cuenta los diseños finales. Primero se afloja el suelo con la pica y/o barra, la tierra aflojada se traspalea hacia un lado y luego se repite de nuevo las acciones hasta alcanzar la profundidad indicada. La profundidad se mide hacia debajo de los hilos que señalan el nivel superior. Si la excavación sobrepasa la profundidad crítica (ya sea por nivel o ya sea por calidad del suelo) la misma se debe entibar para evitar el desmoronamiento de tierra. A continuación se procede a aponar el terreno y a compactarlo.

FIG. 20. Excavación



Fuente: Cesar Aviles

FIG. 21. Drenes



Fuente: Cesar Aviles

3.2.5. Concreto Clase D.

El concreto es preparado en obra, siendo clase D que es un tipo de concreto de 2500 psi, es realizado en una mezcladora de 1 m³ de capacidad, en las proporciones que se indiquen en los diseños, para este caso la dosificación es una relación 1:2:4. Al comenzar los trabajos de producción, se envían previamente cilindros muestra (8 probetas) a laboratorios para su respectivo ensayo de compresión y resistencia, a los 7, 14 y 28 días y con el visto bueno de la interventoría se procede a su preparación y puesta.

Todos los materiales son provistos de la zona circundante a la población local de Otanche (Boyacá) cumpliendo las normas para agregado, los toques mínimos para el agua, y el cemento tipo Pórtland comprado en Moniquirá, es guardado en la bodega de la planta de asfaltos de la obra. Los materiales para cada cochada del concreto deberán depositarse simultáneamente en la mezcladora, a excepción del agua, que se verterá primero y que se dejará fluir continuamente mientras los materiales sólidos entren a la mezcladora, y que continuará fluyendo por un corto período adicional después de que los últimos materiales sólidos hayan entrado a la mezcladora. Todos los materiales, incluyendo el agua, deberán entrar en la mezcladora durante un período que no sea superior al 25% del tiempo total de mezclado. El concreto producido es utilizado para andenes y sellos de alcantarillas que estén en el alineamiento de la vía.

Al ser preparado en obra el tiempo de mezclado es minimizado ya que es puesto en seguida, no se usan aditivos y se procede a los procesos generales de concreto como son la remoción de formaletas y curado del mismo.

FIG. 22. Mezclado Cemento



Fuente: Jorge Barco

3.2.6. Placa Aligerada

Como en todas las actividades lo primero es preparar el puesto de trabajo, entonces se llevan al sitio indicado las herramientas, el equipo y los materiales. A continuación se procede a armar el encofrado, el encofrado es la estructura temporal que sirve para darle la forma definitiva al concreto. Su función principal es ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el lugar indicado y servirle de apoyo al concreto hasta que se endurezca; esta constituido por le molde y los puntales o tacos. Se determina la dirección de carga de la losa, para este fin es bidireccional, se seleccionan los elementos cerchas metálicas, tacos metálicos, tablonos y teleras de madera, los tablonos van en el piso para que no se hundan los tacos.

Se verifican las medidas, se instalan los tacos, se instalan las cerchas, se colocan las riostras, se nivelan tacos y se aseguran las abrazaderas, pasadores y cuñas, con esto dispuesto se coloca el aligerante (cajones en madera).

FIG. 23. Armado Placa Aligerada



Fuente: Jorge Barco

La colocación de los refuerzos es el siguiente paso ejecutado, conforme al diseño de los planos y aprobado lo anterior por la interventoría se ubica el acero en vigas, nervios y la grilla de acero para temperatura. Se corta y se figura el acero (no se pidió con especificaciones precisas) se coloca; también se instalan los tubos de

ductos eléctricos y tuberías de desagüe previendo que no atraviesen vigas, se le echa agua a los casetones de madera para que no absorban humedad del concreto.

A continuación en la fundida, se prepara el concreto utilizando la dosificación especificada en el diseño, 1:2:3, de la siguiente manera: el triturado y parte del agua, se coloca el cemento, el resto de agua, y la arena. Mientras gira se agrega el resto de la grava, para la primera mezcla se echa mas cemento, aproximadamente un 20% más, con el fin de que cubra el tambor. El mezclado debe estar dentro del tiempo reglamentario de mezclado.

Con los casetones húmedos se vacía el hormigón suavemente, se utiliza vibrador de aguja y en algunas partes una varilla, se hacen las fajas para tenerlas como guía para cortar los excesos de material con boquillera (regla).

FIG. 24. Vaciado Concreto (Manual)



Fuente: Jorge Barco

FIG. 25. Vaciado Concreto



Fuente: Jorge Barco

FIG. 26. Nivelado con Boquillera (regla)



Fuente: Jorge Barco

3.2.7. Concreto Columnas (4000 psi)

El concreto usado para las columnas será de 4000 psi, con tamaño máximo de agregados de 3/4" con el fin de facilitar el flujo de concreto para que penetre por todas las cavidades de la estructura. La dosificación para este tipo de concreto es 1:2:2.

FIG. 27. Armado Columnas



Fuente: Alejandro Char

FIG. 28 Formaleteado Columnas



Fuente: Jorge Barco

Se colocan las formaletas de madera, se figuran los hierros y se amarran, cuando los pisos tienen una altura significativa se usan los andamios para este proceso, a continuación se funden y se procede a quitar las cimbras en un periodo de 7 días; se continúa con el curado, echando agua, se proceden a los acabados con llana.

3.2.8. Piso Mortero Tipo Industrial

Se utiliza un revestimiento en hormigón que se ejecuta de acuerdo con las normas precedentes. La capa de base se hizo de hormigón pobre, cuyo agregado se obtiene de las canteras cercanas (cuenca del río Fonce), cumpliendo con la granulometría exigida.

Para mayor adherencia entre las capas, se usa un aditivo ligante y se procede a poner la capa de revestimiento manualmente a través de palas y por secciones de 3,5 m por 3,5 m; la mezcla utilizada se acerca a la relación 1:1:2 para que tenga mayor resistencia, se apisona y se vibra con vibrador mecánico, se rastrilla la superficie con rastrillos metálicos y se limpia el contrapiso, se aplica una lechada fluida de cemento Pórtland para el acabado final (contrachapado en concreto) se pasa la boquillera y en algunos sectores la llana metálica. Se realiza el curado común durante 7 días, y al final de este se comienzan los trabajos de pulido.

3.2.9. Viga de Amarre sobre Muro

Estas vigas están formaleteadas por tres caras, apoyadas sobre los muros; el refuerzo y el concreto son los especificados en los diseños correspondientes, con 3.000 psi de resistencia, agregado máximo de 3/4" y el refuerzo principal PDR – 60 y los estribos en acero A – 37.

Para este efecto son fundidas en el sitio, siguiendo los pasos comúnmente realizados para su construcción. Las vigas están embebidas en la placa; el corte, el flejado, el amarre del hierro, así como el vaciado del concreto son similares a los pasos seguidos en la construcción de la viga de cimentación, explicada mas adelante en otro ítem.

3.2.10. Columnetas 0.15 x 0.12 m

Las columnas de confinamiento se ejecutan por el tipo de sistema constructivo (muros estructurales) tienen por objeto amarrar los muros y confinarlos para evitar su desplazamiento durante un evento sísmico.

Se colocan en los extremos de los muros y en las intersecciones de dos muros, además de colocarlas también a 3, 20 entre ejes según diseños especificados (figuras 28 y 29). Una vez nivelado el muro y con la linealidad aceptada por la

interventoría se procede a armar los hierros que vienen de la viga de cimentación con estribos de 1/4" hasta una altura igual a la del muro dejando los ganchos y anclajes, así como empalmes necesarios para la puesta de la cubierta, se funde normalmente haciendo el vaciado con pala y el cemento preparado en obra, según dosificación estipulada es en un trompo de 1 m³ de capacidad.

FIG. 29. Columnetas



Fuente: Jorge barco

3.2.11. Concreto para Muros de Contención

Se coloca en la excavación los moldes que alojan el elemento horizontal del muro, el molde es de lámina calibre 14, se aplica un aditivo para facilitar su retiro una vez colado el concreto. Después de colocado el desmoldante se procede a hacer el armado de la zapata, se colocan los aceros según diseño, en dirección normal al muro.

A continuación se colocan las formaletas del alma o molde vertical (metálicos también) del mismo espesor y se ponen unos separadores que impiden que estos se abran en el momento del vaciado del hormigón. Se colocan también los hierros de los elementos verticales. El concreto es de 000 psi, dosificación 1:2:3 debidamente aprobado por la interventoría y confirmada su resistencia en cilindros a los 7, 14 y 28 días.

Una vez vaciado se vibra el concreto y se procede al curado para finalmente el desmolde y el pulido de la superficie a vista.

FIG. 30. Construcción Casa Interés Social



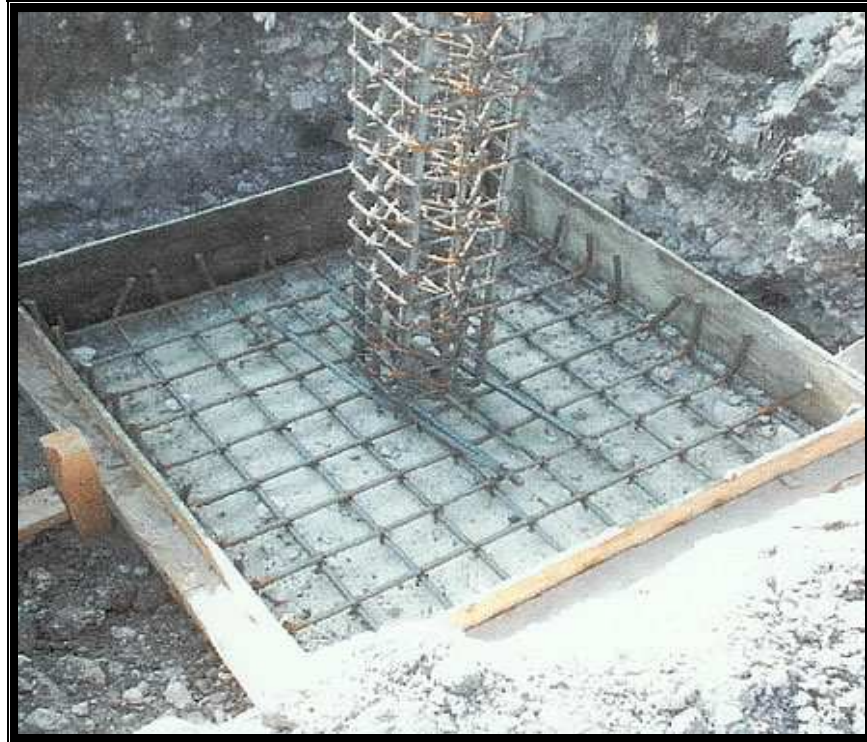
Fuente: Jorge Barco

3.2.12. Concreto Zapatas

Las zapatas construidas son todas concéntricas y aisladas, así que no hay procedimientos que difieran al común de construcción de ellas o de cualquier otro elemento de hormigón armado. Después de realizada la excavación se arma coloca el emparrillado (malla) de refuerzo y se amarran los hierros que van hacia la columna dejando la longitud suficiente de traslapo indicado según código.

Se vacía el concreto y a se chuza manualmente para el vibrado, se quitan las formaletas y se procede a la construcción de las vigas de amarre y de las columnas.

FIG. 31. Emparrillado Zapata - Columna



Fuente: Mintransporte

3.2.13. Concreto Vigas de Cimentación

La actividad enunciada en este apartado refiere principalmente al proceso seguido después de la excavación y hechura de las zapatas hasta los anclajes y/o empalmes que conllevan a las columnas. Sobre estas vigas reposan los muros estructurales y la placa principal que servirá de piso; el hormigón usado no es elaborado en sitio y esta en relación 1:1:2 con resistencia de 4000 psi; este concreto se hace sobre pedido a concretera.

Luego de hacer el amarre de los hierros, la fundida se hace junto con las zapatas, partiendo por sectores el terreno y los elementos, fundiendo cada uno de estos sectores a la vez; se realiza como procedimientos ya mencionados (columnas, vigas) se aplican aditivos para un mas rápido curado, y entre 3 y 4 días se retiran las formaletas. Se realizan vibrados comunes pero no con chuzo sino con vibrador mecánico. Las especificaciones de aceros y gravimetría son dispuestas según los planos de diseño pero sin ninguna rareza en su proceder.

FIG. 32. Construcción Zapatas



Fuente: Mintransporte

FIG. 33. Formateado Vigas de Cimentación



Fuente: Mintransporte

3.2.14. Concreto Lanzado 3000 psi

Como no es fácil colar en el lugar mismo, se usa esta técnica para los muros de contención sobre los taludes de la excavación. Como es una operación de considerable tamaño se hace con un proceso húmedo, el concreto plástico premezclado se bombea por la boquilla de la manguera por medio de aire comprimido.

FIG. 34. Concreto Lanzado



Fuente: Mamgeotecnia

Se chequea previamente la relación agua – cemento, y se ajusta la consistencia por medio de aditivos, a continuación se emparrilla el talud y se hacen los anclajes, luego se preparan los drenes laterales (no en la zona de rociado) y se aplica el concreto lanzado. Se hace por medio de bombas que comprimen el aire expulsando la mezcla a presión (figura 35).

Para los siguientes procesos se hace referencia a un global, como lo es la instalación de redes, tanto sanitaria – hidráulica como la eléctrica, por eso los ítems relacionados como lo son el suministro e instalación de tuberías, puntos sanitarios, puntos eléctricos, y todas las actividades que lo comprenden; se describen de manera uniforme a una sola actividad. Dentro de los ítems analizados para la metodología están:

- salida 110 v (interruptor sencillo)
- suministro e instalación cable # 12 THW
- tubería de acero galvanizada 3/4"
- punto sanitario

En todos los proyectos las instalaciones técnicas proporcionan un bienestar a quienes son sus usuarios, es decir proveen de servicios públicos a través de las conexiones realizadas en la estructura, y aunque se pueden tener muchas otras las más generales se refieren a las acometidas hidráulicas, sanitarias y eléctricas, aportando estos tipos al costo directo en una obra. Cabe mencionar que dichas instalaciones son aprobadas en el diseño y por las empresas prestadoras del servicio.

FIG. 35. Concreto Lanzado



Fuente: Mamgeotecnia

3.2.15. Instalación de Redes Hidráulicas

Lo primero es interpretar de forma correcta los planos, a continuación se hacen las regatas, siempre en forma vertical y en muros no estructurales, con el espesor indicado solo para que quepan los tubos, esta actividad se realiza con cinces. Para las instalaciones en los pisos se coloca la tubería antes de colocar el baldosín y se tira siempre por los lados cercanos a los muros.

Una vez puestas las tuberías estas se soldan junto a los accesorios según el material utilizado, para este efecto es policloruro de vinilo (pvc); entonces se hace con soldadura especial para pvc y se unen los elementos, tubos con campanas, con codos, etc. Después de colocar los contadores se instalan las llaves y las válvulas necesarias (en los tanques). Se hace el tramo de terminación de unos 20 cm. en tubería galvanizada. Se limpia la red y se prueba para detectar posibles fugas, las cuales si hay son reparadas.

3.2.16. Instalaciones de Redes Sanitarias

Siguiendo los planos de diseño, se hacen los canales para incrustar la tubería según indicaciones, se procede a colocar los sanitarios e instalar la tubería que llevara las aguas negras, además de las canaletas y respectivos accesorios para la evacuación de las aguas lluvias.

Se arma la batería sanitaria y se prepara la mezcla, se coloca y se pega, se nivela y luego se instala la acometida. Para el lavamanos el proceso de instalación es similar.

3.2.17. Instalaciones de Redes Eléctricas

Se realizan las regatas, se pone la tubería en pvc, y las cajas para los portalámparas; se cubre con una mezcla en dosificación 1:5 (mortero de revoque) se introduce una guía de acero para halar los cables que van dentro del tubo. Se colocan los plafones y los tomacorrientes. Se unen los respectivos cables y se colocan los fusibles (breaker), se da inicio a las labores de acabados generales y pintura.

3.2.18. Cubiertas

Las siguientes actividades se refieren a la construcción de cubiertas, competen los procesos de desmonte de la estructura anterior (cuando sea necesario), instalación de la nueva estructura de cubierta incluyendo tejado, cerchas y correas. Dentro de los ítems relacionados están:

- correa metálica sección 2C
- desmonte cubierta teja de barro y entramado de madera (retiro)
- suministro e instalación de teja thermoacustic trapezoidal
- cerca metálica cajón
- cubierta techmet 30mm

Para el desmonte de la antigua cubierta se hace necesario derribar con porra la estructura que sostiene el tejado, cerchas antiguas y soporte en madera. En andamios los obreros proceden a quitar las tejas de barro y quitar el maderable. Se hacen los trabajos propios de muros, explicados en otro enunciado y se procede a la instalación de la nueva estructura.

Se cortan los perfiles y se atornillan según sea necesario para luego colocarlos sobre los muros que sostendrán el techo, una vez puestos en su sitio se coloca la teja a medida.

3.2.19. Filos y Dilataciones

Las dilataciones tienen por objetivo separar los diferentes materiales para evitar generen esfuerzos demasiado grandes (uniones entre muros y columnas) así como la división de áreas muy grandes para que las grietas generadas por las diferentes causas sigan su curso por ahí mismo tratando de aminorar los defectos estéticos en los acabados. Los filetes son las terminaciones salientes en los muros con resistencia a los golpes y bien alineados. Tanto los filos y las dilataciones deben hacerse cuando se hace el revoque retocarse en la aplicación del estuco.

Para los filos se aplica el mortero de revoque sobre la esquina del muro y se empareja en uno de los lados, teniendo en cuenta la plomada. Luego de se forma el ángulo con la llana en posición vertical para luego resanar ambos lados con la misma herramienta. Durante el proceso se lanza pequeñas cantidades de agua para optimizar el pulido de la superficie. Luego se aplica el estuco sobre la zona mencionada para tal fin, se empareja, se aploma una cara con la llana y se corta la otra cara con una plantilla metálica antes de que el estuco comience a fraguar.

Para las dilataciones se realiza un corte con palustre al ángulo especificado y teniendo en cuenta la profundidad sugerida que debe ser muy cercana al espesor del revoque, además el ancho es de 1 cm. y en forma de boca de caimán. Cuando se aplica el estuco se retoca el corte hecho para pulir la superficie y las partes aserradas de la marca, luego se aplica un sellante de elasticidad.

3.2.20. Estuco

Con la superficie plana y relativamente libre de polvo, en la tercera semana después de aplicado y curado el revoque; se humedece el muro para la aplicación del estuco.

Se usa yeso, caolín, cemento para hacer la mezcla, en una dosificación de 3:2:1 respectivamente, cuando se disponga se empleara estuco plástico (sika). La mezcla se agrega al agua de amasado hasta obtener una consistencia

homogénea, luego se aplica con la llana sobre una superficie de 10 m² con cinco capas de mano en la aplicación en diferentes direcciones para cubrir cualquier imperfección en el revoque. En los extremos se hacen chaflanes para una mejor adherencia entre estucos. A los tres días se verifica con la prueba de la uña, y dos días después esta listo para ser pintado.

El estuco plástico se utiliza en las zonas donde el primero no cubrió las imperfecciones del mortero de revoque, se deja secar de dos a tres horas.

3.2.21. Pintura Exterior

Para este caso las paredes son pintadas con pintura vinílica (a base de agua), se requiere que la superficie sea de baja porosidad, además debe ser resanada con papel lija No 100. Se realiza la imprimación en la primera mano, se hace con imprimante alquídico diluido en varsol en proporción 1/2 litro de solvente por 4 litros de imprimante, esto para facilitar la aplicación de las pinturas y proteger el revoque y el estuco contra el ataque químico; la aplicación se hace con brocha.

La dosificación de la pintura es de aproximadamente 1/4 de galón de agua por 1 galón de pintura y se aplica con brocha y/o rodillo en franjas verticales de 80 cm. de espesor aproximadamente. La operación se inicia en cualquier sentido pero debe terminar verticalmente (a lo que se denomina comúnmente “peinado”) y no debe ser interrumpida hasta llegar a las esquinas o cambios de material. El tiempo de secado es de 3 a 4 horas.

FIG. 36. Pintura Exterior



Fuente: Consorcios edificios

Aunque el consumo de pintura es mayor con el uso de rodillo en relación al uso de brochas, esto se ve contrarrestado en el tiempo de aplicación y la rapidez en el trabajo; con compresor cabe decir que el desperdicio por ende el rendimiento de la pintura es mucho menor aunque facilita la labor del obrero, el cual debe ser especializado en el manejo del aparato.

3.2.22. Baldosín de Granito

Este proceso no solo se describe para el ítem en mención, sino de forma general en la instalación de baldosines o losas en granito, sino también de cerámica y otros materiales para pisos.

La actividad comienza con la rectificación de los niveles de pisos, dejando las pendientes si hay (desagües), a continuación se humedece la superficie a enchapar y las tabletas a utilizar se dejan en remojo por cerca de una hora. En un balde se vierte macilla o pegador (en este caso cemento 1:3) y se mezcla hasta obtener una pasta homogénea fácil de manejar. Se coloca sobre la superficie y se esparce con llana dentada, se pone la tableta y se martillo con un mazo de goma.

Luego de instaladas las cerámicas o granitos se procede a limpiar con una esponja y agua las superficies de estas liberándolas de los sobrantes de la mezcla.

Se hacen los recortes con de las tablas para esquinas y otros con la maquina cortadora eléctrica y se pule las aristas con la maquina pulidora. 24 horas después se hace una mezcla con cemento blanco para emboquillar el piso, es decir resanar las juntas, esto se hace con llana encauchada verificando que dichas juntas queden parejas, se limpia con esponja retirando material indeseable.

El piso se cubre mientras se hace los demás arreglos y procesos como pintura, enchapes entre otros. El lavado, brillado y pulido de las tablas se hace cinco días después del fraguado.

3.2.23. Enchapes

Los enchapes relacionados en la siguiente actividad son enchapes de muros, independientemente del material, para el caso presente son unos en tabletas de mármol y otros en losas de cerámica. Se descalifican todas las piezas que estén deterioradas (roturas, deformaciones, cambio de color, ralladuras).

Se aplica pegador o macilla de pega pegaplus en las losas con llana dentada formando ranuras ye en el muro, el cual debe estar limpio de grasas, polvo o pinturas. La cerámica se coloca sobre pañete allanado alineando las piezas y

dejando espacio para las juntas respectivas en ambas direcciones. Una vez fraguada la pasta se procede a realizar el sellamiento emboquillado con una lechada de cemento blanco, aplicada con estopa. Posteriormente se realiza una primera limpieza con esponja húmeda para retirar material de la superficie. Un día después la superficie embaldosada se lava con agua.

3.2.24. Guardaescobas en Duropiso.

El duropiso es un tipo de cerámica. Se colocan en los sitios donde haya baldosa del mismo material, se limpia la superficie de contacto, se empareja las irregularidades y se raspa las imperfecciones.

Se utiliza losa cortada con una altura de 7cm y se pegan utilizando mortero de cemento en dosificación 1:4 golpeando las baldosas suavemente, siguiendo un alineamiento recto en la parte superior. Luego de instalados se limpian con agua usando una esponja.

3.2.25. Pañete Muro Liso

Se utiliza mortero 1:4 con arena de grano fino con un máximo de contenido de arcillas cercano al 20% agregando aditivos especiales para adherencia. El espesor del pañete es de 2 cm., quedando aplomado y debidamente liso y sin sobrantes de mortero para aplicación de estuco y/o pintura.

Se echa sobre la superficie del muro con palustre, luego se pasa la regla y por último la llana para cubrir imperfecciones y hacer el atezado. Se cura con agua durante 3 días y dos veces cada día, cuidando de no humedecer demasiado el pañete.

3.2.26. Muro Ladrillo H 10

Se entiende en este apartado la construcción de muros en ladrillo (temosa) según especificaciones de diseño y aprobación de la interventoría, cumpliendo los ladrillos con las propiedades físicas y mecánicas que se demuestran con los ensayos respectivos de compresión y absorción. Además los elementos no deben presentar ningún defecto (bordes, color, etc.).

Se instalan los hilos guía, esto se hace para cada fila de ladrillos, para conservar su linealidad y verificar su nivelación. Se coloca la pega que es mortero en relación 1:3 y su espesor no debe superar los 2 cm.; paso a seguir se humedecen los ladrillos y se asenta de canto según el espesor del muro. Se retiran los residuos de mezcla de la superficie.

Se verifica verticalidad, linealidad y demás propiedades del muro mediante plomada y nivel.

3.2.27. Suministro e instalación de tubería

Independientemente del diámetro y material, aquí el usado es pvc, pero puede ser asbesto u otro; el proceso a seguir es el mismo.

Luego de tener las zanjas excavadas los siguientes pasos es la colocación de la tubería en los tramos elegidos, se prueba para detectar fugas y otras imperfecciones, para finalmente rellenar y compactar. Luego se pavimenta o se ejecuta la terminación deseada.

4. METODOLOGIA

4.1. INTRODUCCION

En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad de la obra. (BOTERO L., 2002).

La estructuración de las actividades a realizar durante un proyecto, dio a la industria un mejoramiento en cuanto a la calidad y a la eficiencia se refiere; las nuevas búsquedas están entonces enfocadas a la minimización de los costes y al aumento o mantenimiento de las ganancias, por eso se tratan de probar y/o implementar técnicas en la preparación de los presupuestos, en el calculo de los rendimientos, tanto de maquinaria como de mano de obra, trabajo realizado, satisfacción de los empleados, diseño de la estructura, pero sobre todo nuevas formas que permitan la estimación ajustada a la realidad de lo que vale realizar cierto proyecto constructivo y establecer los controles adecuados para su verificación.

En la proyección de una obra, se siguen metodologías desde su concepción hasta su finalización, pero cuando se habla de herramienta manual (menor) ha sido tradicional basar su costo como porcentaje generalmente de la mano de obra dentro de los análisis de precios unitarios y totalizarla posteriormente, dejando un margen de desconfianza bastante alto pues en algún casos se sobrevalora y en otros este calculo esta por debajo del realmente gastado en la construcción, generando esto costos imprevistos para el contratista. Es menester en este aparte dictaminar una posible solución para valorar este menospreciado ítem, planteando una metodología capaz de cuantificar acertadamente (no en su totalidad) el precio real del equipamiento usado.

4.2. METODOLOGIA:

Como una manera de entender el mejor sentido de la investigación y el análisis, se hace necesarios precisar lo que se entiende por metodología, ya que en la práctica es común confundir términos como método, metodología y técnica.

Las técnicas son instrumentos que permiten operacionalizar un método, el método es pues un camino lógicamente ordenado, es un conjunto de módulos o pasos conducentes hacia un objetivo determinado, del cual dependerá el rechazo, la aceptación o la modificación de dicho método. El punto clave que diferencia una

metodología de un método es la manera como se perciben los objetos y el conjunto de supuestos teóricos que respaldan el trabajo, ya que todos forman parte integral de un todo para alcanzar una meta.

Concepto: Compilación de una serie de estrategias que permiten desarrollar efectivamente ciertas actividades encaminadas en la consecución de un objetivo. La metodología considera entonces las interrelaciones existentes entre marco teórico y método, entre método y objeto, y finalmente entre técnica, método y objeto.

A continuación se muestra la estructura de la metodología planteada, incluyendo un análisis previo de proyectos vinculados con el estudio para su posterior comparación, midiendo la veracidad del coste tanto por la forma habitual y usual manejada hasta ahora por todo el sector de la construcción como por lo propuesto aquí en este libro.

4.3. BUSQUEDA Y ELECCION DE PROYECTOS EN CURSO

En primer caso se debe escoger las obras sobre las cuales se tratara de adoptar la forma de calcular la herramienta menor, estas obras pueden y deben ser preferiblemente desarrolladas en cualquier campo de la ingeniería; buscando que abarquen ejecución de procesos y actividades generales para cualquier otro proyecto de la misma clase; quiere decir esto que se tratan de analizar procesos en construcciones viales, estructurales y de manejo de aguas (en lo referente a acueductos y/o alcantarillados).

Aunque se presentaron restricciones de tipo técnico o por parámetros de privacidad, por lo cual no se era posible analizar las actividades hechas en sitio, o manejar con suficiencia y/o autorización presupuestos y análisis de precios unitarios; la mayor complejidad consistió en el costo total del proyecto analizado, pues era menester desechar obras con presupuestos generalmente bajos y aceptar aquellas donde el ítem (herramienta menor) a evaluar afectara de forma considerable la cantidad de dinero empleada para su ejecución. Esto no significa que no pueda ser implementada en obras de menor calibre económicamente hablando.

Las obras escogidas para el estudio, fueron tres en el sector de aguas (alcantarillado – acueducto), una en el campo vial, y cinco estructurales incluyendo una construcción de vivienda de interés social que se trata de un caso especial en el análisis y la cual se menciona en el siguiente capítulo.

Paso a seguir se hace una discriminación siguiendo la ley de paretto de los ítems incluidos en el presupuesto, luego se relaciona las actividades comunes a todas las obras del mismo tipo y se analiza cada proceso y los elementos necesarios para su ejecución.

4.4. ANÁLISIS DE LOS ÍTEMS

TABLA 01. Actividades del Presupuesto a Analizar

Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitari	Vr. Total	%	Orde
210.3	excavacion en material comun, canales y prestaos	m3	0	3243	\$ 0	-	23
220	terraplenes	m3	0	3486	\$ 0	-	24
230.1	mejoramiento subrasante	m2	0	3500	\$ 0	0.00%	25
310	conformacion de calzada	m2	1800	354	\$ 637,200	0.01%	22
320.2	subbase granular	m3	18000	38562	\$ 694,116,000	10.11%	4
330	base granular	m3	18000	-	-	-	28
330.1	base granular	m3	13500	52500	\$ 708,750,000	10.33%	3
420	imprimacion	m2	90000	2121	\$ 190,890,000	2.78%	9
500	pavimento en concreto hidraulico 4000 psi	m3	16200	-	-	-	29
600.1	excavaciones varias sin clasificar	m3	15459	26612	\$ 411,394,908	5.99%	5
610.1	relleno para estructuras	m3	101	47232	\$ 4,770,432	0.07%	20
610.2	material filtrante	m3	3750	65221	\$ 244,578,750	3.56%	8
630.4	concreto clase D 210kg/cm2	m3	1129	300300	\$ 339,038,700	4.94%	6
630.6	concreto clase F 140kg/cm2	m3	67	247538	\$ 16,585,046	0.24%	15
630.7	concreto clase G ciclopeo-140kg/cm2	m3	0	376961	\$ 0	0.00%	27
640.3	acero de refuerzo grado 60	kg	9425	3863	\$ 36,408,775	0.53%	14
661	tuberia de concreto reforzado	ml	270	274069	\$ 70,008,630	1.02%	12
671	cuneta revestida en concreto	m3	3038	301341	\$ 915,473,958	13.34%	2
673.1	geotextil	m2	36000	4168	\$ 150,048,000	2.19%	10
673.3	material de la cobertura	m3	1350	77529	\$ 104,664,150	1.52%	11
681	gaviones	m3	182	71612	\$ 13,033,384	0.19%	16
700.1	lineas de demarcacion	ml	60000	1125	\$ 67,500,000	0.98%	13
710.1	señales de transito grupo i	und	45	187500	\$ 8,437,500	0.12%	18
710.2	señales de transito grupo ii	und	15	187500	\$ 2,812,500	0.04%	21
730.1	defensa metalica	ml	2250	131250	\$ 295,312,500	4.30%	7
730.2	terminales para defensa metalica	und	180	49000	\$ 8,820,000	0.13%	17
900.2	transporte	m3-km	0	800	\$ 0	0.00%	26
450p	mezcla densa en caliente tipo mdc-2	m3	9000	286163	\$ 2,575,467,000	37.52%	1
730.24p	separadores	und	563	9750	\$ 5,489,250	0.08%	19
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 6,864,236,683.00		
TOTAL DE ITEMS			100.00%				27
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS			20.00%				6

Con los presupuestos y A.P.U.s a disposición se determinan los representativos para cada proyecto siguiendo la ley de Pareto.

Ley de Pareto (diagrama 80/20): es una técnica que simplifica el análisis de costos y seguimiento en obra. Permite ejercer un control más efectivo y concentrarse en los hechos importantes o que generan el costo más alto en el proyecto. Pareto dice que el 80% de los resultados influyentes se encuentran en el 20% de los ítems presupuestados.

Los ítems se ordenan de mayor a menor según el valor parcial. Con los precios unitarios ordenados se acumula el valor y se obtiene el porcentaje dentro del costo total directo del proyecto, el porcentaje de ingerencia dentro del costo directo del ítem, y dentro del valor acumulado, esto ultimo para generar la grafica que permite observar el comportamiento y obtener los representativos con los cuales se trabaja. Aunque se hace para las actividades en general se trabaja con las actividades que generan la herramienta manual más costosa el cual es el objetivo final de este libro.

TABLA 02. Discriminación Herramienta Menor

PRESUPUESTO DE LA HERRAMIENTA MENOR								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo Unif	Orden
210.3	excavacion en material comun, canales y prestaos	m3	0	-	-			23
220	terraplenes	m3	0	-	-			24
230.1	mejoramiento subrasante	m2	0	-	-			25
310	conformacion de calzada	m2	1800	-	-			22
320.2	subbase granular	m3	18000	-	-			4
330	base granular	m3	18000	-	-			28
330.1	base granular	m3	13500	-	-			3
420	imprimacion	m2	90000	8	\$ 720,000	3.90%	0.38%	9
500	pavimento en concreto hidraulico 4000 psi	m3	16200	-	-			29
600.1	excavaciones varias sin clasificar	m3	15459	-	-			5
610.1	relleno para estructuras	m3	101	106	\$ 10,706	0.06%	0.22%	20
610.2	material filtrante	m3	3750	164	\$ 615,000	3.33%	0.25%	8
630.4	concreto clase D 210kg/cm2	m3	1129	5000	\$ 5,645,000	30.61%	1.67%	6
630.6	concreto clase F 140kg/cm2	m3	67	2942	\$ 197,114	1.07%	1.19%	15
630.7	concreto clase G ciclopeo-140kg/cm2	m3	0	5000	\$ 0	0.00%		27
640.3	acero de refuerzo grado 60	kg	9425	100	\$ 942,500	5.11%	2.59%	14
661	tuberia de concreto reforzado	ml	270	1700	\$ 459,000	2.49%	0.66%	12
671	cuneta revestida en concreto	m3	3038	250	\$ 759,500	4.12%	0.08%	2
673.1	geotextil	m2	36000	100	\$ 3,600,000	19.52%	2.40%	10
673.3	material de la cobertura	m3	1350	500	\$ 675,000	3.66%	0.64%	11
681	gaviones	m3	182	100	\$ 18,200	0.10%	0.14%	16
700.1	lineas de demarcacion	ml	60000	-	-			13
710.1	señales de transito grupo i	und	45	-	-			18
710.2	señales de transito grupo ii	und	15	-	-			21
730.1	defensa metalica	ml	2250	100	\$ 225,000	1.22%	0.08%	7
730.2	terminales para defensa metalica	und	180	100	\$ 18,000	0.10%	0.20%	17
900.2	transporte	m3-km	0	-	-			26
450p	mezcla densa en caliente tipo mdc-2	m3	9000	500	\$ 4,500,000	24.40%	0.17%	1
730,24p	separadores	und	563	100	\$ 56,300	0.31%	1.03%	19
TOTAL HERRAMIENTA MENOR					\$ 18,441,320			
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 6,864,236,683.00			
% DEL COSTO DIRECTO					0.27%			
TOTAL DE ITEMS		100.00%			27.00			
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS		20.00%			6			

TABLA 03. Herramienta Menor en Orden de Incidencia en el Presupuesto

PRESUPUESTO DE LA HERRAMIENTA MENOR											
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitari	Vr. Total	%	Vr. Acumulad	% Acu	% Costo Un	Orde	
450p	mezcla densa en caliente tipo mdc-2	m3	9000	500	\$ 4,500,000	24.40%	\$ 4,500,000	24.40%	0.17%	1	
671	cuneta revestida en concreto	m3	3038	250	\$ 759,500	4.12%	\$ 5,259,500	28.52%	0.08%	2	
330.1	base granular	m3	13500							3	
320.2	subbase granular	m3	18000							4	
600.1	excavaciones varias sin clasificar	m3	15459							5	
630.4	concreto clase D 210kg/cm2	m3	1129	5000	\$ 5,645,000	30.61%	\$ 10,904,500	59.13%	1.67%	6	
730.1	defensa metalica	ml	2250	100	\$ 225,000	1.22%	\$ 11,129,500	60.35%	0.08%	7	
610.2	material filtrante	m3	3750	164	\$ 615,000	3.33%	\$ 11,744,500	63.69%	0.25%	8	
420	imprimacion	m2	90000	8	\$ 720,000	3.90%	\$ 12,464,500	67.59%	0.38%	9	
673.1	geotextil	m2	36000	100	\$ 3,600,000	19.52%	\$ 16,064,500	87.11%	2.40%	10	
673.3	material de la cobertura	m3	1350	500	\$ 675,000	3.66%	\$ 16,739,500	90.77%	0.64%	11	
661	tuberia de concreto reforzado	ml	270	1700	\$ 459,000	2.49%	\$ 17,198,500	93.26%	0.66%	12	
700.1	lineas de demarcacion	ml	60000							13	
640.3	acero de refuerzo grado 60	kg	9425	100	\$ 942,500	5.11%	\$ 18,141,000	98.37%	2.59%	14	
630.6	concreto clase F 140kg/cm2	m3	67	2942	\$ 197,114	1.07%	\$ 18,338,114	99.44%	1.19%	15	
681	gaviones	m3	182	100	\$ 18,200	0.10%	\$ 18,356,314	99.54%	0.14%	16	
730.2	terminales para defensa metalica	und	180	100	\$ 18,000	0.10%	\$ 18,374,314	99.64%	0.20%	17	
710.1	señales de transito grupo i	und	45							18	
730.24p	separadores	und	563	100	\$ 56,300	0.31%	\$ 18,430,614	99.94%	1.03%	19	
610.1	relleno para estructuras	m3	101	106	\$ 10,706	0.06%	\$ 18,441,320	100.00%	0.22%	20	
710.2	señales de transito grupo ii	und	15							21	
310	conformacion de calzada	m2	1600							22	
210.3	excavacion en material comun, canales y prestad	m3	0							23	
220	terraplenes	m3	0							24	
230.1	mejoramiento subrasante	m2	0							25	
900.2	transporte	m3-km	0							26	
630.7	concreto clase G ciclopeo-140kg/cm2	m3	0	5000	\$ 0	0.00%	\$ 18,441,320	100.00%		27	
330	base granular	m3	18000							28	
500	pavimento en concreto hidraulico 4000 psi	m3	16200							29	
TOTAL HERRAMIENTA MENOR					\$ 18,441,320						
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 6,864,236,683.00						
% DEL COSTO DIRECTO					0.27%						
TOTAL DE ITEMS			100.00%		27.00						
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS			20.00%		6						

FIG. 39. Ley de Pareto

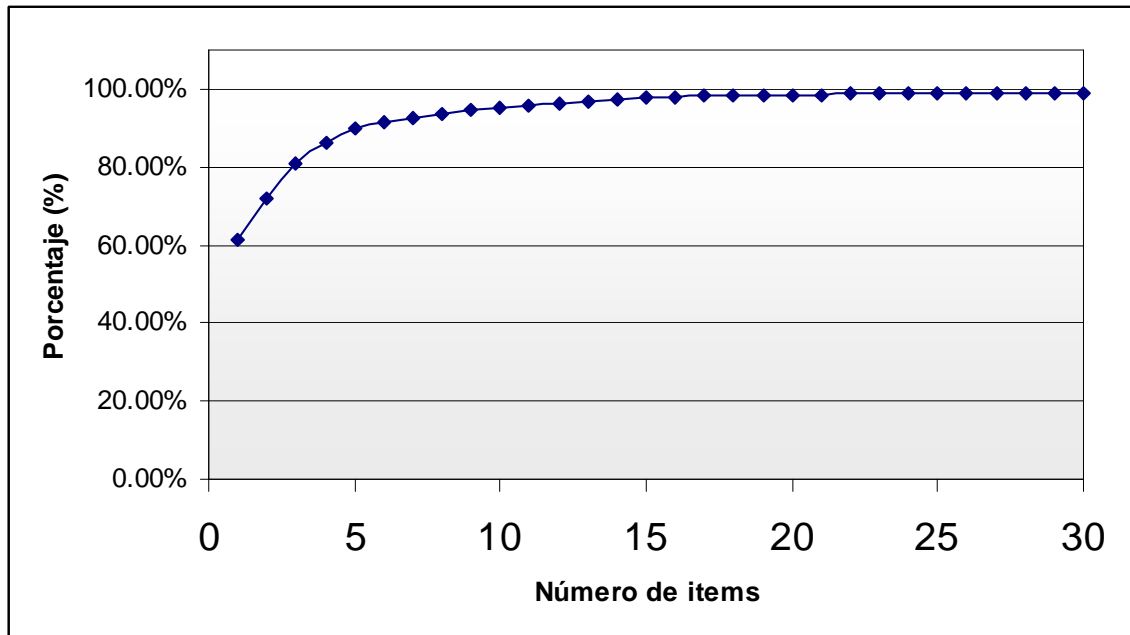


TABLA 04. Ítems Representativos

ITEMS REPRESENTATIVOS DE LA HERRAMIENTA MENOR								
Ítem	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitari	Vr. Total	%	% Costo DIF	Order
450p	mezcla densa en caliente tipo mdc-2	m3	9000	500	\$ 4,500,000	24.40%	0.07%	1
671	cuneta revestida en concreto	m3	3038	250	\$ 759,500	4.12%	0.01%	2
330.1	base granular	m3	13500	-	-	-	-	3
320.2	subbase granular	m3	18000	-	-	-	-	4
600.1	excavaciones varias sin clasificar	m3	15459	-	-	-	-	5
630.4	concreto clase D 210kg/cm2	m3	1129	5000	\$ 5,645,000	30.61%	0.08%	6
730.1	defensa metalica	ml	2250	100	\$ 225,000	1.22%	0.00%	7
610.2	material filtrante	m3	3750	164	\$ 615,000	3.33%	0.01%	8
420	imprimacion	m2	90000	8	\$ 720,000	3.90%	0.01%	9
TOTAL HERRAMIENTA MENOR			\$ 18,441,320.00					
REPRESENTATIVOS HERRAMIENTA MENOR			\$ 12,464,500.00					
TOTAL COSTO DIRECTO			\$ 6,864,236,683.00					
% DEL COSTO DIRECTO			0.27%					
% REPRESENTATIVOS/ TOTAL			67.59%					
TOTAL DE ITEMS		100.00%	27.00					
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS		20.00%	6					

4.5. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

Una vez que los representativos son obtenidos, se discretizan de forma común a todas las obras que conlleven los mismos procedimientos, así entonces para las canalizaciones o tirados de redes o realización de zanjas, habrá solo una forma de hacer la excavación manual. Luego se procede a realizar el trabajo de seguimiento en campo para luego procesar la información y tener una idea bastante idónea de cómo se hacen las actividades realizadas durante la ejecución de una obra.

Se realizan visitas de obra, semanales para las construcciones que se encuentran cerca al área de Bucaramanga, para las locaciones más lejanas, la visita se hace de forma mensual. Durante la estadía en la obra se anotan y se documenta gráficamente la manera de realizar los diferentes procesos, si no es posible esto se busca otra obra donde se aprecie el mismo procedimiento y con ayuda del maestro de obra se realizan las observaciones pertinentes. Al concluir el tiempo de observación se procesan los datos y se sacan los parámetros necesarios para el estudio; ellos son:

- rendimiento
- cuadrillas
- herramientas

Rendimiento: el rendimiento dispuesto para este efecto es el producto del análisis tanto del rendimiento real sacado de obra y el rendimiento teórico presupuestado para óptimas condiciones de trabajo. Se opta entonces por trabajar con el rendimiento presentado por los trabajadores en el sitio de trabajo con excepciones

de mal clima y dolencias personales, entonces pues para esos casos se adopta el rendimiento teórico. Cabe notar que ambos rendimientos no tienen diferencias tan acentuadas para utilizar un método de calibración.

TABLA 05. Cuadrillas y Rendimientos para Actividades.

items representativos	cuadrilla tipo		rendimiento			duracion (meses)	
	oficial	ayudante	cdlla-hora	und	cant	actividad	obra
vias							
1 Mezcla densa en caliente tipo mdc-2	1	4	2	m3	9,000.00	22	24
2 Cuneta revestida en concreto	1	3	1	m3	3,038.00	15	24
3 Base granular	1	3	18	m3	13,500.00	4	24
4 Subbase granular	1	3	18	m3	18,000.00	5	24
5 Excavaciones	0	2	2	m3	15,459.00	38	24
6 Concreto 210kg/cm	2	4	2	m3	1,129.00	3	24
estructuras							
concretos							
9 Placa aligerada 0,40 cm	2	6	2	m2	6,507.00	16	12
10 Concreto Columnas de 4000 PSI	1	1	0.2	m3	1,692.00	41	16
11 Piso Mortero endurecido tipo Industrial	1	3	0.5	m2	5,613.00	55	12
12 Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Concr	1	1	2	ml	168.60	1	4
13 Columnetas .15*.12 m concreto reforzado 25	1	1	1	ml	148.40	1	4
14 Concreto para muros contencion	2	3	0.3	m3	1,607.00	26	16
15 Concreto zapatas	1	2	0.25	m3	907.00	18	16
16 Concreto vigas cimentación	1	2	0.2	m3	580.00	14	16
17 Concreto lanzado 3000 psi	2	3	0.25	m3	373.00	7	16
aceros							
19 Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Refue	1	1	0.5	ml	168.60	2	12
20 Columnetas .15*.12 m Refuerzo principal 3 d	1	1	1	ml	148.40	1	12
21 Acero de Refuerzo Muro de cont	2	3	100	Kg	148,500.00	7	16
22 Acero de Refuerzo Cimentac	1	2	100	Kg	103,694.00	5	16
redes hidrosanitarias y electricas							
24 Salida 110 v. interruptor sencillo	1	0	0.3	pto	1,183.00	19	12
25 Suministro e instalacion cable No 12 THW	1	0	1	ml	2,740.00	13	4
26 Suministro e instalacion tuberia electrica 1/2	1	0	0.7	ml	1,008.80	7	4
27 Tuberia acero Galvanizada 3/4"	1	0	0.7	ml	2,300.00	16	12
28 Punto sanitario	1	0	1	un	1,023.00	5	12
cubiertas							
30 Correa metalica seccion 2C 160*60-1.9 tipo d	1	1	6	ml	470.00	1	4
31 Desmonte de cubierta teja barro y entramado	0	2	1	m2	375.00	2	4
32 Suministro e instalacion teja Thermoacustic t	1	1	1	m2	565.00	3	4

Cuadrillas: contando con la experiencia del maestro de obra y a partir de la experiencia visual, se concatenan estas dos para dar una visión acertada del equipo de hombres necesarios para realizar una actividad determinada, esto independientemente del tamaño de la obra, el proceso tendrá un mínimo de personal necesario (cuadrilla básica) para poder cumplir con el objetivo. Así pues se conforma la cuadrilla primaria o fundamental y partir de ella se multiplican dependiendo de la complejidad del proyecto.

Herramientas: para dar seguimiento a estas, se hace necesario ejercer una investigación primaria, de la cual podemos obtener los precios en bodega de materiales de estas herramientas (Bucaramanga 2005, ver anexo) y vida útil en campo trabajando 8 horas con uso normal de las mismas. Luego de esto y a partir nuevamente de las observaciones y la experiencia, se proveen el número de herramientas necesarias que necesita la cuadrilla mínima para completar la labor.

Estas herramientas cuantificadas son para el caso específico de una cuadrilla principal y vida útil de la herramienta, así entonces cuatro trabajadores utilizarán la misma herramienta o herramientas asignadas durante un periodo especificado para desarrollar y completar la actividad requerida.

Esta figura contiene el número de herramientas usadas por cada cuadrilla para la labor mencionada.

TABLA 06. Cuadro de Herramientas Usadas por Cuadrilla

# ítem	ítems representativos	HERRAMIENTAS														
		Pala	Pica	Barra	Carretilla	Andamio	Porra	Llana	Rastrillo	Palustre	Balde	Plomada	Brocha	Sequeta	Regla	Alicates
	vías															
1	Mezcla densa en caliente tipo mdc-2	4			2			2								
2	Cuneta revestida en concreto	2	2	1	1		1	1		1	8	1		1		
3	Base granular	2			1											
4	Subbase granular	2	1	1	1											
5	Excavaciones	4	2	2	1		1									
6	Concreto 210kg/cm	2			1		1	1		1	10	1		1		
	estructuras															
	concretos															
9	Placa aligerada 0.40 cm	3			4	1		2		2	6	1			2	
10	Concreto Columnas de 4000 PSI	3			2	1				2	4	1				
11	Piso Mortero endurecido tipo Industrial	2			2			4			6	1			1	
12	Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Concreto reforz	3			2	1				2	4	1				
13	Columnetas .15*.12 m concreto reforzado 2500 psi.	3			2	1				2	4	1				
14	Concreto para muros contencion	3			2	1				1	6	1				
15	Concreto zapatas	3			3			1			6					
16	Concreto vigas cimentación	3			3			1			6	1				
17	Concreto lanzado 3000 psi	2								1		1			2	
	aceros															
19	Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Refuerzo princip					1	1							1		
20	Columnetas .15*.12 m Refuerzo principal 3 d=3/8 corr					1	1							1		
21	Acero de Refuerzo Muro de cont					1	1							1		
22	Acero de Refuerzo Cimentac													1		
	redes hidrosanitarias y electricas															
24	Salida 110 v. interruptor sencillo															1
25	Suministro e instalacion cable No 12 THW															1
26	Suministro e instalacion tuberia electrica 1/2															1
27	Tuberia acero Galvanizada 3/4"													1		1
28	Punto sanitario															1
	cubiertas															
30	Correa metalica seccion 2C 160*60-1.9 tipo ascenso o s					1										
31	Desmonte de cubierta teja barro y entramado de made					1	1									
32	Suministro e instalacion teja Thermoacustic trapezoida					1										

Con base en ello se trata de hacer un comparativo del presupuesto inicial y los precios unitarios iniciales versus los A.P.U.s obtenidos a partir del desarrollo de la metodología. Se compara también como el presupuesto inicial está afectado, en relación con el tiempo (presupuesto real) y su contraparte con la forma planteada

por este libro. En el cuadro siguiente se muestra un resumen por actividad con los elementos descritos anteriormente. También la duración que ocupa ese proceso en ser realizado completamente dentro del proyecto final.

Obtenidos estos cuadros se procede a realizar el cálculo presupuestal basado en el análisis Unitario de Precios con la aplicación de la metodología, colocando los resultados obtenidos de la evaluación de la herramienta menor (valor unitario) donde se encuentran los parámetros como la vida útil, el kit para la cuadrilla básica, el tiempo de duración de la actividad y el valor comercial de las mismas; para así poder realizar el presupuesto general.

4.6. CONTROL DE HERRAMIENTAS

Como es normal en el medio que se preste poca atención a los elementos menores, pero básicos para realizar actividades el libro *Obra, Administración y Gerencia* de Jorge Noriega Santos, ofrece un sistema de control el cual se expone a continuación como complemento a la metodología propuesta (se debe mencionar que hay algunas variaciones para facilidad del manejo propio con respecto a la forma de trabajo del arquitecto Noriega).

Es normal que durante el desarrollo de una obra, los elementos manuales se deterioren y que por falta de control estos elementos puedan no aparecer, pero por lo menos debería existir un indicio de su uso durante el transcurso del proyecto. Las herramientas son parte del patrimonio de la empresa y requieren control de su cantidad y de su estado, después de haber sido utilizadas. (NORIEGA J, 2002).

Es común encontrar un cuaderno de herramientas donde el obrero anota lo que retira y entrega, pero es cuando la herramienta se pierde o se malogra que este sistema colapsa y se hace necesario sacar mas partida económica para cubrir con los gastos, que se supone ya están contemplados dentro del presupuesto inicial. (NORIEGA J, 2002).

Para mejorar este control se propone un modelo simple que permite realizar el seguimiento de las herramientas de forma práctica. En este control el trabajador es responsable por su elemento y la empresa esta en la capacidad de reponer y descontar dicha herramienta. (NORIEGA J, 2002). Así entonces se puede controlar el almacén, y por supuesto el manejo de las herramientas en obra, complementando la metodología y permitiendo el seguimiento para su desarrollo y su posterior evaluación. El siguiente cuadro nos permite visualizar el pedido de herramientas:

almacenista revisa si la persona es la autorizada y coloca las fichas de acuerdo a la tipología solicitada.

FIG. 39. Formato de Descripción Herramienta


	PALA	
	precio (pesos)	\$ 8,275.00
	pala cuadrada # 2 sin cabo	
	vida util (meses)	2
	cabo	\$ 1,966.00

FIG. 40. Cuadro Control de Herramientas y su Estado.

OBRA:	PAVIMENTACION OTANCHE- BORBON	FECHA:	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td style="width: 33%;">D</td> <td style="width: 33%;">M</td> <td style="width: 33%;">A</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	D	M	A			
D	M	A							
ALMACENISTA:									

herramienta	persona autorizada	nombre del trabajador		trabajador	
	estado	entrega	devolución	entrega	devolución
Pala	estado	<input checked="" type="checkbox"/> R M	<input checked="" type="checkbox"/> R M	B R M	B R M
Barra	estado	B R M	B R M	B R M	B R M
Carretilla	estado	B R M	B R M	B R M	B R M
Rastrillo	estado	B R M	B R M	B R M	B R M

Herramientas faltantes			
Fichas faltantes			
Observaciones			

en las observaciones se anotará si el trabajador se encuentra a paz y salvo, si se encuentra moroso o debe pagar alguna herramienta

Fuente: Obra, Administración y Gerencia (NORIEGA).

5. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la preparación de un presupuesto es básico tener los Análisis Unitarios de Precios de las actividades a realizar debidamente actualizados, y observar en ellos la mayor información verídica y contractual posible sobretodo en materia de precios comerciales y cantidades a ejecutar; de lo contrario el esfuerzo por calcular el monto económico a invertir resulta infructuoso.

Se debe tener una estructura secuencial metodológica para lograr ejecutar cualquier procedimiento, por eso cualquier valor que se introduzca debe tener unas bases fundamentadas y una serie de pasos para poder establecer su veracidad, antes y durante el desarrollo de la obra.

Existen metodologías aplicables a la mayoría de los ítems que componen un A.P.U. y que integran por supuesto un proceso constructivo; es menester de la ingeniería dictaminar la manera adecuada de responder a la pregunta de cómo y por qué se utilizan los valores y precios propuestos en el presupuesto y no dejar en el aire y sin justificación alguno de sus elementos.

Aprovechando este enfoque, se concibe la metodología aplicada en este texto, que no solo pueda evaluar económicamente el parámetro de la herramienta menor sino que demuestre que justifica la porción de dinero asignada a la compra de los elementos menores usados en un proyecto civil.

El proceso que abarcó el análisis del costo de la herramienta menor en obra basa su objetivo en la caracterización de los kits de dichas herramientas usados por una cuadrilla básica de hombres realizando una labor específica. Esa propuesta metodológica dio como resultado un costo de valor unitario por grupo de herramientas usadas en la actividad a ejecutar.

Este resultado debía tener un punto de comparación con el cual evaluar su eficacia y veracidad. Entonces se analizaron los A.P.U.s y se observó la relación entre los dos valores. Se comparó también el ahorro o sobre costo generado por la utilización de la nueva metodología para cada obra, su incidencia en el costo total directo del ítem.

El comparativo incluyó también un total por área de ingeniería y un total del análisis durante el tiempo de estudio que se planteó en el presente documento (figuras 41, 42, 43), (tablas 07, 08, 09, 10).

FIG. 41. Cuadro de Herramientas Analizadas por Actividad

PROCESO A ANALIZAR							
Mezcla densa en caliente tipo mdc-2							
# item	ACTIVIDAD						
1	Mezcla densa en caliente tipo mdc-2						
Herramienta	Precio	Vida Útil	Número de Herramientas Usadas	Duración Actividad	Valor Herramienta	Rendimiento	Valor Parcial
Pala	\$ 10.241	2	4	22	\$ 40.964	2	\$ 901.208
Pica	\$ 15.258	4	0	22	\$ -	2	\$ -
Barra	\$ 35.395	12	0	22	\$ -	2	\$ -
Carretilla	\$ 100.050	6	2	22	\$ 200.100	2	\$ 1.467.400
Andamio	\$ 400	1	0	22	\$ -	2	\$ -
Porra	\$ 10.492	3	0	22	\$ -	2	\$ -
Llana	\$ 13.092	2	0	22	\$ -	2	\$ -
Rastrillo	\$ 8.553	3	2	22	\$ 17.106	2	\$ 250.888
Palustre	\$ 3.677	4	0	22	\$ -	2	\$ -
Balde	\$ 1.850	0,25	0	22	\$ -	2	\$ -
Plomada	\$ 11.486	18	0	22	\$ -	2	\$ -
Brocha-rodillo	\$ 4.706	0,10	0	22	\$ -	2	\$ -
Segueta	\$ 14.202	2	0	22	\$ -	2	\$ -
Regla	\$ 400	1,00	0	22	\$ -	2	\$ -
Alicates-destor	\$ 33.058	12	0	22	\$ -	2	\$ -
					\$ 258.170		\$ 2.619.496

FIG. 42. Costo de la Herramienta Menor por Obra

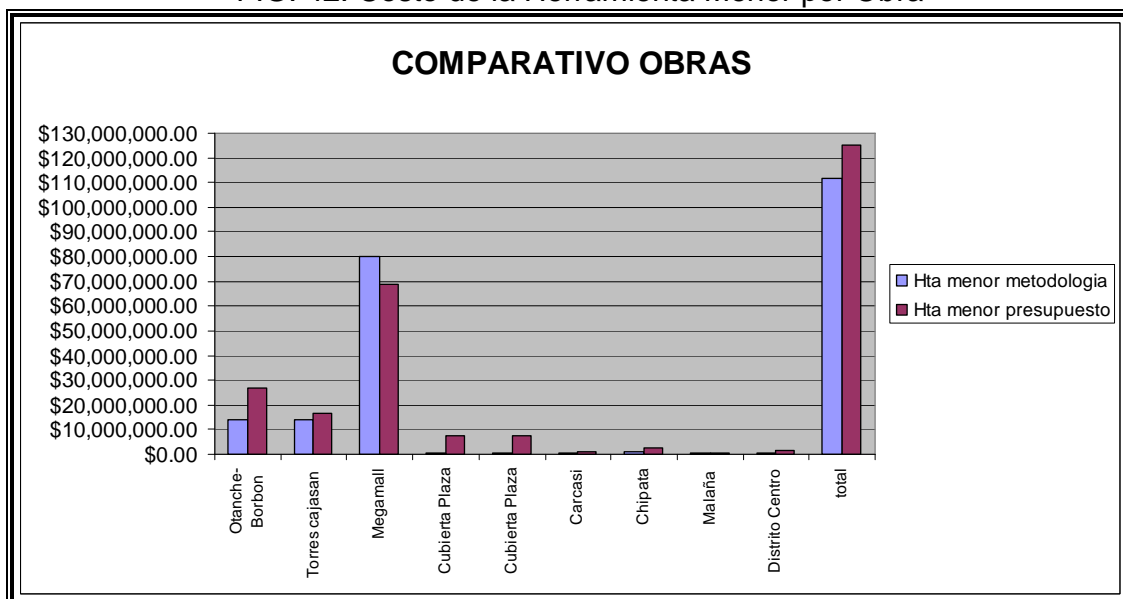


TABLA 07. Cuadro Comparativo por Obra

CUADRO COMPARATIVO POR OBRA					
obras	total hta calculada	total presupuestado	Total Variación	% ahorro	Observaciones
Otanche-Borbon	\$14,155,170.58	\$ 26,661,772.00	\$ 12,506,601.42	46.91%	
Torres cajasan	\$14,049,538.36	\$16,582,467.00	\$ 2,532,928.64	15.27%	
Megamall	\$80,199,273.50	\$68,871,912.56	\$ (11,327,360.94)	16.45%	sobrecosto
Cubierta Plaza	\$429,977.57	\$7,500,844.00	\$ 7,070,866.43	94.27%	
Carcasi	\$426,569.00	\$1,032,260.00	\$ 605,691.00	58.68%	
Chipata	\$1,183,999.53	\$2,504,748.00	\$ 1,320,748.47	52.73%	
Malaña	\$615,754.11	\$717,300.00	\$ 101,545.89	14.16%	
Distrito Centro	\$656,743.14	\$1,424,000.00	\$ 767,256.86	53.88%	
total	\$111,717,025.79	\$125,295,303.56	\$ 13,578,277.77	10.84%	

TABLA 08. Área de Vías

CUADRO COMPARATIVO POR AREA CONSTRUCCION		
item	Hta calculada	Presupuestado Obra
1	\$2.619.496,00	\$4.500.000,00
2	\$1.730.940,42	\$759.500,00
3	\$1.937.952,00	\$4.050.000,00
4	\$3.031.207,50	\$5.400.000,00
5	\$4.117.870,00	\$6.307.272,00
6	\$717.704,67	\$5.645.000,00
	\$14.155.170,58	\$ 26.661.772,00

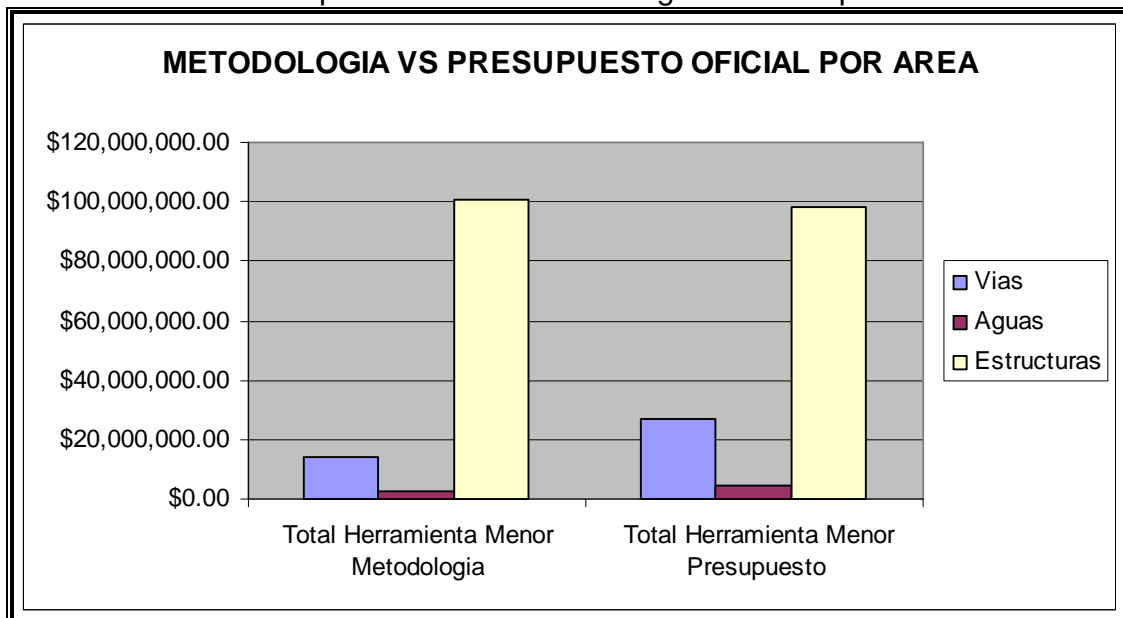
TABLA 09. Área de Aguas

CUADRO COMPARATIVO POR AREA CONSTRUCCION		
item	Hta calculada	Presupuestado Obra
54	\$245,951.50	\$ 461,888.00
55	\$40,374.00	\$ 46,806.00
56	\$413,387.58	\$ 350,000.00
57	\$282,552.06	\$ 216,000.00
58	\$218,038.72	\$ 319,241.00
59	\$406,265.39	\$ 987,584.00
60	\$101,320.11	\$ 740,000.00
61	\$101,320.11	\$ 100,000.00
62	\$230,792.06	\$ 495,000.00
63	\$102,410.00	\$ 6,300.00
64	\$105,361.75	\$ 163,488.00
65	\$39,859.50	\$ 348,348.00
66	\$87,433.33	\$ 166,980.00
67	\$40,715.33	\$ 234,000.00
68	\$40,715.33	\$ 10,413.00
	\$2,415,781.44	4,635,635.00

TABLA 10. Área de Estructuras

CUADRO COMPARATIVO POR AREA CONSTRUCCION		
item	Hta calculada	Presupuestado Obra
9	\$4,583,363.56	\$9,729,687.00
10	\$665,742.51	\$1,269,000.00
11	\$3,168,360.56	\$2,558,510.00
12	\$162,376.22	\$518,782.00
13	\$81,188.11	\$461,227.00
14	\$741,537.12	\$698,562.90
15	\$523,496.25	\$1,814,000.00
16	\$327,517.71	\$1,160,000.00
17	\$20,647.13	\$746,000.00
19	\$10,998.08	\$518,782.00
20	\$10,998.08	\$461,227.00
21	\$7,698,658.33	\$5,049,000.00
22	\$3,550,375.00	\$3,525,596.00
24	\$15,702.55	\$1,276,019.00
25	\$35,812.83	\$241,120.00
26	\$13,498.68	\$188,646.00
27	\$110,382.53	\$915,042.00
28	\$13,774.17	\$895,011.00
30	\$2,400.00	\$470,000.00
31	\$7,794.67	\$196,875.00
32	\$1,200.00	\$146,335.00
33	\$1,600.00	\$276,450.00
34	\$1,558,933.33	\$ 885,760.00
36	\$1,978,570.00	\$2,259,066.00
37	\$3,891,060.00	\$1,901,994.00
38	\$6,157,955.00	\$1,208,198.00
39	\$1,910,855.00	\$486,160.00
40	\$283,598.00	\$760,659.06
41	\$71,778.22	\$237,000.00
42	\$67,364.11	\$425,260.00
43	\$145,627.67	\$200,000.00
44	\$141,799.00	\$170,000.00
45	\$4,673,340.00	\$2,700,000.00
47	\$27,143.56	\$2,314,500.00
48	\$31,481.08	\$1,254,000.00
49	\$43,486.25	\$452,900.00
50	\$270,406.44	\$1,092,306.60
51	\$50,630,062.50	\$46,967,158.00
52	\$7,344,104.17	\$1,717,710.00
	\$100,974,988.43	\$98,148,543.56

FIG. 43. Comparativo Costo Metodología vs. Presupuesto Oficial



Se bien se observa una tendencia a la baja de los costos utilizando la metodología propuesta, las bases sobre las cuales se quiere erigir esta metodología, es la premisa de la estructuración y ordenamiento en el proceso del cálculo del coste de una obra, quiere decir que lo propuesto responde a la pregunta sobre que criterios fueron seleccionados para determinar el valor a utilizar. Por otro lado, la mayoría de nuestros proyectos está sobrevalorando este aspecto y aunque se demuestra que no es un aspecto de mayor incidencia en el costo total de la obra, si puede llegar a ser un obstáculo y poner en aprietos al ingeniero a cargo y a la caja menor de la obra.

La primordial ventaja que se establece al implementar los parámetros expuestos en este texto, es que se puede establecer un valor aproximadamente real de lo que cuesta una herramienta manual usada en un proceso constructivo; ya que se basa en elementos verificables y fácilmente medibles.

La identificación de las cuadrillas base y la asignación de sus respectivos juegos de herramientas proveen un orden, un control y una optimización en la ejecución de cualquier actividad constructiva.

La metodología presta una gran ayuda al análisis de costo, pues complementa otros métodos para dictaminar que todos y cada uno de los ítems que componen

un Análisis Unitario de Precios tengan fundamento y una forma estructurada de calcularse.

Una de las características por la cual era desestimada la valoración de la herramienta menor era que no existía mayor información al respecto. Este planteamiento aquí propuesto es un punto de partida, ya que se proveyó de información carente en muchos textos de ingeniería referente a la parte del análisis de costos y presupuestos.

Es necesario seguir mejorando su idea base, depurando cualquier error que se haya podido presentar durante este trabajo en particular, por eso como recomendación se sugiere implementar “metodología para la determinación del costo de la herramienta menor en obra” desde la concepción misma de un proyecto y hacerle su respectivo seguimiento durante el desarrollo del mismo, mirando todas las implicaciones que se pueden conjeturar para este ítem y/o evaluando apartes que hayan quedado exentos en el análisis aquí presentado.

BIBLIOGRAFÍA

CONSUEGRA, Juan Guillermo (2002). Presupuestos de construcción, 2ª edición. Bhandar Editores. Bogotá.

HALPIN, W Daniel. (1991). Conceptos Financieros y de Costos en la Industria de la Construcción, Limusa. México.

LEVY, Sidney M. (2002). Administración de Proyectos de Construcción. McGraw-Hill México.

NORIEGA Santos, Jorge (2002). Obra: Administración y gerencia, 4ª edición. Bhandar Editores. Bogotá.

SUAREZ Salazar, Carlos (2002). Administración de Empresas Constructoras, Limusa. México.

SUAREZ Salazar, Carlos (1990). Costo y tiempo en construcción, Limusa. México.

AMAT, Oriol (2001). Contabilidad y Gestión de Costes. 2ª ed. Editorial Gestión 2000. Barcelona.

SANTANA, G (1990). Dirección integrada de proyectos de construcción. Construction Management. Colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos, Madrid.

www.asocreto.org.co

www.asosismica.org

www.sena.edu.co

www.imcyc.com

ANEXOS

Anexo 01. Carcasí

ITEMS REPRESENTATIVOS DEL PRESUPUESTO GENERAL							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
10,1	ESTRUCTURA METALICA (CERCHAS Y CORREAS)	ml	170,00	\$ 123.060,00	\$20.920.200,00	16,37%	1
3,4	HIERRO FIGURADO	kg	2803,00	\$ 4.100,00	\$11.492.300,00	8,99%	2
7,5	ANTEPISO EN CONCRETO 3000 PSI	M2	185,00	\$ 45.125,00	\$8.348.125,00	6,53%	3
7,3	PISO EN DUROPISO	M2	185,00	\$ 41.623,00	\$7.700.255,00	6,03%	4
4,1	MURO LADRILLO H - 10	M2	212,63	\$ 32.158,00	\$6.837.755,54	5,35%	5
10,2	ENTRAMADO TEJA THERMOACUSTIC	M2	178,00	\$ 38.025,00	\$6.768.450,00	5,30%	6
4,4	ESTUCO Y PINTURA 3 MANOS	M2	316,00	\$ 14.431,93	\$4.560.489,76	3,57%	7
3,2	VIGAS AÉREAS 30*30	M3	7,15	\$ 595.688,00	\$4.259.169,20	3,33%	8
2,4	CONCRETO CICLOPEO	M3	16,29	\$ 257.950,00	\$4.202.005,50	3,29%	9
2,3	VIGAS DE AMARRE	M3	7,15	\$ 565.000,00	\$4.039.750,00	3,16%	10
2,2	ZAPATAS	M3	7,60	\$ 498.000,00	\$3.784.800,00	2,96%	11

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 127.787.571,00
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 85.861.925,00
PORCENTAJE (PARETOS)		67,19%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	53,00

ITEMS REPRESENTATIVOS DE LA HERRAMIENTA MENOR								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo DIR	Orden
10,1	ESTRUCTURA METALICA (CERCHAS Y CORREAS)	ml	170,00	\$ 10.000,00	\$1.700.000,00	23,93%	1,33%	1
3,4	HIERRO FIGURADO	kg	2803,00	\$ 600,00	\$1.681.800,00	23,68%	1,32%	2
10,2	ENTRAMADO TEJA THERMOACUSTIC	m2	178,00	\$ 3.750,00	\$667.500,00	9,40%	0,52%	3
4,1	MURO LADRILLO H - 10	m2	212,63	\$ 2.000,00	\$425.260,00	5,99%	0,33%	4
7,3	PISO EN DUROPISO	m2	185,00	\$ 2.000,00	\$370.000,00	5,21%	0,29%	5
7,5	ANTEPISO EN CONCRETO 3000 PSI	m2	185,00	\$ 2.000,00	\$370.000,00	5,21%	0,29%	6
5,5	CANALES	ml	50,00	\$ 5.000,00	\$250.000,00	3,52%	0,20%	7
4,2	PANETES MURO LISO 1:3	m2	316,00	\$ 750,00	\$237.000,00	3,34%	0,19%	8
7,1	ENCHAPES MUROS 20X20	m2	50,00	\$ 4.000,00	\$200.000,00	2,82%	0,16%	9
7,4	GUARDAESCOBAS EN DUROPISO	ml	170,00	\$ 1.000,00	\$170.000,00	2,39%	0,13%	10
4,3	FILOS Y JUNTAS	ml	243,00	\$ 500,00	\$121.500,00	1,71%	0,10%	11

TOTAL HERRAMIENTA MENOR		\$ 7.103.201,50
REPRESENTATIVOS HERRAMIENTA MENOR		\$ 6.193.060,00
TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 127.787.571,00
% DEL COSTO DIRECTO		5,56%
% REPRESENTATIVOS/ TOTAL		87,19%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	53,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	11

Anexo 02. Cubierta Plaza

Items Representativos con respecto al Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
9,04	Malla rigida calibre 12 hueco de 1 1/2"*1 1/2"	m2	750,00	\$ 38.139,00	\$ 28.604.250,00	9,81%	1
9,03	Angulo 1"*3/16" para cerramiento puestos	ml	1500,00	\$ 17.779,00	\$ 26.668.500,00	9,15%	2
7,02	Cercha metalica cajon 2C 220*80-2.5 Perfil C Negro Aces	ml	285,00	\$ 92.470,00	\$ 26.353.950,00	9,04%	3
7,03	Correa metalica seccion 2C 160*60-1.9 tipo acesco o sim.	ml	470,00	\$ 54.360,00	\$ 25.549.200,00	8,76%	4
8,02	Suministro e instalacion teja Thermoacustic trapezoidal nu	m2	565,00	\$ 44.316,00	\$ 25.038.540,00	8,59%	5
10,01	Piso en concreto 2500 psi E=.07 m Sikafloor 3 Quartz Gri	m2	254,00	\$ 62.660,00	\$ 15.915.640,00	5,46%	6
9,02	Canal guia en angulo 1 1/2*1/8"+ platina 1"*1/8" para cerr	ml	350,00	\$ 31.768,00	\$ 11.118.800,00	3,81%	7
10,02	Piso en concreto 2500 psi E=.07 m Dilatado con maquina	m2	321,00	\$ 30.887,00	\$ 9.914.727,00	3,40%	8
13,06	Suministro e instalacion cable No 12 THW	ml	2740,00	\$ 3.565,00	\$ 9.768.100,00	3,35%	9
9,01	Tubo de aguas negras 2" para cerramiento puestos	ml	334,00	\$ 23.857,00	\$ 7.968.238,00	2,73%	10
13,04	Suministro e instalacion cable No 8 THW	ml	1361,40	\$ 4.906,00	\$ 6.679.028,00	2,29%	11
3,03	Muro en bloque E-9 (33*9*19 cms) con mortero 1:3 a la vi	m2	218,00	\$ 26.271,00	\$ 5.727.078,00	1,96%	12
8,01	Suministro e instalacion teja tipo termo-Acustic de policar	m2	60,00	\$ 90.157,00	\$ 5.409.420,00	1,86%	13
2,07	Columnetas .15*.12 m concreto reforzado 2500 psi. Refue	ml	148,40	\$ 28.046,00	\$ 4.162.026,00	1,43%	14
2,06	Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Concreto reforzad	ml	168,60	\$ 22.650,00	\$ 3.818.790,00	1,31%	15
2,08	Mesones en concreto reforzado 2500 psi E=.07 m refuerz	ml	82,10	\$ 45.186,00	\$ 3.709.771,00	1,27%	16

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 291.504.445,20
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 216.406.058,00
PORCENTAJE (PARETOS)		74,24%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	78,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	16,00

ITEM REPRESENTATIVO HERRAMIENTA MENOR								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo dir	Orden
9,03	Angulo 1"*3/16" para cerramiento puestos	ml	1500,00	\$ 1.543,00	\$ 2.314.500,00	22,67%	0,79%	1
9,04	Malla rigida calibre 12 hueco de 1 1/2"*1 1/2"	m2	750,00	\$ 1.672,00	\$ 1.254.000,00	12,28%	0,43%	2
9,01	Tubo de aguas negras 2" para cerramiento puestos	ml	334,00	\$ 1.877,00	\$ 626.918,00	6,14%	0,22%	3
2,06	Viga de amarre .12*.10 m sobre muro. Concreto refor	ml	168,60	\$ 3.077,00	\$ 518.782,00	5,08%	0,18%	4
7,03	Correa metalica seccion 2C 160*60-1.9 tipo acesco o	ml	470,00	\$ 1.000,00	\$ 470.000,00	4,60%	0,16%	5
2,07	Columnetas .15*.12 m concreto reforzado 2500 psi. F	ml	148,40	\$ 3.108,00	\$ 461.227,00	4,52%	0,16%	6
9,02	Canal guia en angulo 1 1/2*1/8"+ platina 1"*1/8" para	ml	350,00	\$ 1.294,00	\$ 452.900,00	4,44%	0,16%	7
10	Piso en concreto 2500 psi E=.07 m Sikafloor 3 Quartz	m2	254,00	\$ 1.460,00	\$ 370.840,00	3,63%	0,13%	8
7,02	Cercha metalica cajon 2C 220*80-2.5 Perfil C Negro	ml	285,00	\$ 970,00	\$ 276.450,00	2,71%	0,09%	9
13,1	Suministro e instalacion cable No 12 THW	ml	2740,00	\$ 88,00	\$ 241.120,00	2,36%	0,08%	10
2,03	Concreto 2500 psi .30*.30*.30 para anclaje refuerzo d	un	145,00	\$ 1.592,00	\$ 230.840,00	2,26%	0,08%	11
13	Suministro e instalacion cable No 8 THW	ml	1361,40	\$ 162,00	\$ 220.547,00	2,16%	0,08%	12
1,05	Desmonte de cubierta teja barro y entramado de mac	m2	375,00	\$ 525,00	\$ 196.875,00	1,93%	0,07%	13
13	Suministro e instalacion tuberia electrica 1/2	ml	1008,80	\$ 187,00	\$ 188.646,00	1,85%	0,06%	14
8,02	Suministro e instalacion teja Thermoacustic trapezoid	m2	565,00	\$ 259,00	\$ 146.335,00	1,43%	0,05%	15
13,1	Suministro e instalacion cable desnudo No 14 THW	ml	1200,00	\$ 109,00	\$ 130.800,00	1,28%	0,04%	16

TOTAL HERRAMIENTA MENOR		\$ 10.208.262,00
TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 291.504.445,20
% DEL COSTO DIRECTO		3,50%
TOTAL REPRESENTATIVOS H MENOR		\$ 8.100.780,00
% TOTAL / REPRESENTATIVOS		79,36%
% DE PRESUPUESTO A ANALIZAR		2,78%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	78
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	16

Anexo 03. Centro Comercial Megamall

Items Representativos con respecto al Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
10,01	Redes electricas y de comunicaciones	glo	\$ 1,00	\$ 4.900.000.000,00	\$ 4.900.000.000,00	16,48%	1
04,04	Concreto 3000 PSI placas	M2	\$ 41.290,00	\$ 82.915,84	\$ 3.423.595.033,60	11,51%	2
04,10	Acero de Refuerzo	Kg	\$ 1.381.387,00	\$ 2.421,82	\$ 3.345.470.664,34	11,25%	3
17,05	Sistema aire acondicionado	un	\$ 1,00	\$ 1.892.507.520,00	\$ 1.892.507.520,00	6,36%	4
02,02	Corte, Cargue y Transporte	M3	\$ 141.566,00	\$ 11.043,00	\$ 1.563.313.338,00	5,26%	5
17,04	Rampa Fujitec GS-8000	Un	\$ 4,00	\$ 213.707.633,33	\$ 854.830.533,32	2,87%	6
07,03	Cubierta Techmet 30 mm	M2	\$ 8.501,90	\$ 89.314,61	\$ 759.343.882,76	2,55%	7
11,01	Redes hidrosanitarias y de gas	glo	\$ 1,00	\$ 686.000.000,00	\$ 686.000.000,00	2,31%	8
03,03	Concreto para muros contencion	M3	\$ 1.607,00	\$ 425.609,56	\$ 683.954.562,92	2,30%	9
04,02	Concreto Columnas de 4000 PSI	M3	\$ 1.692,00	\$ 403.973,63	\$ 683.523.381,96	2,30%	10
19,05	Muro fachada una cara glasal	M2	\$ 1.590,00	\$ 392.000,00	\$ 623.280.000,00	2,10%	11
07,04	Estructura Metalica Cubierta	Kg	\$ 88.576,00	\$ 7.000,00	\$ 620.032.000,00	2,09%	12
19,02	Muro 2 1/2" C26 panel yeso 2 c	M2	\$ 9.178,50	\$ 64.360,00	\$ 590.728.260,00	1,99%	13
17,03	Escalera fujitec GS-8000	Un	\$ 4,00	\$ 137.787.941,18	\$ 551.151.764,72	1,85%	14
08,08	Piso concreto 3000 PSI e=0.10	M2	\$ 11.087,00	\$ 49.137,57	\$ 544.788.238,59	1,83%	15
04,09	Acero de Refuerzo Muro de cont	Kg	\$ 148.500,00	\$ 2.421,82	\$ 359.640.270,00	1,21%	16

08,14	Baldosin de Granito ROCA	M2	\$ 6.077,00	\$ 53.700,27	\$ 326.336.540,79	1,10%	17
19,04	Muro 2 1/2" C26 superbo 2 cara	M2	\$ 3.126,60	\$ 98.625,50	\$ 308.362.488,30	1,04%	18
06,05	Recubrimiento fibrit sobre imp	M2	\$ 4.332,00	\$ 70.920,00	\$ 307.225.440,00	1,03%	19
04,11	Malla electrosoldada	Kg	\$ 114.514,00	\$ 2.663,51	\$ 305.009.184,14	1,03%	20
03,02	Concreto zapatas	M3	\$ 907,00	\$ 285.578,45	\$ 259.019.654,15	0,87%	21
04,08	Acero de Refuerzo Cimentac	Kg	\$ 103.694,00	\$ 2.421,82	\$ 251.128.203,08	0,84%	22
01,05	Demolición (global)	gl	\$ 1,00	\$ 250.485.120,00	\$ 250.485.120,00	0,84%	23
14,03	Ventanas fijas alum. T35	M2	\$ 1.460,00	\$ 170.056,32	\$ 248.282.227,20	0,83%	24
02,04	Excavacion taludes con retiro	M3	\$ 9.740,00	\$ 24.272,60	\$ 236.415.124,00	0,80%	25
02,05	corte,cargue y transporte taludes	m3	\$ 20.145,00	\$ 11.043,00	\$ 222.461.235,00	0,75%	26
17,01	Ascensor pan. Mitsub. 13 pasaj	Un	\$ 2,00	\$ 103.000.000,00	\$ 206.000.000,00	0,69%	27
09,02	Enchape en mármol tableta	M2	\$ 1.580,00	\$ 121.698,64	\$ 192.283.851,20	0,65%	28
03,04	Concreto lanzado 3000 psi	M3	\$ 373,00	\$ 486.844,86	\$ 181.593.132,78	0,61%	29
03,06	Concreto vigas cimentación	m3	\$ 580,00	\$ 294.578,45	\$ 170.855.501,00	0,57%	30
08,09	Piso concreto 4000 PSI e=0.15	M2	\$ 2.419,00	\$ 67.256,25	\$ 162.692.868,75	0,55%	31

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 29.736.831.414,67
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 25.710.310.020,60
PORCENTAJE (PARETOS)		86,46%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	151,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	31,00

Anexo 04. Chipatá

Items Representativos con respecto al Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
6,02	Estructura en concreto 3000 PSI para pozos de inspección	M3	169,00	400.000	67.600.000	12,39%	1
5,05	TUBERIA PVC ASTM. 0 36"	ML	98,00	675.000	66.150.000	12,12%	2
5,03	TUBERIA PVC ASTM. 0 24"	ML	267,00	220.000	58.740.000	10,77%	3
11,20	Reparación de pavimento de concreto	M2	416,00	120.000	49.920.000	9,15%	4
11,05	Suministro e instalación de tubería de D=33"	ML	72,00	450.000	32.400.000	5,94%	5
11,01	Suministro Conformación y compactación de relleno en arena para cimentación de tubería	M3	350,00	85.000	29.750.000	5,45%	6
5,04	TUBERIA PVC ASTM. 027"	ML	98,00	290.000	28.420.000	5,21%	7
7,02	Acero para pozos A -37	Kg.	5060,00	4.000	20.240.000	3,71%	8
8,01	Mampostería para Pozos	M2	156,00	120.000	18.720.000	3,43%	9
2,03	Excavaciones en zanjas en tierra y conglomerado, con Entibado, Prof< 2,5m	M3	1031,00	17.000	17.527.000	3,21%	10
4,02	Suministro, conformación y compactación de rellenos Seleccionados en zanjas	M3	269,00	65.000	17.485.000	3,20%	11
11,02	Suministro e instalación de tubería de D=16"	ML	138,00	120.000	16.560.000	3,04%	12

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 545.587.000,00
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 423.512.000,00
PORCENTAJE (PARETOS)		77,63%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	56,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	12,00

ITEMS REPRESENTATIVOS DE LA HERRAMIENTA MENOR								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo DIR	Orden
11,20	Reparación de pavimento de concreto	m2	416,00	2.374	987.584	37,29%	0,18%	1
2,01	Excavaciones en zanjas en tierra y conglomerado, sin Entibado, Prof< 2,5m	m3	1031,00	448	461.888	17,44%	0,08%	2
8,01	Mamposteria para Pozos	m2	156,00	2.233	348.348	13,15%	0,06%	3
6,02	Estructura en concreto 3000 PSI para pozos de inspección	m3	169,00	1.889	319.241	12,05%	0,06%	4
7,02	Acero para pozos A -37	Kg.	5060,00	33	166.980	6,30%	0,03%	5
8,02	Pañete Esmaltado e=1cm. con mortero 1:1,5	m2	156,00	1.048	163.488	6,17%	0,03%	6
7,01	Acero para pozos PDR -60	Kg.	2920,00	33	96.360	3,64%	0,02%	7
4,02	Suministro, conformación y compactación de rellenos Seleccionados en zanjas	m3	269,00	174	46.806	1,77%	0,01%	8
4,01	Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas sin sobreacarreo distancia mino 1 Km.	m3	389,00	92	35.788	1,35%	0,01%	9
5,03	TUBERIA PVC ASTM. 0 24"	ml	267,00	39	10.413	0,39%	0,00%	10
5,05	TUBERIA PVC ASTM. 0 36"	ml	98,00	75	7.350	0,28%	0,00%	11
5,04	TUBERIA PVC ASTM. 027"	ml	98,00	43	4.214	0,16%	0,00%	12

TOTAL HERRAMIENTA MENOR		\$ 2.648.460,00
REPRESENTATIVOS HERRAMIENTA MENOR		\$ 2.648.460,00
TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 545.587.000,00
% DEL COSTO DIRECTO		0,49%
% REPRESENTATIVOS/ TOTAL		100,00%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	56,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	12

Anexo 05. Distrito Centro

Items Representativos con respecto al Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
60,13	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 250 mm	ML.	1344,00	\$ 234.414,00	\$ 315.052.416,00	18,920%	1
60,12	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 300 mm	ML.	816,00	\$ 265.031,00	\$ 216.265.296,00	12,987%	2
30,01	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	M3	370,00	\$ 429.688,00	\$ 158.984.560,00	9,548%	3
60,01	SUM. E INST. DE TUBERÍA GRP PN 16 SN 2500, D= 500 mm	ML.	504,00	\$ 313.281,00	\$ 157.893.624,00	9,482%	4
60,11	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 500 mm	ML.	234,00	\$ 575.078,00	\$ 134.568.252,00	8,081%	5
60,14	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 200 mm	ML.	564,00	\$ 190.664,00	\$ 107.534.496,00	6,458%	6
11,01	EXCAVACIONES EN TIERRA Y/O CONGLOMERADO	M3	4000,00	\$ 15.750,00	\$ 63.000.000,00	3,783%	7
60,06	SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC U.M. RDE 21 D= 6"	ML.	924,00	\$ 58.141,00	\$ 53.722.284,00	3,226%	8
11,02	EXCAVACIONES EN ROCA A CUALQUIER PROFUNDIDAD Y HUMEDAD	M3	650,00	\$ 58.958,00	\$ 38.322.700,00	2,301%	9
1,02	CORTE DE ANDENES Y PAVIMENTOS CON MÁQUINA	ML-CM	21350,00	\$ 1.744,00	\$ 37.234.400,00	2,236%	10
1,03	ROTURA DE PAVIMENTOS Y ANDENES	M2	3500,00	\$ 8.481,00	\$ 29.683.500,00	1,783%	11
28,04	CONCRETO DE 2500 PSI PARA ATRAQUES Y ANCLAJES DE ACCESORIOS	M3	65,00	\$ 409.063,00	\$ 26.589.095,00	1,597%	12
20,01	ACARREO Y RETIRO DE SOBRANTES EN BANCO	M3	1300,00	\$ 19.141,00	\$ 24.883.300,00	1,494%	13
30,03	BASE GRANULAR	M3	420,00	\$ 52.578,00	\$ 22.082.760,00	1,326%	14
60,02	SUM. E INST. DE ACOPLES PARA TUBERÍA GRP PN 16 SN 2500, D= 500 mm	UND.	95,00	\$ 215.656,00	\$ 20.487.320,00	1,230%	15
27,02	SUMINISTRO DE MATERIAL COMÚN PARA RELLENOS EN BANCO	M3	650,00	\$ 23.469,00	\$ 15.254.850,00	0,916%	16
60,55	SUM. E INST. DE VALVULA HD BRIDADA ISO PN 16 COMPUERTA ELASTICA VAST	UND.	5,00	\$ 3.037.891,00	\$ 15.189.455,00	0,912%	17
1,05	CAMPAMENTO	GL.	1,00	\$ 14.539.063,00	\$ 14.539.063,00	0,873%	18

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 1.665.184.692,00
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 1.451.287.371,00
PORCENTAJE (PARETOS)		87,15%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	90,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	18,00

items representativos herramienta menor								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo Unit	Orden
60,06	SUM. E INST. DE TUBERÍA PVC U.M. RDE 21 D= 6"	ml	924,00	\$ 50.000,00	\$ 46.200.000,00	61,219%	86,00%	1
11,01	EXCAVACIONES EN TIERRA Y/O CONGLOMERADO	m3	4000,00	\$ 2.000,00	\$ 8.000.000,00	10,601%	12,70%	2
60,13	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 250 mm	ml	1344,00	\$ 5.000,00	\$ 6.720.000,00	8,905%	2,13%	3
60,12	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 300 mm	ml	816,00	\$ 5.000,00	\$ 4.080.000,00	5,406%	1,89%	4
60,14	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 200 mm	ml	564,00	\$ 5.000,00	\$ 2.820.000,00	3,737%	2,62%	5
11,02	EXCAVACIONES EN ROCA A CUALQUIER PROFUNDIDAD Y HUME	m3	650,00	\$ 2.000,00	\$ 1.300.000,00	1,723%	3,39%	6
30,03	BASE GRANULAR	m3	420,00	\$ 2.000,00	\$ 840.000,00	1,113%	3,80%	7
30,01	RECONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	m3	370,00	\$ 2.000,00	\$ 740.000,00	0,981%	0,47%	8
20,01	ACARREO Y RETIRO DE SOBRES EN BANCO	m3	1300,00	\$ 500,00	\$ 650.000,00	0,861%	2,61%	9
1,01	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	ml	4386,00	\$ 125,00	\$ 548.250,00	0,726%	7,40%	10
60,01	SUM. E INST. DE TUBERÍA GRP PN 16 SN 2500, D= 500 mm	ml	504,00	\$ 1.000,00	\$ 504.000,00	0,668%	0,32%	11
1,02	CORTE DE ANDENES Y PAVIMENTOS CON MÁQUINA	ML-CM	21350,00	\$ 20,00	\$ 427.000,00	0,566%	1,15%	12
1,03	ROTURA DE PAVIMENTOS Y ANDENES	m2	3500,00	\$ 100,00	\$ 350.000,00	0,464%	1,18%	13
27,02	SUMINISTRO DE MATERIAL COMÚN PARA RELLENOS EN BANCO	m3	650,00	\$ 500,00	\$ 325.000,00	0,431%	2,13%	14
60,11	SUM. E INST. DE TUBERÍA H.D. STANDARD D= 500 mm	ml	234,00	\$ 1.000,00	\$ 234.000,00	0,310%	0,17%	15
60,05	SUM. E INST. DE CODO GRP SN 2500 D= 500 mm X 11 1/4°	UND.	4,00	\$ 50.000,00	\$ 200.000,00	0,265%	3,74%	16
1,05	CAMPAMENTO	GL.	1,00	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	0,133%	0,69%	17
30,04	RECONSTRUCCIÓN DE ANDENES EN CONCRETO DE 2500 P.S.I. E	m2	50,00	\$ 2.000,00	\$ 100.000,00	0,133%	5,08%	18

TOTAL HERRAMIENTA MENOR		\$ 75.466.250,00
TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 1.665.184.692,00
% DEL COSTO DIRECTO		4,53%
TOTAL REPRESENTATIVOS H MENOR		\$ 74.138.250,00
% TOTAL / REPRESENTATIVOS		98,24%
% DE PRESUPUESTO A ANALIZAR		4,45%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	90
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	18

Anexo 06. La Malaña

ITEMS REPRESENTATIVOS DEL PRESUPUESTO							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
80,01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA H.D.	ML	1.206,00	166.500,00	200.799.000,00	53,31%	1
30,01	RECONSTRUCCION DE PAVIMENTOS EN PAVIC	M3	105	287.515,00	30.189.075,00	8,02%	2
28,01	CONCRETO DE 2500 PSI PARA ATRAQUES Y ANCLAJES DE TUBERIA Y ACCESORIOS .	M3	72	301.288,00	21.692.736,00	5,76%	3
30,02	RECONSTRUCCION DE CUNETAS EN CONCRETO	M2	330	57.583,00	19.002.390,00	5,05%	4
1,03	ROTURA DE PAVIMENTOS CON MAQUINA	M2	650,0	20.086,00	13.055.900,00	3,47%	5
27,01	RELLENOS EN MATERIAL COMUN	M3	1380	9.179,00	12.667.020,00	3,36%	6
1,02	CORTE DE ANDENES Y PAVIMENTOS CON MAG	ML-CM	6.200,0	1.724,00	10.688.800,00	2,84%	7
11,01	EXCAVACIONES EN TIERRA Y/O CONGLOMERA	M3	1.100,0	8.114,00	8.925.400,00	2,37%	8

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 376.632.167,00
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 317.020.321,00
PORCENTAJE (PARETOS)		84,17%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	37,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	8,00

ITEMS REPRESENTATIVOS HERRAMIENTA MENOR								
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	% Costo DIR	Orden
30,01	RECONSTRUCCION DE PAVIMENTOS EN PAVICR	m3	105	7.500,00	787.500,00	48,44%	0,21%	1
30,02	RECONSTRUCCION DE CUNETAS EN CONCRETO	m2	330	1.500,00	495.000,00	30,45%	0,13%	2
28,01	CONCRETO DE 2500 PSI PARA ATRAQUES Y ANCLAJES DE TUBERIA Y ACCESORIOS .	m3	72	3.000,00	216.000,00	13,29%	0,06%	3
80,01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA H.D. E	ml	1.206,00	36,00	43.416,00	2,67%	0,01%	4
27,01	RELLENOS EN MATERIAL COMUN	m3	1380	30,00	41.400,00	2,55%	0,01%	5
1,01	LOCALIZACION Y REPLANTEO	ml	1.200,0	15,00	18.000,00	1,11%	0,00%	6
1,09	LIMPIEZA GENERAL	GL	1,0	15.000,00	15.000,00	0,92%	0,00%	7
20,01	ACARREO Y RETIRO DE SOBRANTES	m3	210	30,00	6.300,00	0,39%	0,00%	8

TOTAL HERRAMIENTA MENOR		\$ 1.625.616,00
REPRESENTATIVOS HERRAMIENTA MENOR		\$ 1.625.616,00
TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 376.632.167,00
% DEL COSTO DIRECTO		0,43%
% REPRESENTATIVOS/ TOTAL		100,00%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	37,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	8

Anexo. 07 Otanche – Borbón

Items Representativos con respecto al Presupuesto Total							
Item	Actividad	U.M.	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total	%	Orden
450p	mezcla densa en caliente tipo mdc-2	m3	9000	286163	\$ 2.575.467.000	37,52%	1
671	cuneta revestida en concreto	m3	3038	301341	\$ 915.473.958	13,34%	2
330,1	base granular	m3	13500	52500	\$ 708.750.000	10,33%	3
320,2	subbase granular	m3	18000	38562	\$ 694.116.000	10,11%	4
600,1	excavaciones varias sin clasificar	m3	15459	26612	\$ 411.394.908	5,99%	5
630,4	concreto clase D 210kg/cm2	m3	1129	300300	\$ 339.038.700	4,94%	6

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 6.864.236.683,00
TOTAL REPRESENTATIVOS		\$ 5.644.240.566,00
PORCENTAJE (PARETOS)		82,23%
TOTAL DE ITEMS	100,00%	27,00
NUMERO DE ITEMS REPRESENTATIVOS	20,00%	6,00