

INFLUENCIA DE RENDIMIENTOS Y DESPERDICIOS PARA OPTIMIZAR LA
CALIDAD Y COSTOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

YENI JULIETH FUQUEN FUQUENE

ANGELA JOHANA NIÑO CASTILLO

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2014

INFLUENCIA DE RENDIMIENTOS Y DESPERDICIOS PARA OPTIMIZAR LA
CALIDAD Y COSTOS EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

Autores

YENI JULIETH FUQUEN FUQUENE

ANGELA JOHANA NIÑO CASTILLO

Trabajo de grado modalidad de tesis para optar al título de Ingeniera civil

Director

MELQUISEDEC COTÉS ZAMBRANO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2014

Firmas de supervisión y jurados.

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Director Proyecto de Grado

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Tunja 9 Septiembre 2014

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios, por darme las fuerzas suficientes, la salud y por permitirme cumplir esta meta, mostrándome el camino correcto; poniéndome a mi lado personas especiales e importantes que en todo momento me brindaron su apoyo incondicional.

Gracias a mi padre José Humberto Fuquen Tocarruncho y a mi madre Marlen Fuquene Tocarruncho quienes me formaron como persona, fomentándome valores y principios que fue de gran ayuda en mi vida profesional estando conmigo en las cosas buenas y malas de mi vida, además dándome animo constante para seguir adelante.

A mis hermanos, Yeison Duwan Fuquen, Yuri Yaneth Fuquen y Leidy Tatiana Fuquen, quienes estuvieron pendientes y me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida

A mi novio Miguel Ángel Morales de quien recibí todo el amor y ayuda para la culminación de este proyecto de mi vida. Gracias a todos. Los quiero mucho.

Yeni Julieth Fuquen Fuquene

Primeramente le doy gracias a Dios por haberme permitido terminar mi carrera y llegar a este punto de culminación de una de mis metas propuestas que es ser Ingeniera Civil

Quiero darles el reconocimiento a mis padres Luis Alejandro Niño Fonseca y Maria Veronica Castillo Niño quienes con mucho sacrificio y esfuerzo fueron el motor que siempre me motivaron a seguir adelante y nunca desfallecer.

A mis hermanos Olga Nayibe Niño Castillo, Efrain Alexander Niño Castillo, Andrea Liceth Niño quienes me impulsaron a empezar mi carrera ya que cada uno aportó en realización de esta meta y que a pesar de las adversidades siempre estuvieron ahí brindándome el apoyo incondicional que solo se encuentra en la familia

Javier Hernando Moreno quien me acompañó durante mi proceso de formación académica y siempre me dio aliento en los momentos difíciles. quien sin ninguna obligación me acompañó y trasnocho en realización de trabajos para luego presentarlos en la universidad.

Ángela Johana Niño Castillo

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Melquisedec Cortez Zambrano por su colaboración, dedicación y ayuda en la supervisión de nuestro trabajo, también agradecerle por el tiempo brindado para solucionar los problemas e inquietudes que se nos presentaron en el desarrollo de la investigación. Igualmente al Ingeniero Néstor Rafael Perico Rojas quien dedico tiempo para correcciones y organización de la estructura del libro ya que fue de gran ayuda para lograr una buena presentación de este texto. Al Arquitecto Jeffer Humberto Fuquen quien nos asistió en despejar dudas acerca de la forma de tomar tiempos y cantidades dentro de las obras para tener la seguridad de que los datos obtenidos en campo estuvieran de forma correcta.

A los ingenieros docentes quienes nos dieron clase, gracias por brindarme sus conocimientos ya que lo hacían con el fin de formarnos como profesionales con buenas bases

Un agradecimiento especial a los directores de cada una de las obras quienes nos permitieron ingresar, conocer sus obras de construcción para poder realizar las visitas necesarias con el fin de lograr nuestro trabajo.

Arquitecto German Espinel Director de obra Mónaco 28.

Ingeniero Ricardo Vargas Director de las obras La Colina, Eskala

DR Oscar Olarte Amado Representate legal de la obra Remansos de la Nieves

Maestro General Libardo Suarez López Encargado de la VIVIENDA Vivienda Cra 8C-55C

Maestro General Genaro Rodríguez Sierra Encargado de la VIVIENDA Vivienda CII 55B-8B

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
2	JUSTIFICACIÓN.....	18
3	OBJETIVOS.....	19
	3.1.1 OBJETIVO GENERAL	19
	3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
4	ESTADO DEL ARTE.	20
5	APROXIMACIÓN CONCEPTUAL.	23
	5.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CONCEPTO DE MANO DE OBRA ...	23
6	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.	27
7	MÉTODOS Y TÉCNICAS	29
8	VARIABLES INFLUYENTES EN EL RENDIMIENTO.....	30
9	ANÁLISIS DE DATOS	31
	9.1 MANO DE OBRA.....	31
	9.1.1 Cimentación	31
	9.1.2 Estructuras	32
	9.1.3 Mampostería	34
	9.1.4 Pañete.....	35
	9.2 RENDIMIENTO.....	36
	9.2.1 Cimentación y estructuras.....	36
	9.2.2 Mampostería	41
	9.2.3 Pañetes	43
	9.3 DESPERDICIO	44
	9.3.1 Cimentación y estructuras.....	45
	9.3.2 Mampostería	49
	9.3.3 Pañete.....	52
	9.4 COMPARACIÓN DE ALGUNOS ÍTEMS DE LOS CAPÍTULOS ESTRUCTURAS Y MAMPOSTERÍA.....	54
10	AFECTACIÓN AMBIENTAL CAUSADO POR LOS DESECHOS	55

10.1	IDENTIFICACIÓN DE AFECTACIONES	56
10.2	COSTOS MATERIAL SOBRENTE	58
11	CONCLUSIONES	61
12	RECOMENDACIONES	64

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. MANO DE OBRA EN EL CAPÍTULO DE CIMENTACIÓN EN VIVIENDAS.	32
TABLA 2. MANO DE OBRA EN EL CAPÍTULO ESTRUCTURAS, DE LAS OBRAS EN ESTUDIO.	33
TABLA 3. MANO DE OBRA EN EL CAPÍTULO DE MAMPOSTERÍA DE LAS OBRAS EN ESTUDIO	35
TABLA 4. MANO DE OBRA EN EL CAPÍTULO DE PAÑETE DE LAS OBRAS EN ESTUDIO.	35
TABLA 5. PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO, EN RENDIMIENTO DE UNA HORA CUADRILLA EN EL CAPÍTULO DE CIMENTACIÓN EN LAS VIVIENDAS EN ESTUDIO.	36
TABLA 6 PROMEDIO DE TOMADOS EN CAMPO, EN RENDIMIENTO DE UNA HORA CUADRILLA EN EL CAPÍTULO DE ESTRUCTURAS EN TODAS LAS EDIFICACIONES.	38
TABLA 7 .PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO, RENDIMIENTO DE UNA HORA CUADRILLA EN EL CAPÍTULO MAMPOSTERÍA DE LAS OBRAS EN ESTUDIO.	41
TABLA 8. .PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO, RENDIMIENTO DE UNA HORA CUADRILLA EN LOS CAPÍTULOS DE PAÑETES EN LAS OBRAS EN ESTUDIO	43
TABLA 9. HERRAMIENTA MENOR PARA CUANTIFICAR EL MATERIAL EN OBRA.	45
TABLA 10. .PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO, DE DESPERDICIO EN EL CAPÍTULO DE CIMENTACIÓN EN LAS VIVIENDAS.	45
TABLA 11. PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO DE DESPERDICIO EN CAPÍTULO DE ESTRUCTURAS PARA LOS TODAS LA EDIFICACIONES EN ESTUDIO	47
TABLA 12. PROMEDIO TOMADO EN CAMPO DE DESPERDICIO DE MORTERO EN EL CAPÍTULO DE MAMPOSTERÍA.	49
TABLA 13. PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO DE DESPERDICIO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA.	51
TABLA 14. PROMEDIO DE LOS DATOS TOMADOS EN CAMPO DE DESPERDICIO EN LOS CAPÍTULOS DE PAÑETES, PARA LAS OBRAS EN ESTUDIO.	53
TABLA 19 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES POR CAPITULO.	56
TABLA 20 COSTOS EN LAS OBRAS CIVILES DE CONSTRUCCIÓN	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Carta de presentación a Emprender Remanso de las Nieves

Anexo B. Carta de presentación a IFC Construcciones

Anexo C. Carta de presentación a Provisocial

Anexo D. Bitácora

Anexo E. Formato toma de datos

Anexo F. Toma de datos Vivienda Cll 55B-8B

Anexo G Toma de datos Vivienda Cra 8-55C

Anexo H Toma de datos LA COLINA

Anexo I Toma de datos ESKALA

Anexo J Toma de datos MONACO 28

Anexo K Toma de datos REMANSOS DE LAS NIEVES

Anexo L Análisis de precios unitarios en el ítem de mampostería en el edificio monaco 28

Anexo M Análisis de precios unitario con datos de campo para capítulo de mampostería.

Anexo N Análisis de precios unitario para capítulo de estructuras

Anexo O Análisis de precios unitario para capítulo de estructuras con datos tomados en campo

Anexo P Planos Estructurales del Edificio Eskala

Anexo Q Planos Estructurales del Edificio Mónaco 28

ANEXO R Estructurales del Edificio La Colina

ANEXO S Matriz de afectaciones ambientales

ANEXO T Base de datos

GLOSARIO

ALMACENAMIENTO: Se define como el lugar donde se guarda el material requerido para la obra. De tal manera que este se encuentre aislados de agentes que puedan dañar sus propiedades.

AMBIENTAL: Es el conjunto de factores naturales y sociales en los cuales se desarrolla la vida de los organismos y está constituido por los seres biológicos y físicos como lo es el agua, tierra. Fauna, flora.etc.

BIODEGRADABLE: Son aquellos materiales que tardan corto tiempo en descomponerse por agentes naturales.

CARRETILLA: Es una herramienta usada por los trabajadores con el fin de determinar el transporte el material de un lugar a otro.

CLIMA: Hace referencia a las condiciones atmosféricas que son especiales de una región específica durante un determinado periodo de tiempo.

CONSTRUCCIÓN: se le llama al proceso de armado de viviendas, edificios o cualquier infraestructura.

CUADRILLA: Se entiende por grupo de trabajo que realizan una actividad en la construcción de una edificación.

CUADRILLA AA: Está determinada por un grupo de trabajo compuesto por un oficial y un ayudante, especialmente en el capítulo de estructuras.

DESECHOS: Son aquellos materiales que sobran de las obras de las cuales no son reutilizables y estos son llevados a la escombrera.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Es cada una de las partes que constituye una estructura y que conserva una función resistente dentro de esta.

FUNDIR: Se le llama al proceso de vaciar el concreto en los elementos estructurales.

HC: Se define hora cuadrilla, es decir en una hora cuanto trabajo realizan.

HERRAMIENTA MENOR: son objetos que usan los trabajadores para facilitar la realización de una actividad como son: baldes, palustres, pala y otros

ICOPOR: material usado en la construcción para placas de entepiso aligeradas con este.

ÍTEM: Son capítulos que conforman el presupuesto en las obras de construcción con el fin de realizar un análisis de precios unitarios.

MATERIALES: Es el conjunto de elementos que son necesarios para una llevar a cabo una actividad o tarea.

OBRAS DE CALIDAD: son construcciones que cumplen con las normas establecidas en cuanto a materiales, dimensiones planteadas por el diseñador, de tal manera que brinde seguridad y calidad en las construcciones.

PROGRAMACIÓN DE OBRA: Es un proceso el cual se debe tener en cuenta una correcta planificación, organización y control de las diferentes actividades de la edificación con el fin de cumplir los objetivos del proyecto.

RECICLAR: Es un proceso por el cual los materiales de desechos vuelven a ser utilizados, generando productos nuevos.

REUTILIZAR: Es el conjunto de materiales que sobra en las obras de construcción lo cual se vuelve a utilizar ya sea en la misma edificación o para otros afines.

VACIAR: Es un proceso mediante el cual se lleva a cabo la colocación del concreto en los elementos estructurales.

VERTER: Se define como la distribución del concreto en los elementos estructurales.

RESUMEN.

Esta investigación se realizó con el fin de medir los rendimientos y desperdicios que se generan en las obras civiles de construcción, tomando como selección de muestra 6 construcciones ubicadas en diferentes barrios en la ciudad de Tunja como: Soaquira, Maldonado, las Nieves y la Sexta. Para este estudio se evaluó el tiempo que dura un trabajador o cuadrilla realizando una determinada tarea en los capítulos de cimentación el cual se midió solo en las viviendas, estructuras, mampostería y pañetes en las diferentes obras en estudio, donde se tuvo en cuenta el rendimiento y desperdicio que se generan durante la ejecución de estas actividades.

Para evaluar el rendimiento en los capítulos de mampostería y pañetes se tuvo en cuenta la cantidad de m² que ejecuta una cuadrilla en una hora de trabajo, en los capítulos de cimentación y estructuras el rendimiento se midió en el tiempo que emplea una cuadrilla armando y fundiendo cada elemento estructural. En cuanto al desperdicio se tuvo en cuenta el número de baldes o carretillas de mezcla que se necesitaba para la fundida de cada elemento estructural; también se analizaron los factores que influyen para el aumento o disminución del rendimiento en las cuadrillas de trabajo.

Se analizó el impacto ambiental y la afectación el entorno por la producción de escombros durante la ejecución de la obra, los costos económicos del traslado de los desechos desde su lugar de producción hasta el sitio de disposición final. Cabe resaltar el mal manejo que se le dio a estos materiales ya que muchos de estos no son reutilizables y en la ciudad de Tunja no hay un lugar específico para ser depositados; pues en la mayoría de las obras estos restos son llevados al relleno sanitario.

INTRODUCCIÓN.

En la ciudad de Tunja se realizó este proyecto con el fin complementar la información para la formulación de los análisis de precios unitarios ya que el estudio de estos se basan en la revista construdata, la cual proporciona datos no específicos para la ciudad de Tunja donde se realiza el proyecto. La razón de esta investigación es dar a conocer más concretamente la información de los análisis de precios unitarios, realizando una base de datos, con el fin, de que tanto estudiantes como ingenieros pueden tener una guía más exacta y específica con respecto en la temática expuesta.

El propósito del proyecto es analizar obras civiles de que muestre los rendimientos y desperdicios en las actividades de cimentación; únicamente en las viviendas, estructura, mampostería y pañetes en todas las construcciones en estudio, proporcionando información para mejorar el análisis de precios unitario y rendimientos en la ciudad de Tunja

Como es conocido el impacto de la construcción civil se ve reflejado en los medio físicos, social y ambientales. El presente documento mostrara un aproximación de cuáles son las afectaciones que se presentan teniendo en cuenta una característica de la contaminación que son los desechos de obra.

Con estas determinantes enunciadas se espera dar a conocer información pertinente y veraz estudiad en campo de los rendimientos, afectaciones y características referente a los rendimiento y desperdicios de obra.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Al no tener datos de rendimientos y desperdicios que se generan en una obra civil de construcción en la ciudad de Tunja, influye en el desarrollo de un proyecto de obra civil, especialmente en el presupuesto ya que para realizar los análisis de precios unitarios no existe información exacta que brinde seguridad para este análisis, lo que también afecta directamente a la programación de obra.

La fuente más cercana de información la ofrece la gobernación el cual maneja datos de rendimiento y desperdicio de obra desactualizados, por lo tanto no son muy recomendables para realizar un análisis de precios unitarios; también se encuentra la revista construdata que presenta datos aproximados en cuanto a rendimientos y desperdicios pero se encuentra solo las ciudades como: Bogotá, Cali y Medellín, el cual las condiciones son diferentes en cuanto de Tunja ya que las con condiciones ambientales muy diferentes a ciudades establecida en la revista.

Es necesario hacer un análisis de campo realizando visitas de obra a construcciones de obras civiles, midiendo la productividad de la mano de obra para hallar los rendimientos, y en cuanto al manejo de materiales necesarios para determinar así el desperdicio que se pueda llegar a presentar, esto se realiza para tener información necesaria para elaborar una base de datos con la información obtenida en las visitas. Con respecto a los desperdicios se analizara la afectación que estos generan al medio ambiente.

2 JUSTIFICACIÓN.

El proyecto está centrado en presentar un conocimiento profundo en cuanto a rendimientos y desperdicios en las actividades de: estructura, mampostería y pañete, ya que se optó por estos capítulos de estudio porque son la línea de concretos y son lo más afines a la carrera de ingeniería civil y también es donde se presentan desperdicios considerables de concreto, acero, además que son los capítulos más afines a la carrera de Ingeniería Civil como es de igual importancia en mampostería y pañetes, estas actividades son las que afectan las obras ya que pueden retrasarla o que producen desperdicios de material durante la ejecución.

Este trabajo se realizó para la ciudad de Tunja con el fin de que ésta cuente con una base de datos de desperdicios y rendimiento que se usarán en el desarrollo de un presupuesto en una obra de construcción para que éste tenga calidad y validez en la sustentación de un proyecto. Se verán beneficiados los ingenieros, estudiantes, arquitectos y demás persona que necesiten de esta investigación, ya que al utilizar esta base datos en la sustentación de sus trabajos son parámetros importantes para la presentación de un presupuesto. Los rendimientos obtenidos ayudan a tener un cronograma de actividades eficaz y así poder cumplir con el cronograma propuesto.

Esta investigación al emplearse como registro histórico con datos reales y actualizados al ponerla en práctica evita la compra de material innecesario ya que se tienen en cuenta los desperdicios en obra y permitirá tener un presupuesto adecuado económicamente. Se quiere que los constructores tomen conciencia del gran impacto ambiental que se presenta por el descuido y mal manejo de los desperdicios que se generan en las obras de construcción, teniendo en cuenta que no hay un manejo adecuado de estos desechos ya que no tiene un proceso de reciclaje en los materiales, también es importante resaltar el costo que tienen al transportar los desechos hasta el relleno que son gastos imprevistos.

3 OBJETIVOS.

3.1.1 OBJETIVO GENERAL

Medir y recopilar información de los rendimientos y desperdicios reales que se generan en una obra de construcción, en los ítems de estructuras mampostería y pañete tomando como muestra 6 obras ubicadas en los barrios Soaquira, Maldonado, la Sexta y las Nieves, también conocer la afectación ambiental y los costos económicos, de los desechos en estas obras en la ciudad de Tunja.

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar una base de datos con la información obtenida promediando los resultados en campo.
2. Comparar los datos de rendimientos y desperdicios de las diferentes obras en estudio por medio de los datos recopilados.
3. Establecer algunos costos generados en el proceso de construcción como resultado de la cantidad de desperdicio que se genera en el mes; teniendo en cuenta la programación para recoger los desechos en cada edificación.

4 ESTADO DEL ARTE.

Como antecedente se encontró la tesis de la universidad Pontificia Bolivariana cuenta con una tesis de Análisis de Rendimientos de Mano de Obra para actividades de construcción estudio de caso edificio, el objetivo de la investigación es determinar el rendimiento de los capítulos de obras de mampostería y estructuras de concreto. La metodología para determinar los rendimientos se basó en un estudio de tiempos y movimientos el cual se tuvo en cuenta la ejecución del trabajo en un solo tiempo, con características iguales, luego se realizó un promedio de resultados con la recolección de los datos de rendimientos obtenidos en campo y después se elaboró una base de datos de rendimientos¹.

Esta investigación fue clave para tener una guía en cuanto a los rendimientos de mano de obra, Por otra parte la universidad Pontificia Católica del Perú llevo a cabo la Tesis de Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control; en la cual el objetivo de la investigación es la reducción del costo de consumo de los materiales y de los residuos sólidos de construcción generados por las obras. La metodología que utilizaron se basó en cinco etapas que fueron identificación, medición, evaluación, intervención y control.

Se evaluaron alternativas como pérdidas por entregas, rotura de materiales e incompletos, pérdida por material sobrante, pérdidas por corte de unidades, con el propósito de controlar los desperdicios. Luego se pasó a la etapa de la intervención para mejora en los procesos de construcción en los cuales tuvieron intervención para los ladrillos ya que la mayor parte de desperdicio encontrados era el corte de las unidades de ladrillo, debido a esto la solución que plantearon fue buscar la manera de cortar las unidades de albañilería de forma más industrializada. Así mismo se hizo una intervención para el mortero de concreto y acero. Finalmente se llevó un control de desperdicio de material en el cual consistió en tener un Índice de Residuo Sólido de Construcción (IRSC) donde se encarga de medir la evolución de la perdida directa o el desperdicio que es eliminado de la obra como desmonte, para tener un control en la obra².

¹POLANCO SANCHEZ, Lina Martihza. Universidad Pontificia Bolivariana. Análisis de Rendimientos de mano de obra para actividades de Construcción –estudio de caso Edificio jupb. 2009. Bucaramanga

²GALARZA MEZA, Marco Paulo. Universidad Pontificia Católica de Perú. Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control.

Esta tesis ayudo a tener una metodología y planeación de desperdicios en cuanto a la entrada y salida de material para uso en la construcción en nuestro trabajo de investigación. Este articulo aporto a la investigación para realizar la hoja de toma de datos, posteriormente se hicieron formatos para tener un registro de la información y se realizó una observación en campo, registro de datos a través de los dispositivos (Hand PC: computadores de mano), empleo de cronómetros y cintas métricas para la cuantificación de las áreas de cada una de las excavaciones, después se hizo una colección, digitación y generación de gráficas de comportamiento y tendencia de los datos recolectados en campo; finalmente se realizó un análisis de la información³.

Teniendo los materiales usados en la construcción de edificaciones esto permitió conocer los diferente ladrillos a usar con diferentes acabados, es la primer tesis que relaciona el rendimiento y la mano de obra; Tesis del Análisis Integral del Costo Beneficio en la Construcción con Ladrillo Aparente en el Valle de Colima de la Universidad de Colima; Esta investigación trata de la implantación de ladrillo para la construcción, y sus alternativas de uso para analizar los factores de costo-beneficio, se toman ladrillo aparente como el ladrillo a la vista y se tiene en cuenta el tipo de aparejo, técnica de aplicar para que este no se necesite pañetar. Lo que miden en esta investigación es el tiempo o rendimiento que se puede conseguir con este tipo de ladrillos y técnica de aplicar también calculan el rendimiento para el ladrillo y mortero en cuanto a material y mano de obra, también realizan estudio de métodos de diseño por sismo, resistencia térmica para la implementación de esta nuevo material de construcción⁴, esto sirvió como guía para entender la manera de hallar rendimiento.

Después de tener los rendimientos y desperdicios vamos a relacionarlos con el presupuesto, teniendo en cuanto los análisis de precio unitario el cual nos hablan este artículo de Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en Actividades de Construcción. Este artículo tuvo en cuenta el desarrollo de un proyecto desde sus planos y especificaciones y presupuesto para determinar la viabilidad del proyecto, ya que para realizar el presupuesto se necesita del desempeño humano en cuantos rendimientos y mano de obra lo que es indispensable para la productividad y competitividad dentro la construcción. Esto son los antecedentes de la investigación, para obtener una base de datos de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción fue planeada por los ingenieros Antonio Caro R y Gustavo Duque V, según

³RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Dorian. Rendimiento de Mano de Obra en Excavaciones para Viviendas de una y dos Plantas en la ciudad de Barranquilla.

⁴UREÑA MOCTEZUMA, Pedro. Universidad de Colima. Análisis Integral del Costo - Beneficio en la Construcción con Ladrillo aparente en el Valle de Colima.

CAMACOL seccional Antioquia y el SENA en el año 2000 a las empresas constructoras PSI S.A y GDV ingeniería S.A para que esta base de datos se pueda utilizar en el Valle de Aburrá y que con el tiempo se extienda por todo el país.

Se tienen en cuenta cinco factores que afectan el rendimiento de obra estos son: Economía general, donde se tiene en cuenta la economía de la región en cuanto a la construcción; Aspectos laborales, los cuales estudian el tipo de contrato, incentivos y demás; Clima estado del tiempo, temperatura; actividad grado de dificultad, equipamiento suministro de equipo, elementos de protección. Para la recopilación de datos se realizan cierto número de repeticiones, donde las obras tienen actividades continuas, para esto tomaron dos obras de vivienda de interés social donde se le llevó seguimiento durante seis meses. En el resultado de la investigación se obtuvo el valor de eficiencia de la cuadrilla⁵.

Otro factor es el que influye en análisis de precios unitarios es la mano de obra del cual trata este artículo de Mano de Obra en la Construcción: Determinación de la Cuadrilla Optima por Medio de su Herramienta de Simulación en el cual su objetivo es que la cuadrilla que está conformada por un ayudante y un oficial produzca más en menos tiempo. Para lograr esto toman las experiencias de diferentes obras por medio de un modelo matemático de tal manera que permita modelar la cuadrilla óptima. También realizan cálculo analítico de desperdicio donde toman como constante la variable de la producción para tiempo y gasto de material y con esto se estudia el rendimiento y desperdicio de material⁶.

Gracias a este artículo motivo realizar el estudio no solo en edificio, y también incluyendo las viviendas de rendimiento de mano de obra en excavaciones para viviendas de Una y Dos Plantas en la Ciudad de Barranquilla. El objetivo de esta indagación es proteger al trabajador, pero a su vez, lograr el máximo rendimiento teniendo un trabajo seguro, eficiente y bien ejecutado en un solo período de tiempo. La metodología empleada para llevar a cabo esta investigación fue de la siguiente manera: primero se realizó una planificación de las actividades en el cual se plantea la forma como se llevarán a cabo las observaciones, mediciones y diagnóstico con respecto al tiempo. Luego se identificó el lugar donde se desarrollaron las excavaciones y el grupo de trabajo para la realización de la investigación.

⁵ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción: teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra. En: Revista Universidad EAFIT No. 128 (Octubre-Noviembre-Diciembre 2002)

⁶ NAVAS, Raúl; RIDL Marta, TORRES Lilibiana. Mano de obra en la construcción: determinación de la cuadrilla óptima por medio de su herramienta de simulación.

5 APROXIMACIÓN CONCEPTUAL.

5.1 ELEMENTOS ESENCIALES DEL CONCEPTO DE MANO DE OBRA

- **Desperdicio:** Mal aprovechamiento y manejo inadecuado que se les da a los materiales. Gonzalo Patiño Ortiz expresa que el concepto de desperdicio debe ser claro, lo que se desperdicia es material y por lo tanto ese material que se prevé debe estar incluido en la cantidad de materiales componentes de cada precio unitario.⁷El desperdicio se calcula como un porcentaje de la cantidad de material ese porcentaje puede variar de acuerdo al tipo de obra a ejecutar. El porcentaje de desperdicio adoptado para cada material se expresa en el Análisis de Precios Unitarios.
- **Mano de obra:** Es el esfuerzo humano para llevar a cabo una actividad que de cómo resultado un producto terminado. Luis Antonio Urias de la Vega expresa que la mano de obra esta expresada en los oficios más comunes dentro de la construcción, considerando inclusive algunas con ciertas especialidades, pues aunque pueden ser ejecutadas por un albañil, estas se van especializando en una actividad y toman el nombre de la misma.⁸Al respecto Begoña Prieto Moreno, Alicia Santidrian Arroyo y Pablo Aguilar expresaron que la mano de obra es el esfuerzo físico o mental que se consume en elaborar un producto o servicio. Todo aquel que aporta su esfuerzo físico o intelectual, y por lo tanto contribuye a la obtención del producto o servicio final, puede ser considerado como mano de obra.⁹
- **Presupuesto:** Llevar un presupuesto es la forma de manejar los ingresos y egresos de una determinada actividad ya sea familiar, personal o empresarial. Fernando Brusola Simón expresa que el presupuesto es la valoración “a priori” de un producto o servicio. Esta valoración se basa en la

⁷ PATIÑO ORTIZ, Gonzalo Planteamiento de un Presupuesto de Construcción, Bogotá Universidad Nacional ,2007.

⁸ URIAS DE LA VEGA, Luis Antonio rendimientos en la Construcción, Universidad de Sonora, 2005.

⁹ PRIETO MORENO Begoña, SANTIDRIAN ARROYO Alicia, AGUILAR Pablo Contabilidad de Costes y de Gestión un Enfoque Práctico.

previsión de los costes involucrados incrementados con el margen de beneficio previsto.¹⁰ Igualmente José Luis Macchia expresa que es la valoración económica de las cantidades obtenidas en el cómputo métrico para una determinada tarea, instalación o servicio, en forma anticipada a su ejecución.¹¹

Pañete: Se le llama pañete a la mezcla de arena, cemento y agua usados en la construcción en la aplicación de muros. Iván López Gutiérrez expresa que Es una mezcla homogénea de un material cementante (cemento), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y en algunas ocasiones aditivos, prácticamente es hormigón sin el agregado grueso. Proporcionar una superficie uniforme para aplicar la pintura, no requieren una resistencia determinada.¹² Así mismo el Reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente expresa que el mortero de recubrimiento o revoque (pañete) es la mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua usados para dar acabado liso (enlucir) los muros de mampostería.¹³

- **Estructura:** Es un conjunto de partes o elementos que conforman un edificio o una vivienda con el fin de resistir cargas. Gloria Díaz expresa que la estructura es todo aquello que hace el armado, a la disposición de las partes. Es parte del conjunto que sostiene o soporta, que distribuye o reparte cargas, es decir, que hace al equilibrio estático de la construcción, pero si bien este su fin inmediato, la estructura debe cumplir la función de organizar, dar sentido, estructurar la totalidad.¹⁴ Según Oscar Manuel Gonzales Cuevas una estructura puede concebirse como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. La estructura debe cumplir la función a que está destinada con un grado de seguridad razonable y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio.¹⁵
-
- **Análisis de Precios Unitarios:** Es el costo de una actividad por unidad de medida escogida. Gonzalo Patiño Ortiz expresa que los precios unitarios es la lista de todos los materiales e insumo del proyecto; aquí se refleja la

¹⁰ BRUSOLA SIMÓN, Fernando, Oficina Técnica y Proyectos.

¹¹ BRUSOLA SIMÓN, Fernando, Cómputos, Costos y Presupuestos, Buenos Aires, 2005.

¹² López Gutiérrez, Iván. Morteros 2003

¹³ REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10.

¹⁴ DIAZ, Gloria. Diseño Estructural en Arquitectónica, 2005

¹⁵ GONZALES CUEVAS, Oscar Manuel. Análisis Estructural, México: Limosa Universidad Autónoma metropolitana, 2003.

totalidad de la obra. No puede haber un solo material que figure en los planos que no esté incluido en algún análisis.¹⁶.

- **Mortero de pega:** Es una mezcla de arena fina, cemento y agua que sirven para pegar elementos de construcción como ladrillos y bloques etc. Patricia Caori Takeuchi expresa que la función principal del mortero de pega es unir las unidades individuales formando el mampuesto, el cual debe ser un elemento integral que resista adecuadamente las diferentes condiciones de carga y clima manteniéndose estable con el tiempo. Impide también, el paso de luz, viento y agua al interior del mampuesto y a través de este, para garantizar la durabilidad de la mampostería, de recubrimientos y otros elementos cercanos al cemento.¹⁷ De igual manera el Reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente expresa que el mortero de pega es la mezcla fluida de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para unir las unidades de mampostería.¹⁸

Materiales para la elaboración del mortero de pega

- **Agregados:** Patricia Caori Takeuchi expresa aquellos agregados en los morteros, son arenas naturales o trituradas. La arena en el mortero es la que ocupa mayor volumen y peso, actúa como un relleno que hace que la mezcla sea más económica. El mortero en estado fresco con arena tiene mayor tiempo de endurecimiento. Si la arena se encuentra bien gradada, reduce la segregación en estado plástico, disminuyendo la exudación y mejorando la manejabilidad.¹⁹ Al respecto Diego Sánchez de Guzmán expresa que el agregado o áridos para concreto puedan tomarse en consideración todos aquellos materiales que, poseyendo una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico, es decir que son inertes y garantizan una adherencia suficiente con la pasta de cemento endurecida.²⁰

¹⁶ PATIÑO ORTIZ, Gonzalo Planteamiento de un Presupuesto de Construcción, Bogotá Universidad Nacional de Colombia.

¹⁷ CAORI TAKEUCHI, Patricia. Comportamiento de la Mampostería Estructural, Bogotá Universidad Nacional de Colombia.

¹⁸ REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10.

¹⁹ CAORI TAKEUCHI, Patricia, Comportamiento de la Mampostería Estructural, Bogotá Universidad Nacional de Colombia.

²⁰ SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego Tecnología del Concreto y del Mortero, Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.

- **Cemento:** El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla molidas lo cual tienen propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Alberto Harold Muños expresa que básicamente el cemento se compone de minerales cristalinos en polvo principalmente silicatos de calcio y aluminio. Al incorporarles agua se produce una pasta que al secarse se endurece y es precisamente esta propiedad la que lo hace atractivo para su uso en la construcción. Los materiales con los que se fabrica el cemento portland son: Cal (CaO) proveniente de la piedra caliza natural, sílice (SiO₂) y Alúmina (AL₂O₃) de la arcilla y bajo porcentajes de MgO y algunas veces álcalis.²¹ Según Julián Rezola Izaguirre expresa que reciben la denominación de cementos todos aquellos conglomerantes que, amasados con el agua, fraguan y endurecen, tanto expuestos al aire como sumergidos en agua, por ser los productos de su hidratación estables en tales condiciones²²
- **Rendimiento:** Es la cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla en un tiempo específico, en una determinada actividad. Luis Antonio Urias de la Vega expresa que el rendimiento “es la cantidad de trabajo realizado por una persona, en determinado tiempo”. La medida más empleada por lo que se refiere al tiempo que se tomen en la realización de cierta labor sea hasta en minutos o segundos.²³ Al respecto José Luis Aja Siteny Daniel Castro Fresno explican que este concepto hace referencia a la (cantidad de trabajo por unidad de tiempo), de tal manera que el coste de cualquier unidad de obra será directamente proporcional al número de jornales que intervengan en la misma e inversamente al rendimiento de la mano de obra.²⁴
- **Calidad:** Es la capacidad que tiene una persona en cumplir un objetivo o meta que satisfaga las necesidades del cliente. Kaoru Ishikawa expresa que la calidad constituye una función integral de toda organización, es el resultado de un control de todo individuo y de cada división que conforma la empresa, puesto que se tiene que practicar para que se pueda definir.²⁵ Al

²¹ HAROLD MUÑOS, Alberto, Construcción de Estructuras.

²² REZOLA IZAGUIRRE, Julián, Características y correctas aplicaciones de los diversos tipos de Cemento, Portland, Siderúrgicos, Puzolanicos, Aluminosos, Compuestos y Naturales.

²³ URIAS DE LA VEGA, Luis Antonio. Rendimientos en la Construcción Universidad de Sonora, 2005.

²⁴ AJA SETIEN, José Luis y CASTRO FRESNO, Daniel. Organización y Control de Obras, Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria 2005.

²⁵ NAVA CARBELLIDO, Víctor Manuel. ¿Qué es la Calidad? Conceptos, Gurús y Modelos Fundamentales, México: Limusa, 2005.

respecto Philip Crosby define a la calidad como “cumplir con los requisitos del cliente”.²⁶

- **Impacto Ambiental:** Es una alteración al medio ambiente causada por la actividad del hombre lo cual puede ser positivo o negativo al ecosistema. Según Manuela Andrés Abellán el concepto de impacto ambiental se puede generalizar para inscribirlo en el más amplio concepto de integración ambiental e identificar el impacto de un proyecto por la desviación del objetivo de integración ambiental.²⁷ Domingo Gómez Orea y M Teresa Gómez Villarino expresa que el término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su “entorno”, interpretada en términos de “salud y bienestar humano” o, más genéricamente de calidad de vida de la población.²⁸

6 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

La investigación se ejecutó en la ciudad de Tunja que está ubicada sobre la cordillera oriental, sus alturas oscilan entre 2700 y 3150m.s.n.m, tiene una extensión de 121,4km² y una temperatura de 13°C. En cuanto a su población tomando como referencia los datos del DANE según el censo del año 2012 dio como resultado 181418 habitantes y en el año 2014 se obtuvo un resultado de 184418 habitantes, en dos años el aumento fue de 3446 habitantes lo cual es notable.

Para la selección de la muestra tuvimos en cuenta la ciudad de Tunja, ya que está en un permanente crecimiento en el ramo de la construcción y donde se desarrolla nuestra profesión como Ingenierías Civiles y es así que el tema permitió hacer un estudio juicioso y de gran responsabilidad donde especialmente para tal fin se realizaron investigaciones exhaustivas para cumplir con el objetivo deseado. Con este trabajo el propósito es dejar un legado a la capital de Boyacá que

²⁶NAVA CARBELLIDO, Víctor Manuel. ¿Qué es la Calidad? Conceptos, Gurús y Modelos Fundamentales, México: Limusa, 2005.

²⁷ ANDRÉS ABELLÁN, Manuela. Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos y Actividades Agroforestales.

²⁸DOMINGO GÓMEZ, Orea y GÓMEZ VILLARINO Teresa. Evaluación de Impacto Ambiental, Tercera edición.

indudablemente le será de gran utilidad a Estudiantes, Ingenieros, Arquitectos y Constructores, porque una gran verdad es que mientras exista la humanidad, la construcción seguirá desarrollándose y modernizándose, reiterando que el tema que escogido, diariamente en él se estará trabajando no solo en Tunja si no en todo sitio donde haya construcciones y es así que en la actualidad (septiembre de 2014) se está construyendo en Tunja el edificio más alto de Boyacá el cual es de 30 pisos.

Las edificaciones elegidas para hacer este estudio son los edificios: Remanso de las nieves, Mónaco 28, Eskala, La colina los cuales al momento de realizar las visitas estos edificios ya habían iniciado las actividades de cimentación por esta razón no se tomaron datos de esta actividad. Por otro lado se seleccionó la construcción de 2 viviendas en el barrio Soaquira a las cuales se registraron datos del capítulo de cimentación.

El edificio remanso de las nieves una es una construcción de nueve pisos en un sistema estructural combinado ya que tiene pórticos y muros pantallas, ubicado en el barrio las Nieve se inició visitas el día 27 de diciembre del 2013 para esa fecha la obra iba en el piso sexto en el capítulo de estructuras. El Edificio Mónaco 28 está es una obra de nueve pisos destinados a apartamentos, ubicado el Barrio Maldonado, esta edificación se construyó con sistema estructural de pórticos ya que este solo cuenta con columnas, el día 8 de Noviembre 2013 se realizó la primera visita y la obra se encontraba en el piso 4 en estructuras. La empresa Provisocial construyo un edificio denominado

La Colina el cual está ubicado en el barrio Soaquira; el sistema estructural que utilizó esta obra es de muros de carga y el modo constructivo es un sistema túnel se inició visitas de obra el día 13 Noviembre 2013. También esta empresa tiene un edificio llamado Eskala el cual se le hizo seguimiento el día 16 enero 2014 y el sistema estructural es el mismo de La colina. También se realizaron visitas de obra en la construcción de viviendas unifamiliares las cuales constaban de 2 pisos más altillo, y se encontraban empezando excavación dando inicio al ítem de cimentación, localizadas en la Calle 55B-8B y Carrera 8C-55C el barrio Soaquira. El sistema estructural que se construyo fue en sistema pórtico, ya que contaban con columnas y vigas de amarre, la fecha el que se empezó con el seguimiento a

la obra fue el 5 Abril de 2014, en esta construcción midieron los capítulos de cimentación, estructuras, mampostería y pañetes.

7 MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para cumplir los objetivos de la investigación se llevó a cabo por etapas propuestas que fueron:

ETAPA1

- Se seleccionaron 6 obras de construcción localizadas en diferentes barrios de la ciudad de Tunja para realizar el análisis.
- Se visitaron las obras permanentemente con el fin de obtener datos necesarios para llevar a cabo el proyecto mediante el formato establecido en el anexo E. se midieron tiempos de rendimiento en las actividades de mampostería y pañetes teniendo en cuenta la disposición de material en el sitio, en estructuras se midió el tiempo de transporte del material hasta el sitio de trabajo.

ETAPA 2

- Se tabularon de los datos de rendimiento y desperdicios obtenidos en campo usando el anexo E.
- Se analizaron los datos recopilados en obra, de rendimiento y desperdicio de los capítulos: mampostería, estructuras, cimentación y pañetes delimitados según las edificaciones en estudio.
- Se midió el materiales usados en la construcción con el fin de cuantificar los desperdicios generados en las obra de construcción, calculando el material teórico el cual representa los planos.

- Con el cuadro comparativo se hizo un promedio de cada capítulo obtenido en las diferentes obras analizadas.

ETAPA 3

- Se elaboró un documento donde se registraron los promedios de rendimientos y desperdicios de cada capítulo en estudio quedando los datos estandarizados para la ciudad de Tunja.
- Se realizó la afectación ambiental que generan los desechos en las obras.

8 VARIABLES INFLUYENTES EN EL RENDIMIENTO.

Las variables influyentes son aquellas que afectan el rendimiento del trabajador, causando atraso o adelanto de la obra. En cuanto a los datos tomados en la construcción se presentaron varios factores que intervienen como:

- **Clima:** Este factor domina en el rendimiento del trabajador ya que la ciudad de Tunja es de clima frío y la temperatura promedio está en 12°C, lo cual causa incomodidad al trabajador.
- **Trabajo en altura:** Para el trabajador que está realizando trabajos en altura el rendimiento va a disminuir porque la dificultad para el transporte del material demora la actividad que está ejecutando. También cuando se está trabajando en altura y el trabajador está ubicado en andamios esta tarea se hace difícil y demorada por la incomodidad y el peligro al que está expuesto.

- **Horario:** Cuando la cuadrilla está trabajando en las horas de la mañana de 7:00a.m a 12:00p.m. el rendimiento aumenta. En cambio en las horas de la tarde de 1:00p.m. a 5:00p.m. el rendimiento disminuye; por otra parte cuando se está colocando unidades de mampostería y se cuenta con un muro tenga divisiones o instalaciones de tubería dentro del muro, el rendimiento disminuye.
- **Experiencia en los Trabajadores:** al contar con una cuadrilla en la que todos hayan realizado actividades con frecuencia da como resultado que el trabajador demore menos tiempo en ejecutar la misma labor.
- **Mano de obra calificada:** Para realizar una actividad es importante que el trabajador cuente con conocimientos que sean certificados por una entidad educativa, ya que da seguridad en que las tareas estén bien realizadas.

9 ANÁLISIS DE DATOS

Para analizar los datos en rendimientos y desperdicios en el capítulo de cimentación únicamente en vivienda, y los capítulos de estructuras, mampostería y pañetes en todas las edificaciones en estudio, se evaluó una comparación en los datos obtenidos en campo con el fin de obtener una base de datos general de estos capítulos para la ciudad de Tunja.

9.1 MANO DE OBRA

Para evaluar la mano de obra en las edificaciones se tuvo en cuenta la cuadrilla de trabajo para realizar las actividades cimentación, estructuras, mampostería y pañetes cuantificando 1 hora de trabajo en dicha actividad. Hc (hora cuadrilla).

9.1.1 Cimentación

En este capítulo se tomaron los tiempos de fundida, amarre de acero de 60000psi y 37000psi en zapatas y vigas de cimentación, como también el tiempo de aplicación de la base en recebo para zapatas, contado el personal de trabajo para determinar el número de personal que conforma la cuadrilla para esta tarea.

Tabla 1. Mano de obra en el capítulo de Cimentación en viviendas.

EDIFICACIÓN	MAESTRO	OFICIAL	AYUDANTE
VIVIENDA CRA 8C - 55C	1	2	1
VIVIENDA CLL 55B - 8B	2	1	1

Fuente: Autores.

La Tabla 1. muestra que las cuadrillas de trabajo para el capítulo de cimentación fueron diferentes en las viviendas porque no se contaba con un Ingeniero residente que supervisara el trabajo. En la vivienda Cra 8C–55C el grupo de trabajo consta de 4 trabajadores que son 1 maestro que dirige la obra y programa el trabajo del día, los 2 oficiales que se encargan de organizar el acero y verter el concreto de la cimentación, el ayudante que tiene la tarea de amarrar el acero, y hacer la mezcla para los elementos estructurales de la cimentación. Para la edificación de la Vivienda CII 55B -8B la cuadrilla es diferente, ésta se conformó por 2 maestros, pero 1 es el que dirigía la construcción y el otro maestro con el oficial se encargaron de organizar el acero y amarrarlo, el ayudante se encargó de traer el material necesario para realizar la actividad, por lo general los ayudantes no cumple con el horario establecido y hay veces que no asisten y se ve afectado la producción de mano de obra.

9.1.2 Estructuras

La mano de obra en todas las construcciones civiles no son iguales, esto depende que del constructor de la forma como realizo su programación y por ende el análisis de precios unitario, ya que estos dos aspectos están relacionados e influyen en la mano de obra

Tabla 2. Mano de obra en el capítulo estructuras, de las obras en estudio.

EDIFICACIÓN	MAESTRO	OFICIAL	AYUDANTE
MÓNACO 28	1	4	2
REMANSO DE LAS NIEVES	1	3	8
“LA COLINA	2	4	6
ESKALA	5	3	22
VIVIENDA CRA 8C - 55C	1	2	1
VIVIENDA CLL 55B - 8B	1	1	1

Fuente: Autores.

La Tabla 2. muestra el grupo de trabajo para el capítulo de estructuras, se analiza que este es diferente en todas las construcciones ya que cada una dispone del personal necesario para realizar el trabajo. Para efectos de análisis en las obras donde se presentan gran personal se organiza de tal manera que facilite el estudio por cuadrillas de trabajo.

El edificio Mónaco 28. El personal de trabajo consta de una Ingeniera residente que dirigió la obra, 1 maestros 4 oficiales quienes se encargaron de cuadrar el acero y 2 ayudantes se encargaron de llevar el material al punto de trabajo. Este grupo de trabajo estuvo en muy bien coordinación para realizar las actividades.

El edificio Remansos de las Nieves. El equipo de trabajo se conformó de 12 personas, 1 maestro, 3 oficiales y 8 ayudantes, donde el maestro estuvo a cargo de la obra. Este equipo lo conformaron 3 cuadrillas que eran: 1 oficial, 2 ayudantes, el otro grupo son 2 cuadrillas que están organizadas así: 1 oficial, 3 ayudantes, donde a la primera cuadrilla se le delega el trabajo de amarrar el acero de las vigas, la otra cuadrilla amarra el acero de viguetas, la segunda en poner la formaleta.

En el edificio La Colina, el personal de trabajo para realizar esta actividad fue de 2 maestros, 4 oficiales y 6 ayudantes, que se distribuyeron en: 1 maestro, 2 oficiales, 3 ayudantes. Las 2 cuadrillas trabajaron en conjunto, realizaban el amarre de los muros, después 1 se encarga de instalar la formaleta y la otra de amarrar el acero de placa. y la aplicación del concreto lo hacían en conjunto. El edificio Eskala. El grupo de trabajo es de 30 personas: donde hay 5 maestros, 3 oficiales y 22 ayudantes, que para efecto de desarrollar este capítulo se organizaron así las cuadrillas de trabajo: 3 cuadrillas conformadas por 1 maestro, 1 oficial, y 4 ayudantes; 2 cuadrillas de 1 maestro 1 oficial y 5 ayudantes. Las primeras cuadrillas se encargaron de hacer el amarre del acero principal de muros y placa. La segunda cuadrilla realiza el amarre de la malla electro soldada y de la ubicación de la formaleta metálica en su sitio conforme a los planos.

Viviendas. Para este tipo de edificaciones la cuadrilla de trabajo es diferente con respecto a las edificaciones grandes; esto se debe a que estas construcciones no son complejas con respecto a los edificios. Además para la construcción de la vivienda el personal no requiere de mucha experiencia, excepto el maestro, ya que es él quien tiene la obligación de llevar a cabo la construcción de la vivienda.

Para la Vivienda Cra 8C-55C. El frente de trabajo es de: 1 maestro, 2 oficiales y 1 ayudante. En este grupo de trabajo el maestro organizaba la ubicación del acero y toda la cuadrilla realizó la actividad de amarrar el acero de refuerzo ya sea en placa y columnas. Para la fundida de los elementos estructurales esto lo realizaban así: el ayudante mezclaba, los 2 oficiales llevaban mezcla y el maestro vertía el concreto para las columnas. En cuanto a la placa el maestro y los ayudantes aplicaban el concreto. Así era como trabajaban en esta edificación.

Vivienda Cll 55B-8B. El grupo de trabajo para esta obra estuvo conformado por 3 personas, que eran: 1 maestro, 1 oficial y 1 ayudante, el maestro era quien organizaba el trabajo del día, después toda la cuadrilla realizaba el trabajo en conjunto ya sea en amarre y fundida de los elementos de cimentación.

9.1.3 Mampostería

Tabla 3. Mano de obra en el capítulo de mampostería de las obras en estudio

EDIFICACIÓN	MAESTRO	OFICIAL	AYUDANTE
MÓNACO 28		1	1
REMANSO DE LAS NIEVES		1	1
PROVISOCIAL “LA COLINA		1	1
ESKALA ”		1	1
VIVIENDA CRA 8C - 55C		1	1
VIVIENDA CLL 55B - 8B		1	1

Fuente: Autores.

La Tabla 3. Se observa la mano de obra en el capítulo de mampostería, y la cuadrilla de trabajo es igual en todas las edificaciones en estudio, por esta razón se analizaron todas en conjunto y grupo de trabajo es 1 oficial y 1 ayudante.

9.1.4 Pañete

Tabla 4. Mano de obra en el capítulo de pañete de las obras en estudio

EDIFICACIÓN	MAESTRO	OFICIAL	AYUDANTE
MÓNACO 28		1	1
REMANSO DE LAS NIEVES		1	1
PROVISOCIAL “LA		1	1
ESKALA”		1	1
VIVIENDA CRA 8C - 55C		1	1
VIVIENDA CLL 55B - 8B		1	1

Fuente: Autores.

La Tabla 4. representa la mano de obra en el capítulo de pañete, la cuadrilla es igual en todas las edificaciones ya que en la realización esta actividad es conformada por 1 oficial y 1 ayudante, que se encargan de aplicar pañete rustico muro, pañete liso muro, pañete rustico placa.

9.2 RENDIMIENTO

El rendimiento en el capítulo de cimentación se evaluó únicamente en las viviendas ya que en el momento de realizar el seguimiento estas se encontraban ejecutando esta tarea, en comparación con los edificios los cuales ya habían realizado este capítulo. En general los rendimientos se analizan en 1 hora de trabajo y la cantidad de m² realizados en los capítulos de mampostería y pañetes, de m³ y Kg en los capítulos de cimentación y estructuras que realizan en este determinado tiempo.

Fórmula para hallar el rendimiento en 1 hora de trabajo se aplica la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \left(\frac{\text{cant. material}}{\text{unidad de tiempo}(H)} \right)$$

-Rendimiento: producción de mano de obra por hora

-Cant de material: material en obra

-Unidad de tiempo: se evalúa en 1 hora de trabajo

9.2.1 Cimentación y estructuras

Tabla 5. Promedio de los datos tomados en campo, en rendimiento de una hora cuadrilla en el capítulo de cimentación en las viviendas en estudio

VIVIENDA SOAQUIRA CII 55B-8B									
	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
CIMENTACION									
BASE EN RECEBO	m3	0.0324	1.00			9:15A.M	9:30A.M	0.25	0.130
CONCRETO ZAPATAS 3000 PSI	m3	0.392	1.00	1.00	1.00	1:15 P.M	1:30PM	0.25	1.566
CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION 3000 PSI	m3	0.740	1.00	1.00	2.00	9:00A.M	10:00AM	1.00	0.740
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 60000 PSI ZAPATAS	Kg	27.950	1.00	1.00		2:00PM	2:45PM	0.75	37.267
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VIG C	Kg	86.150	1.00	1.00	2.00	9:00AM	9:50AM	0.83	103.795
VIVIENDA SOAQUIRA Cra 8-55C									
	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
CIMENTACION									
BASE EN RECEBO	m3	0.032	1.00	1.00		7:30AM	7:47AM	0.28	0.116
CONCRETO ZAPATAS 3000 PSI	m3	0.461	1.00	2.00	1.00	8:10AM	8:27AM	0.28	1.647
CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION	m3	0.931	1.00	2.00	1.00	7:36AM	9:05AM	1.48	0.629
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 60000 PSI ZAPATAS	Kg	27.945	1.00	1.00		8:00AM	8:52AM	0.86	32.494
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VIG C	Kg	106.120	1.00	2.00	1.00	3:52PM	5:00PM	1.11	95.604

Fuente: Autores

En la Tabla 5. se analizó el capítulo de cimentación en las viviendas ubicadas en la CII 55B – 8B y Cra 8-55C, para el ítem de base en recebo y presento un rendimiento mayor en un 10,76% teniendo en cuenta que la mano de obra fue de 1 oficial y 1 ayudante, lo que influyo en el aumento fue la experiencia que tenía el ayudante en la construcción de otra casas y el conocimiento en el procedimiento, caso contrario que sucedía que el ayudante no posea el conocimiento necesario para esta labor. En el ítem de Concreto zapatas de 3000psi se observó una producción en mano de obra mayor en un 4,9% ya que realizo 0,46m2 con una cuadrilla de 1 maestro 2 oficiales y 1 ayudante, este aumento en el rendimiento se ve reflejado en el grupo de trabajo ya que cuenta con 1 oficial de más en comparación con la cuadrilla de 1 maestro, 1 oficial y 1 ayudante, también influye la hora en la toma de datos porque los trabajadores rinde más en las horas de la mañana.

Para el ítem de concreto en vigas de cimentación 3000psi la cuadrilla conformada por 2 maestros, 1 oficial y 1 ayudante represento un aumento del 15% porque hay 1 maestro de más, y se nota la experiencia que tiene el trabajador aportando agilidad en el trabajo; a pesar que la cuadrilla en la otra tiene un oficial de mas no rinde igual que tener un más maestro. Para el suministro y amarre de zapatas de 60000psi el grupo de trabajo es 1 oficial y 1 ayudante pero el rendimiento varia según la experiencia en la mano de incrementa un 12.8%. En cuanto al Suministro y amarre de acero de 37000 y 60000psi viga cimentación, esta actividad presenta un rendimiento mayor al tener un maestro de más en su cuadrilla de trabajo incrementando un 7.3% realizando el amarre de 86.15Kg, el rendimiento se ve afectado por la hora de trabajo ya que rinde más en las horas de la mañana y la experiencia que se tiene en la mano de obra.

Tabla 6 Promedio de tomados en campo, en rendimiento de una hora cuadrilla en el capítulo de estructuras en todas las edificaciones

VIVIENDA SOAQUIRA CII 55B-8B									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS	m3	0.875	1.00	1.00	2.00	7:20AM	5:00PM	8.66	0.101
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	169.410	1.00	1.00	2.00	7:25AM	5:00PM	8.58	19.745
VIGA CANAL EN CONCRETO 3000PSI IMPERMEABILIZADO	m3	0.321	1.00	1.00	2.00	11:10AM	11:35AM	0.41	0.783
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VG. CANAL	Kg	28.300	1.00	1.00	2.00	3:00PM	4:30PM	1.5	18.867
PLACA FACIL BLOQUELON E=30M 3000PSI	m3	12.267	1.00	1.00	2.00	12:00PM	4:00PM	4	3.067
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	1.272.700	1.00	1.00	2.00			85	14.973
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	255.300	1.00	1.00	2.00			1.16	220.086
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	0.700	1.00	1.00		11:50AM	12:20PM	0.5	1.400
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	72.100	1.00	1.00		7:15AM	12:30PM	5.25	13.733
VIVIENDA SOAQUIRA Cra 8-55C									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	0.850	1.00	2.00	1.00	7:20AM	5:00PM	8.66	0.098
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	67.430	1.00	2.00	1.00	8:00AM	3:00PM	6	11.238
PLACA FACIL BLOQUELON E=0.30M 3000PSI	m3	8.610	1.00	2.00	1.00	9:00AM	2:50PM	4	2.153
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	712.650	1.00	2.00	1.00	9:40AM	1:05PM	3.42	208.377
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	212.890	1.00	2.00	1.00			1	212.890
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	1.110	1.00	1.00				45	0.025
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	84.600	1.00	1.00		3:00PM	3:45PM	0.72	117.500
VIGA CANAL EN CONCRETO 3000PSI IMPERMEABILIZADO	m3	0.821	1.00	2.00	1.00	8:00AM	3:45PM	6.75	0.122
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VG. CANAL	Kg	54.980	1.00	2.00	1.00	9:35AM	10:40AM	1.0083	54.527
LA COLINA									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
ENTREPOSO PLACA MACIZA 3500PSI E=0.10 MTS	m3	12.900	6.00	4.00	2.00	07.00 p.m	9.45 p.m	2.75	
MUROS EN CONCRETO E=0.10 MTS	m3	11.600	6.00	4.00	2.00				8.909
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE PLACA	Kg	1508.800						5.9	255.729
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI DE MUROS	Kg	693.400	6.00	4.00	2.00			4	173.350
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 MURO	Kg	402.430	3.00	2.00	1.00			2.3	174.970
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 PLACA	Kg	460.900	3.00	2.00	1.00			1.8	256.056
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	1.230	1.00	1.00		02.00p.m	02.48p.m	0.8	1.538
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	114.560	1.00	1.00		9:30am	3:00pm	4.5	25.458
ESKALA									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
ENTREPOSO PLACA MACIZA 3500PSI E=0.10 MTS	m3	17.620							
MUROS EN CONCRETO E=0.10 MTS	m3	21.730	22.00	3.00	5.00	10.15am	3.30pm	5.25	7.495
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI MUROS	Kg	3880.560	8.00	2.00	2.00			18.67	207.850
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE PLACA	Kg	1861.210	8.00	2.00	2.00			7.6	244.896
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 PLACA	Kg	574.090	6.00	1.00	1.00			2.18	263.344
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 MURO	Kg	287.300	6.00	1.00	1.00			0.9	319.222
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	1.220	1.00	1.00		2:50pm	3:30pm	0.66	1.848
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE ESCALERA	Kg	121.190	1.00	1.00		11:00am	5:00pm	5	24.238
MONACO 28									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
COLUMNAS EN CONCRETO 4000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS	m3	5.420	2.00		5.00	PREMEZCLADOS			9
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	1274.900	2.00		5.00				27.5
PLACA ENTREPISO ALIGERADA EN ICOPOR 3500PSI	m3	29.780	2.00		5.00	07:15 a.m.	12:00PM	4.75	6.269
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	1366.500	2.00		5.00			30	45.550
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	168.100	2.00		5.00			1.5	112.067
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	0.831	1.00		1.00	7:20AM	7:56PM	0.6	1.385
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	108.900	1.00		1.00	8:00AM	3:00PM	8	13.613
REMANOS DE LAS NIEVES									
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MANO DE OBRA			TIEMPO			RENDIMIENTO
			AYUDANTE	OFICIAL	MAESTRO	H. INICIO	H. FIN	H.TOTAL	Cantidad/HC
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	19.4	8.00	3.00	1.00			14.5	1.338
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	1868.34	8.00	3.00	1.00			50.5	36.997
PANTALLAS CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	2	8.00	3.00	1.00			2	1.000
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PANTALLA	Kg	1397.09	8.00	3.00	1.00			8	174.636
PLACA ENTREPISO ALIGERADA EN ICOPOR 3000PSI	m3	78.5	8.00	3.00	1.00			10	7.850
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	10450.45	8.00	3.00	1.00			92	113.592
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	1266.800	5.00	2.00				7.2	175.944
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	1.16	1.00	1.00		7:10AM	8:30AM	1.33	0.872
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	99.8	1.00	1.00		7:12AM	12:30PM	4.28	23.318

Fuente: Autores.

La Tabla 6. representa el rendimiento de la cuadrilla de trabajo por 1 hora de labor en el capítulo de estructuras; analizando el ítem columnas en concreto 3000psi, altura menor a 3 m, en viviendas en una cuadrilla de trabajo de 2 maestros, 1 oficial y 1 ayudante fundieron 0,101m3/hora de trabajo este rendimiento se ve influenciado por la mano de obra, porque se distribuían el trabajo entre toda la cuadrilla, el oficial y ayudante realizaban la mezcla manual y ellos se la

alcanzaban a los maestro quienes eran finalmente quienes vertían el concreto dentro la formaleta. Este mismo ítem en edificios presenta un rendimiento de 1,338 m³/hora, si el grupo de trabajo es de 1 maestro, 3 oficiales y 8 ayudantes y se organizaban en grupos de trabajo y se les delegaba tareas a realizar, es importante tener en cuenta que el material es llevado a los pisos superiores con la ayuda de la pluma y para esta actividad se contrató personal para la manipulación de esta herramienta y fueron 2 personas las cuales no hacen parte de la cuadrilla de trabajo. En columnas en concreto 4000psi, altura menor a 3 m, se realizó 0,602m³/hora con una cuadrilla de 5 maestros y 2 ayudantes para efectuar el transporte del material fue con la ayuda de la pluma y el manejo de esta herramienta lo hizo 1 maestro, esto influencio en el rendimiento negativamente por que él estaba fijo realizando esta tarea.

En el ítem de muros en concreto e=0.10 m, y entepiso placa maciza 3500psie=0.10 m, estos ítems se evaluaron en un solo tiempo de fundida en muros y placa debido al sistema constructivo llamado sistema túnel, ya que en el momento de verter el concreto se hacen seguidos, donde funden parte y parte de la placa con ayuda de la motobomba, la cuadrilla de 2 maestros, 4 oficiales y 6 ayudantes su producción en mano de obra es 8,909m³/hora este rendimiento se presenta porque los maestros y ayudantes son capacitados y además tienen bastante experiencia en la construcción de este tipo de edificios con este sistema.

Para el suministro y amarre de acero de 37000 y 60000psi en columnas rendimiento es mayor en un 37% en los edificios en comparación con las vivienda ya que el personal que trabaja en los edificios la mayoría son capacitados y los maestros tiene su personal de trabajo, además en los edificios se presenta más control en la ejecución de actividades por parte del constructor, en las viviendas la cuadrilla de trabajo variaba por que el personal no era estable y experiencia era muy poca en comparación con el personal que laboraba en los edificios. Por otra parte una cuadrilla de 2 maestros, 1 oficial y 1 ayudante estos rendían 19,745Kg/hora, es buen rendimiento, pero la calidad en el trabajo no era el mejor porque al amarrar los flejes no lo hacían en las 4 esquinas.

En el suministro y amarre de acero de 37000 y 60000de muros la cuadrilla de 2 maestros, 2 oficiales y 8 ayudantes realizo 207,850Kg/hora ya que toda la cuadrilla se encargaba de realizar esta actividad y una cuadrilla de 2 maestros, 4 oficiales y

6 ayudantes obtuvo un rendimiento de 173,35Kg/hora a pesar que hay dos oficiales de más en comparación con la primera cuadrilla en estudio esta presento este rendimiento menor porque los maestros trabajaban parcialmente en esta actividad. En suministro y amarre de acero de 37000 y 60000psi acero de placa con una cuadrilla de 2 maestros, 4 oficiales y 6 ayudantes presento un rendimiento de 255,729Kg/hora.

En general para en el ítem de estructuras se presenta un mayor rendimiento en los edificios en un en comparación con las vivienda ya que en los edificios se cuenta con mayor personal para la ejecución de las actividades además tienen mano de obra calificada en los maestro y algunos oficiales esto aporta en el proceso constructivo ya que se les va facilitar realizar la actividad, esto se relaciona con la experiencia brinda habilidad y agilidad durante la ejecución de la obra; en las viviendas el personal no cuenta con la mucha experiencia en este campo.

9.2.2 Mampostería

Para los rendimientos tomados en obra en el capítulo de mampostería se analizó la cantidad de m² de bloque N°5, bloque N°4, ladrillo tolete común realizados durante una hora de trabajo con una cuadrilla de 1 maestro y 1 oficial ya que la mano de obra se conservó estándar para todas las obras y se contabilizaron las unidades de mampostería usados por m² en las diferentes obras de construcción en estudio.

Tabla 7 .Promedio de los datos tomados en campo, rendimiento de una hora cuadrilla en el capítulo mampostería de las obras en estudio.

	MAMPOSTERIA					
UNI MAMPOSTERIA	REMANSO DE LAS NIEVES	MONACO 28	ESKALA	LA COLINA	CASA SOAQUIRA CLL 55B-8B	SOAQUIRA CRA 8C-55C
BLOQUE N° 4 e=0,10m	3,287m ²	3,418m ²		3,215m ²		2,819m ²
BLOQUE N° 5 e=0,12m			4,112m ²		3,720m ²	
LADRILLO COMUN e=0,006m					0,840m ²	0,882m ²
LADRILLO SANTA FE		1,045m ²				

Fuente: Autores.

En la tabla 7 se analiza en el ítem de mampostería en bloque N°4 que la mayor cantidad de m² realizados en una hora, se presentó en los edificios con una diferencia de rendimiento del 12,161% lo que equivale a una cantidad de 3,306 m², respecto a la vivienda. En el ítem de bloque N°5 se obtuvo un aumento en el rendimiento de 9,489% respecto a la vivienda. Con respecto al análisis se observa que el rendimiento fue alto en los edificios, esto se debe a varios factores como la experiencia del trabajador, organización en la disposición de material, mano de obra calificada, se contaba con un almacenista y residente de obra en cada una de las edificaciones, excepto en el edificio remanso de las nieves ya que no se contaba con un residente, pero el director de la obra realizaba tres visitas a la semana lo cual permitió tener un control parcial en la ejecución de este ítem.

En cambio en las viviendas el rendimiento de bloque N°4 y bloque N°5 es menor ya que en la casas no se cuenta con un ingeniero residente, solo se contaba con un maestro general en la obra, también los maestros que realizaban esta actividad eran personas de edad, no se contaba con una programación de obra. Por otra parte el bloque N°4 tiene un alto rendimiento debido a que su peso y su espesor es menor lo que facilita la producción de mano de obra en la puesta de estas unidades respecto al bloque N°5. Igualmente en el ladrillo común de la vivienda ubicada en CII 55B-8B se incrementó 4,762%, se presentó este incremento porque la experiencia del ayudante.

9.2.3 Pañetes

Los rendimientos tomados en campo en cuanto al capítulo de pañetes se tuvo en cuenta la cantidad de m² que realiza una cuadrilla durante una hora en pañetes rustico muro, pañete liso muro, pañete liso bajo placa, pañete rustico bajo placa y filo. Los datos tomados en campo en el capítulo de pañetes son:

Tabla 8. .Promedio de los datos tomados en campo, rendimiento de una hora cuadrilla en los capítulos de pañetes en las obras en estudio

PAÑETES	PAÑETES					
	REMANSO DE LAS NIEVES	MONACO 28	ESKALA	LA COLINA	CASA SOAQUIRA CLL 55B-8B	CASA SOAQUIRA CRA 8C-55C
PAÑETE LISO MURO	13,208m ²	13,465m ²	13,460m ²	13,515m ²	12,19m ²	12,373m ²
PAÑETE RUSTICO MURO	6,434m ²	5,616m ²	6,085m ²	5,91m ²	5,325m ²	5,130m ²
PAÑETE RUSTICO BAJO PLACA					4,350m ²	3,983m ²
PAÑETE LISO PLACA					6,583m ²	6,170m ²
FILOS	2,40ml	2,42ml	2,30	2,35ml	2,32ml	2,40ml

Fuente: Autores.

La Tabla 8 se observa la cantidad de m² realizados durante una hora de trabajo en el capítulo de pañete. Con respecto a la tabla se analiza que los edificios presentaron un aumento de rendimiento en pañete liso muro de 8,365%, lo que equivale a 13,412m², respecto a las viviendas. En cuanto a pañete rustico muro se incrementó 12,181%, lo que representa 6,011m² respecto a las viviendas.

Con respecto a lo anterior se analiza que se obtuvo un rendimiento alto en los edificios en el capítulo de pañetes ya que para la realización de esta actividad se contó con la cuadrilla de 1 oficial y 1 ayudante y el tipo de contrato era por tarea realizada lo que ayuda a aumentar el rendimiento debido a que el trabajador se verá beneficiado por la cantidad de m² ejecutados. Cabe resaltar que la producción de mano de obra incrementa o disminuye dependiendo de la

organización del trabajo teniendo en cuenta que en el edificio Remanso de las nieves cada oficial contaba con un ayudante quien se encargaba de alcanzarle la mezcla al oficial de esta manera se ve un incremento en el rendimiento, caso contrario lo que sucede en el Edificio Mónaco 28, el ayudante mezclaba y cada oficial tenía que cargar el balde de mortero; También el nivel de conocimiento que se tiene sobre la actividad, genera un alto grado de eficiencia en su labor y la experiencia que tiene la persona en el tema. En cambio el rendimiento es menor en las viviendas por la razón que no se cuenta con un ingeniero residente para que esté pendiente de la disposición del material. Respecto al ítem de pañete bajo placa presenta un bajo rendimiento en comparación con los demás ítems porque al trabajador al momento de aplicar el mortero tiene gran dificultad para obtener un buen agarre de la placa con el mortero.

9.3 DESPERDICIO

Es importante tener en cuenta en la construcción de edificios, vivienda y demás, la pérdida de material para cualquier actividad que se fuese a ejecutar, con el fin de tener un control de materiales, de tal manera que la pérdida sea mínima o que no se presente desperdicio, ya que esto genera pérdidas económicas al constructor y afecta el presupuesto general de la edificación. Por esta razón es la importancia de hacer una revisión continua a las actividades en ejecución para hacer llevar el control de las cantidades, los materiales calculados con los que se usaron en la obra, aunque hay actividades que generan más desperdicio que otras, como son pañetes, este presenta un alto desperdicio por su modo de colocación, En la parte de concretos presento menos desperdicio ya que este material está más controlado. Para hallar el porcentaje de desperdicio en las obras se realizó una relación entre material en obra y las cantidades calculadas en planos, con el fin de hallar el material desperdiciado para cada capítulo.

Ecuación para hallar el porcentaje de desperdicio:

$$\%Desperdicio = \left(\left(\frac{Mat. en obra}{Mat. teórico} \right) - Mat. teórico \right) * 100$$

% desperdicio: porcentaje de material que se pierde

Mat. en obra: es la cantidad de material que se usa para una actividad.

Mat. Teórico: es la cantidad de calculado en planos

9.3.1 Cimentación y estructuras

En el capítulo de cimentación y estructuras se midió en el número de carretilladas y baldes utilizados para la fundida de cada elemento estructural teniendo en cuenta que el material mezclado para las viviendas se realizaba manualmente con la ayuda de la herramienta menor, un factor que influye en la toma de datos es que los baldes de mezcla no los llenaban completamente se dejaban de 2 a 3 cm por debajo del nivel y las carretillas se llenaban con 8 baldes de material así se cuantifico el material para esta actividad en las viviendas.

Tabla 9. Herramienta menor para cuantificar el material en obra.

HERRAMIENTA MENOR	UNIDAD	
	m3	L
CARRETILLA	0,087	
BALDE	0,010	
VOLUMEN CANECA		18,9

Fuente: Autores

La tabla 9 explica la herramienta menor con las que se realizaron las medidas de material en obra y con estos elementos los trabajadores miden las proporciones para realizar la mezcla, ya sea de concreto o mortero.

Tabla 10. .Promedio de los datos tomados en campo, de desperdicio en el capítulo de cimentación en las viviendas.

VIVIENDA SOAQUIRA CII 55B-8B				
	UNI	MATERIAL		%DESPE
		MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	
CIMENTACION				
BASE EN RECEBO	m3	0,0324	0,0320	1,25
CONCRETO ZAPATAS 3000 PSI	m3	0,392	0,384	1,95
CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION 3000 PSI	m3	0,740	0,708	4,52
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 60000 PSI ZAPATAS	Kg	27,950	27,936	0,05
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VIG C	Kg	86,150	84,112	2,42
VIVIENDA SOAQUIRA Cra 8-55C				
	UNI	MATERIAL		%DESPE
		MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	
CIMENTACION				
BASE EN RECEBO	m3	0,03	0,03	1,25
CONCRETO ZAPATAS 3000 PSI	m3	0,46	0,45	2,92
CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION	m3	0,93	0,90	3,94
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 60000 PSI ZAPATAS	Kg	27,95	27,94	0,03
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VIG C	Kg	106,12	103,73	2,30

Fuente: Autores

La Tabla 10 muestra el capítulo de cimentación en el ítem de recebo lo cual presento un desperdicio de 4,732% para 0,0123m³/hora, lo que indica que se desperdició 0,0016m³ de material; este porcentaje no es muy alto ya que no hubo una pérdida de material muy significativa, esto se debe a que en la excavación de la zapata les quedo 1cm de diferencia entre lo calculado y lo realizado.

En el ítem de zapatas con dimensiones de 80x80cm de 3000psi se obtuvo un desperdicio de 9,128% lo que equivale a 0.146m³ de mezcla para 1,606m³ de concreto. Se presentó esta pérdida de material significativa porque para realizar la mezcla de concreto se realizó manualmente para luego transportarla a la carretilla y después era volcada en la zapata; este traslado de material produce el desperdicio de material.

En las vigas de cimentación de 3000psi con secciones de 30x30cm se obtuvo una pérdida de material de 3,592% para 0,684m³, se presentó este desperdicio ya que al verter el concreto en la viga se pierde material porque muchas veces éste cae por fuera de la formaleta generando desperdicio. Además los trabajadores no cumplen con las dimensiones de las vigas, ya que algunas quedaron con medidas por encima o por debajo de lo establecido en el plano. Respecto al suministro y amarre de acero de 60000psi para zapatas se realizó 34,880kg de acero en una hora, lo cual presento un desperdicio de 0.052%. Este ítem presento poco desperdicio ya que las medidas para el acero de la zapata son de 1,20m y la varilla que se llevó a la obra fue de 6m; con esto salen los cortes de 5 varillas con poco desperdicio. Para el Suministro y amarre de acero de 37000 y 60000psi para

las vigas de cimentación se obtuvo una pérdida de material 2,496% para 99,699m3 de concreto, el desperdicio es notable ya que el acero principal de las vigas se figuraban en campo, lo cual presenta un alto rendimiento.

Tabla 11.Promedio de los datos tomados en campo de desperdicio en capítulo de estructuras para los todas la edificaciones en estudio

VIVIENDA SOAQUIRA CII 56B-8B					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	0.835	0.875	0.835	4.81
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	164.931	169.410	164.931	2.72
VIGA CANAL EN CONCRETO 3000PSI IMPERMEABILIZADO	m3	0.313	0.321	0.313	2.51
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VG CANAL	Kg	27.781	28.300	27.781	1.87
PLACA FACIL BLOQUELON E=30M 3000PSI	m3	11.840	12.267	11.840	3.61
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	1269.436	1272.700	1269.436	0.26
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	253.200	255.300	253.200	0.83
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	0.690	0.700	0.690	1.45
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	71.036	72.100	71.036	1.50
VIVIENDA SOAQUIRA Cra 8-65C					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	0.828	0.850	0.828	2.66
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	66.948	67.430	66.948	0.72
PLACA FACIL BLOQUELON E=0.30M 3000PSI	m3	8.305	8.610	8.305	3.67
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	708.128	712.650	708.128	0.64
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	211.000	212.890	211.000	0.90
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	1.078	1.110	1.078	3.02
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	83.496	84.600	83.496	1.32
VIGA CANAL EN CONCRETO 3000PSI IMPERMEABILIZADO	m3	0.805	0.821	0.805	1.99
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI VG CANAL	Kg	64.396	64.980	64.396	1.07
LA COLINA					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
ENTREPISO PLACA MACIZA 3500PSI E=0.10 MTS	m3	12.894			
MUROS EN CONCRETO E=0.10 MTS	m3	10.764	24.500	23.658	3.56
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE PLACA	Kg	1502.672	1508.800	1502.672	0.41
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI DE MUROS	Kg	685.935	693.400	685.935	1.09
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 MURO	Kg	401.660	402.430	401.660	0.19
MALLA ELECTROSOLDADA Q5 PLACA	Kg	459.040	460.900	459.040	0.41
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	1.213	1.230	1.213	1.44
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	113.280	114.560	113.280	1.13
ESKALA					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
ENTREPISO PLACA MACIZA 3500PSI E=0.10 MTS	m3	17.275			
MUROS EN CONCRETO E=0.10 MTS	m3	21.629	39.350	38.905	1.14
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI MUROS	Kg	3867.896	3880.560	3867.896	0.33
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE PLACA	Kg	1849.624	1861.210	1849.624	0.63
MALLA ELECTROSOLDADA Q6 PLACA	Kg	573.800	574.090	573.800	0.05
MALLA ELECTROSOLDADA Q6 MURO	Kg	286.900	287.300	286.900	0.14
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	1.213	1.220	1.213	0.62
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ACERO DE ESCALERA	Kg	120.000	121.190	120.000	0.99
MONACO 28					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
COLUMNAS EN CONCRETO 4000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS. CON MEZCLADORA	m3	5.227	5.420	5.227	3.69
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	1272.427	1274.900	1272.427	0.19
PLACA ENTREPISO ALIGERADA EN ICOPOR 3500PSI	m3	28.926	29.780	28.926	2.95
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	1361.857	1366.500	1361.857	0.34
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	167.661	168.100	167.661	0.26
ESCALERAS MACIZA 3500PSI	m3	0.822	0.900	0.822	9.49
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	107.352	108.900	107.352	1.44
REMANSOS DE LAS NIEVES					
ESRUCTURAS	UNI	CANT	MATERIAL		
			MAT. EN OBRA	MAT. TEORICO	%DESPE
COLUMNAS EN CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	18.480	19.4	18.48	4.98
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI COL.	Kg	1860.192	1868.34	1860.192	0.44
PANTALLAS CONCRETO 3000PSI. ALTURA MENOR A 3 MTS.	m3	1.800	2	1.8	11.11
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PANTALLA	Kg	1388.568	1397.09	1388.568	0.61
PLACA ENTREPISO ALIGERADA EN ICOPOR 3000PSI	m3	77.000	79.5	77	1.95
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI PLACA	Kg	10444.298	10450.45	10444.298	0.06
MALLA ELECTROSOLDADA Q5	Kg	1265.4	1266.800	1265.4	0.11
ESCALERAS MACIZA 3000PSI	m3	1.149	1.24	1.1485	7.97
SUMINISTRO Y AMARRE DE ACERO DE 37000 Y 60000PSI ESCALERA	Kg	98.448	99.8	98.448	1.37

Fuente: Autores.

Según la tabla 11 para Columnas de dimensiones 30x30cm en concreto 3000psi, altura menor a 3m, presentó un desperdicio 0,431% para una cantidad de

0,100m³. Esta pérdida no es muy considerable, teniendo en cuenta que esta se obtuvo en el momento de verter el concreto en la columna debido a que los trabajadores no ajustan bien la formaleta, en cuanto al Suministro y Amarre de Acero de 37000 Y 60000psi de columna, en una hora se realizó 15,492kg y se obtuvo un desperdicio de 0,218% en el acero; esta pérdida no es muy significativa ya que el acero lo optimizan haciendo cortes de tal manera que la pérdida sea mínima por varilla. Por otra parte el ítem de Placa fácil bloquelon e=0,30m de 3000psi, presento un desperdicio de 0,910% para una cantidad de 2,610m³ de concreto, esta pérdida se pudo presentar por la colocación de formaletas ya que estas pueden quedar mal cuadradas. En el Suministro y Amarre de Acero de 37000 Y 60000psi de la placa se realizan 2,610m³ de material, se obtuvo un desperdicio de 0,910% lo que equivale a 0,023m³, este desperdicio se presentó por que los cortes de las varillas no son fáciles de sacar de una varilla esto va conformando el desperdicio.

En el ítem de la Viga canal en concreto 3000psi impermeabilizado se realizó 0,452m³ para esta cantidad se presentó un desperdicio de 3,212%; esta pérdida se obtuvo porque al vaciar el concreto con la carretilla en la sección del elemento se pierde material ya que este cae por fuera del elemento. En el Suministro y Amarre de Acero de 37000 y 60000psi para la viga canal se obtuvo un desperdicio 1,155%.

En el ítem de placa de entrepiso aligerada en icopor 3000psi en una hora se realizó 7,850m³ donde se obtuvo un desperdicio de 0,19%, este desperdicio se presentó porque al fundir la placa la cuadrilla de trabajo primero tenía que verter el concreto de la empresa de premezclados en un cajón metálico en el primer piso y es llevado a pisos superiores por medio de la pluma para después ser puesto en la placa y las columnas para los pisos superiores al 6 piso.

El ítem de placa maciza de 3500psi y muros en concreto e=0,10m en una hora se hizo 7,495m³ teniendo un desperdicio de 0,22%. Esta pérdida se presentó porque al vaciar los muros y placas con la mezcladora y es traído el concreto en volquetas y es vertiendo en un cajón metálico en el primer piso y luego es llevado a pisos superiores por medio de una motobomba para luego ser puesto en cada elemento. En el ítem de placa de entrepiso aligerada en icopor 3500psi se obtuvo una

pérdida de material de 0,09% para 6,116m³ de concreto, este desperdicio no es tan significativo.

En general en el ítem de estructuras las viviendas presentaron un porcentaje de desperdicio alto en concreto en comparación con los edificio porque la mezcla se realizaba manualmente con ayuda de la herramienta menor como: carretilla, palas y canecas, esta se realizaba en la vía para luego transportarla a la carretilla y después era volcada a cada elemento estructural, este traslado de material produce desperdicio, también al momento de verter el concreto dentro del elemento estructural se pierde mezcla ya que el ayudante no tenía precaución en el momento de vaciar y este caía fuera del elemento. En cambio en los edificios el desperdicio es menor ya que el concreto lo piden en la empresa premezclados.

9.3.2 Mampostería

Tabla 12. Promedio tomado en campo de desperdicio de mortero en el capítulo de mampostería.

BLOQUE N° 4	REMANSO DE LAS NIEVES	MONACO 28	ESKALA	COLINA	CASA SOAQUIRA CLL 55B-8B	CASA SOAQUIRA CRA 8C-55C
CANTIDAD DE m ²	3,287m ²	3,418m ²		3,215m ²		2,891m ²
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA	0,077m ³	0,076m ³		0,071m ³		0,066m ³
MATERIAL TEÓRICO	0,073m ³	0,073m ³		0,067m ³		0,061m ³
%DESPERDICIO	5,46	5,08		6,19		7,18
BLOQUE N° 5						
CANTIDAD DE m ²			4,11m ²		3,72m ²	
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA			0,086m ³		0,083m ³	
MATERIAL TEÓRICO			0,081m ³		0,078m ³	
%DESPERDICIO			5,79%		7,05%	
LADRILLO TOLETE COMUN						
CANTIDAD DE m ²					0,877m ²	0,882m ²
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA					0,099m ³	0,070m ³
MATERIAL TEÓRICO					0,056m ³	0,043m ³
%DESPERDICIO					8,03%	4,89%
LADRILLO SANTA FE						
CANTIDAD DE m ²		1,045m ²				
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA		0,034m ³				
MATERIAL TEÓRICO		0,031m ³				
%DESPERDICIO		9,46				

Fuente: Autores.

Para calcular el mortero se evaluó la cantidad de baldes de mortero utilizado según los m² de mampostería ejecutados, teniendo en cuenta que los baldes no se llenan completos, se dejaron 3 cm por debajo del borde teniendo un volumen

de 0,010m³ de material. También se contabilizó el número de unidades de mampostería que se utilizaron por m² realizados durante una hora, con el fin de hallar el desperdicio de éste.

En la Tabla 12 con los resultados obtenidos se pudo analizar que en las edificaciones en estudio el menor desperdicio de mortero en bloque N°4 se presentó con el 5,08% para una cantidad de 3,418m², esto equivale a 0,003m³ de mezcla, este desperdicio se dio por la experiencia del maestro y la mano de obra calificada esto permitía tener una optimización en los materiales, también el control por parte del ingeniero residente y el almacenista que ayudaba a que no se presentara pérdidas en el material; el mayor porcentaje de desperdicio fue el 7,18% para 2,891m² este porcentaje corresponde a 0,005m³ de mortero, este desperdicio se genera cuando el maestro coloca las unidades de mampostería al aplicar la mezcla sobre este perdía material ya que esta caía al suelo, también por falta de control por parte de personal capacitado.

Con respecto al bloque N°5 se presentó un menor porcentaje de material desperdiciado con el 5,79% para 4,11m², y el mayor fue la Vivienda con 7,05% para una cantidad de 3,72m²; y pérdida de mezcla de 0,005m³. En cuanto al ladrillo común el mayor porcentaje se presentó en las viviendas con 8,03%, esto equivale 0,043m³ para 0,877m². En ladrillo Santa Fe tuvo 9,46% esto es 0,003m³.

El grupo de trabajo en el capítulo de mampostería es la cuadrilla AA, al analizar los datos se deduce que los mayores porcentajes de desperdicios se presentaron en las viviendas, ya sea en bloque N°4, bloque N°5 y ladrillo común debido a que no hubo un ingeniero residente que controlara el material, no contaron con un almacenista para que registrara la entrada y salida de material, además el personal no optimiza los materiales durante la mezcla y la ejecución de esta labor

Tabla 13. Promedio de los datos tomados en campo de desperdicio de las unidades de mampostería

BLOQUE N 4 E=0,10	REMANSO DE LAS NIEVES	MONACO 28	ESKALA	COLINA	VIVIENDA CLL 55B-8B	VIVIENDA CRA 8C - 55C
CANTIDAD DE m2	3,287m2	3,418m2		3,215m2		2,891m2
TEORICO UNIDAD	47	47		46		40
OBRA UNIDAD	44	44		42		37
DESPERDICIO UNIDAD	3	2		3		3
BLOQUE N 5 E=0,12			4,11m2		3,72m2	
TEORICO UNIDAD			58		53	
OBRA UNIDAD			55		49	
DESPERDICIO UNIDAD			3		4	
LADRILLO COMUN E=0,06					0,877m2	0,882m2
TEORICO UNIDAD					48	50
OBRA UNIDAD					45	49
DESPERDICIO UNIDAD					3	1
LADRILLO SANTA FE		1,045m2				
TEORICO UNIDAD		36				
OBRA UNIDAD		33				
DESPERDICIO UNIDAD		3				

Fuente: Autores

En la tabla 13. se presenta el desperdicio por unidades de mampostería, el material teórico se obtuvo por planos y el material en obra se calculó en campo contando el número de unidades que se iban por los m² realizados. En bloque N°4 el desperdicio fue de 3 unidades en promedio de todas las edificaciones con respecto al bloque N°5 las unidades de bloque que sobraron fueron 4 en la Vivienda y en el edificio fue 3 unidades. En ladrillo común el mayor desperdicio lo presentó Vivienda con 3 unidades y el menor lo tuvo la; en ladrillo Santa fe sobraron 3 unidades en 1,05m².

En general se utilizaron más unidades de mampostería en planos porque al realizar el cálculo de estas unidades se realizaron con 1 centímetro de mortero, pero en obra se observó que el mortero de pega era de 2 centímetros, por esta razón hay mayor cantidad de unidades en el cálculo teórico generando desperdicio, aunque al colocar las unidades los maestros aplicaban mortero solo horizontalmente y verticalmente era muy poco lo que aplicaban, esto influye en la cantidad de unidades usadas en obra..

9.3.3 Pañete

En el capítulo de pañete para la aplicación el espesor que se deja para pañete rústico muro en las diferentes obras que estudiamos es de aproximadamente de 1.5 a 2cm y para pañete rústico bajo placa es de 2.5 a 3.0cm; en la aplicación del pañete hay esperar de 5 a 10 minutos y luego se pasa la boquilla para nivelar, en esta actividad el material cae al suelo este se recoge y es vertido a la mezcla original para ser reutilizado, Para analizar el porcentaje de desperdicio de estos ítems se tuvo en cuenta el material utilizado en la obra en la cual se analizó por la cantidad de baldes usados.

Tabla 14. Promedio de los datos tomados en campo de desperdicio en los capítulos de pañetes, para las obras en estudio.

PAÑETES						
PAÑETE RUSTICO MURO	REMANSO DE LAS NIEVES	MONACO 28	COLINA	ESKALA	VIVIENDA CLL 55B-8B	VIVIENDA CRA 8C-55C
CANTIDAD ENm2 e=1,5CM	13,208m2	13,465m2	13,460m2	13,515m2	12,19m2	12,373m2
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA m3	0,113m3	0,096m3	0,104m3	0,106m3	0,094m3	0,091m3
MATERIAL TEORICO m3	0,097m3	0,084m3	0,089m3	0,091m3	0,080m3	0,077m3
%DESPERDICIO	16,98%	14,40%	16,42%	16%	16,88%	18,34%
PAÑETE RUSTICO BAJO PLACA						
MATERIAL EN OBRA DE MEZCLA					0,103m3	0,103m3
MATERIAL TEORICO					0,087m3	0,080m3
%DESPERDICIO					18,24%	20,52%

Fuente: Autores.

Tabla 14 Muestra el promedio de los desperdicios en capítulo de pañetes, al analizarla edificación que presentó menor desperdicio en el pañete rústico muro en los edificio con el 15,945% esto representa en m³ 0,015m³, las viviendas presentaron un alto desperdicio que fue el 17,610% y equivale a 0,014m³, la mano de obra de los edificio para este resultado se debe a la presencia del Ingeniero residente quien tuvo a su cargo el control del material para efectuar la actividad y la experiencia adquirida a través de los años de los maestros, en cuanto a la vivienda este desperdicio fue mayor por falta de control en los materiales y optimización en los recursos.

En general todas las edificaciones realizaban el mismo procedimiento de aplique de mortero. Este capítulo tuvo un alto desperdicio porque no se presentaba un buen agarre entre la superficie y el pañete, se observó que una gran cantidad de pañete que se aplicaba se caía al suelo, luego se recogía y se volvía a mezclar para reutilizarlo. Esta práctica no es recomendable ya que el concreto que cae al piso pierde sus propiedades porque está en contacto con material contaminado.

9.4 COMPARACIÓN DE ALGUNOS ÍTEMS DE LOS CAPÍTULOS ESTRUCTURAS Y MAMPOSTERÍA

Para la evaluar los costos en las edificaciones no fue posible realizarla en todas las construcciones, ya que se necesitaba los análisis de precios unitarios de cada obra para realizar el trabajo de investigación. Para adquirir estos datos el director de obra no suministro esta información porque esta hace parte de su trabajo y es información confidencial, excepto el Arquitecto German Espinel directo de la obra de edificio Monaco 28 facilito la información parcialmente en los capítulo mampostería y estructuras con este material de trabajo se evaluaron los costos con los datos obtenidos en campo y los suministrados.

Esto investigación se enfocó en comparar únicamente el material y mano de obra en los análisis de precios unitarios como: mortero, acero, concreto, unidades mampostería.

Ver anexos L, M, N, O, con esta información registrada se analizan las actividades de muro en ladrillo prensado liviano santa fe $e=0.12$ m, donde se utilizaron 36 ladrillos y se usó $9,46\text{m}^3$ de mortero en 1 m^2 de colocación de esta unidad de mampostería, los análisis de precios unitarios están con 58 ladrillos, $0,03\text{ m}^3$, con esta información se estaría optimizando la cantidad de ladrillos ya que se usan menos en obra, pero el mortero está muy elevado, todo esto se ve reflejado en el aumento de dinero $8962\text{\$}$, por encima del análisis de precios.

En los ítems de muro en bloque no.4 $e=0.09$ m se presentó un aumento de costos y de material en general y afecta directamente a los costos.

En estructuras se observa que se incrementa el costo por la mano de obra ya que estas presentan un rendimiento y esto incrementa un costo.

10 AFECTACIÓN AMBIENTAL CAUSADO POR LOS DESECHOS

Todas las obras generan desechos la diferencia está en el manejo que cada construcción le da para su destino final. El factor ambiental que más afectan estos residuos son: al suelo y a la flora, debido al manejo de su destino final, teniendo en cuenta que estos desechos están compuestos por materiales como envase de botellas, residuos de cemento, acero, madera, cartón por lo tanto todos estos elementos afectan el suelo negativamente, ya que los materiales no se descomponen rápidamente, contaminando el medio ambiente. En cuanto a la afectación de la flora es negativa ya que en el lugar donde se depositan estos residuos no van a permitir que viva ningún tipo de planta. Otro factor que afecta estos desechos es a la comunidad debido a que en el proceso de construcción los desechos caen en el área de la edificación vecina lo cual genera molestias e incomodidad a sus habitantes.

IDENTIFICACIÓN DE LA ETAPA DEL PROYECTO

Para identificar la etapa del proyecto se analiza desde el tiempo en que se realizó la primera visita con el fin de identificar las actividades que se estaban efectuando en los diferentes proyectos ubicados en la ciudad de Tunja , La colina: Ubicado en la zona Nor-Occidental de Barrio Soaquira, junto a la Av.Norte, Eskala: Diagonal 38 # 12-132, Monaco 28: Situado Barrio Maldonado, Remanso de las nieves: ubicado en el barrio las Nieves, y las viviendas ubicadas en el barrio Soaquira Cll 55B-8B y Cra 8-55C.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

En las tareas de cimentación, estructuras, mampostería y pañetes se definieron las actividades que generan afectaciones ambientales relacionadas con la generación de desechos.

Tabla 15 Identificación de actividades por capitulo.

Actividad	Capitulo
Transporte de material	Cimentación, estructuras Mampostería y pañete
Manipulación de maquinaria	Cimentación, estructuras Mampostería y pañete
Remoción de escombros	Cimentación, estructuras Mampostería y pañete
Excavación manual	Cimentación,

Fuente: Autoras

10.1 IDENTIFICACIÓN DE AFECTACIONES

Se evaluaron según las actividades que se estaban ejecutando

Tabla 16 Identificación de afectaciones

	IMPACTO	IMPACTO
FACTOR	NEGATIVO	POSITIVO
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a la capa vegetal causado por excavaciones y movimiento de tierra. • Generación material sobrante. 	
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> • Con el desarrollo del proyecto genera vertimientos. 	
FLORA	<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de la cobertura vegetal 	
FAUNA	<ul style="list-style-type: none"> • pérdida de hábitat de especies. • Desplazamiento de especies afectadas. 	
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Traslado y disposición de materiales generan afectaciones por contaminación aire y gases 	
COMUNIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de los modos de vida. • Conflicto social. 	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta temporal del empleo.

Fuente: Autores

En la tabla 30 se indica cuales con las afectaciones ambientales que genera los desechos de las obras civiles de construcción a los factores ambientales relevantes.

Ver anexo S Matriz de afectaciones ambientales

10.2 COSTOS MATERIAL SOBRENTE

REMANSO DE LAS NIEVES: el Edificio Remanso de las Nieves fue una construcción de nueve pisos con apartamentos cómodos, ubicado en el barrio las Nieves del municipio de Tunja. Empezamos a hacerle el estudio el día 27 de diciembre del 2013. Para esa fecha la obra iba en el piso sexto en el capítulo de estructuras. Encontramos que el material de desechos que se encontraban en la obra era principalmente el producido por la actividad de estructuras y los materiales usados fueron: icopor, acero madera, cemento, plástico los cuales almacenaban en el primer piso de la edificación. Después de terminar toda la parte estructural del edificio se tuvo un almacenamiento de material en el cual se retiraron 4 viajes de desechos.

Cuando la obra se encontraba en el piso quinto de la realización del capítulo de mampostería los residuos eran: cemento, cartón, botellas plásticas, madera, bloque y tierra. El día 29 de mayo del 2014 se retiraron 3 viajes de residuos; cuando se terminó la actividad de mampostería se retiró una volqueta de desechos. Estos desechos son llevados a la vereda Tras del Alto en el municipio de Tunja con el fin de realizar un relleno en una mina de explotación de piedra

MONACO 28: El Edificio Mónaco 28 está es una obra de nueve pisos destinados a apartamentos, ubicado en el municipio de Tunja. El día 8 de Noviembre 2013 se realizó la primera visita y la obra se encontraba en el piso cuarto en estructuras. Los escombros que se encontraban en este ítem eran madera, alambre, plástico, algunos pedazos de icopor y un porcentaje mínimo de acero, el edificio tuvo un lugar de almacenamiento de material de desechos en el primer piso de la edificación; después de terminar toda la parte estructural de la obra, el día 27 de enero del 2014 se retiraron 4 viajes de ese material. Cuando la obra estaba en el capítulo de mampostería los desechos que se encontraban eran recortes de ladrillo, bloque, tierra, cemento y cartón. Después de terminar esta actividad se retiraron 2 viajes de material. Este material sobrante es llevado al relleno sanitario

ubicado en la ciudad de Tunja; el costo del transporte de este material es de \$90.000 por viaje; hasta la fecha el costo total del material es de \$ 540.000. La cantidad es de 42m³ que es el desperdicio total de la obra.

ESKALA: la empresa Provisocial construyo un edificio denominado La Colina el cual está ubicado en el barrio Soaquira; el sistema estructural que se utilizó esta obra es de muros de carga y el modo constructivo es un sistema túnel. El manejo de los desechos lo realizaron de una manera muy adecuada ya que en esta edificación el desperdicio lo seleccionaron según el tipo de material: madera, acero, residuos de mampostería y pañetes, para después vender el acero como chatarra.

En los últimos 2 meses se sacaron 5 viajes de desechos entre los que se encontraban recortes de ladrillo, restos de madera y otros y esos escombros fueron llevados al relleno sanitario ubicado en la ciudad de Tunja. El costo de transporte es un aproximado ya que las volquetas son propias y pagan el viaje como tal, este costo es por mantenimiento

COLINA: En cuanto al material sobrante de esta edificación no se tenía un control ya que esta constructora cuenta con volquetas propias y no manejaban un cronograma de recolección de residuos, esto se recogían cada vez que era conveniente se sacaron en el capítulo de estructura, mampostería ya que estos se estaba ejecutando a la vez se sacaron residuos de ladrillo, madera, acero a los 3 meses de ejecución de estas actividades, y en total con el capítulo de pañetes se transportaron 10 viajes de escombros que incluía material de excavación por esto se realiza el número de viajes y esto fueron llevados a la escombrera municipal y el costo de transporte es un aproximado ya que las volquetas son propias y pagan el viaje como tal, este costo es por mantenimiento

VIVIENDAS los desechos en la vivienda se los llevaron a la escombrera del municipio y se realizó en un solo día ya cuando se tenía la casa en obra gris, se llevaron 4 viajes de escombros.

Tabla 16 costos en las obras civiles de construcción

Edificación	N° de viajes / N° meses	Valor unitario transporte (\$)	Valor parcial unitario transporte (\$)
REMANSO DE LAS NIEVES	$7/5 = 1,2$	70.000	98.000
MONACO 28	1	90.000	90.000
ESKALA	$2/5 = 2,5$	80.000	200.000
COLINA	$10/3 = 3,3$	80.000	266.666
VIVIENDA CII 55B – 8B	$4/7 = 0,57$	70.000	35.000

Fuente: Autoras

11 CONCLUSIONES

- Como resultado de esta investigación se realizó la base de datos donde se encuentran los rendimientos y desperdicios en algunos de los ítem los capítulos de cimentación, estructura mampostería y pañetes dejándola a disposición del personal interesado
- Cumpliendo con los objetivos planteados en el desarrollo de la investigación se evaluó la afectación ambiental que generan los desechos en las obras de construcción teniendo una gran afectación los factores suelo y comunidad.
- Se obtuvo de la base de datos y las observaciones en campo en el capítulo de mampostería en ladrillo tolete común un desperdicio de 7,5% de mortero por m², debido a que este se le aplicaba mezcla por sus 4 caras con un espesor de 2cm, en comparación con los bloque N°4 y bloque N°5 ya que se aplicaba en sus 2 caras horizontales; por esta razón se presenta un mayor desperdicio en ladrillo tolete.
- Como resultado de la investigación se obtuvo un desperdicio de pañete rustico bajo placa de 3,85% y pañete rustico muro de 2,88%. Lo anterior se debe a que al aplicar mortero en la placa no va a tener un buen agarre sobre la superficie de esta y la mezcla se va a desprender con facilidad, es así que pañete rustico bajo placa presento un alto desperdicio.
- En general, en las actividades de mampostería y pañete muestran alto rendimiento esto se debe a que el tipo de contrato de la cuadrilla era por tarea realizada, esto ayuda a aumentar el rendimiento de la cuadrilla debido a que el trabajador se verá beneficiado por la cantidad de m² ejecutados. Este rendimiento afecta negativamente la calidad del trabajo ya que la actividad la realizan rápido pero sin tener en cuenta la eficacia en la tarea.

- En general en el ítem de estructuras las viviendas presentaron un porcentaje de desperdicio alto en concreto en comparación con los edificios porque la mezcla se realizaba manualmente con ayuda de la herramienta menor como: carretilla, palas y canecas, esta se realizaba en la vía para luego transportarla a la carretilla y después era volcada a cada elemento estructural, este traslado de material produce desperdicio, también al momento de verter el concreto dentro del elemento estructural se pierde mezcla ya que el ayudante no tenía precaución en el momento de vaciar y este caía fuera del elemento. En cambio en los edificios el desperdicio es menor ya que el concreto lo piden en la empresa premezclados
- En general en el capítulo de mampostería se optimizan los costos con los datos obtenidos de esta investigación porque se presenta menos utilización de material y hay mayor rendimiento de mano de obra.
- En el ítem muro de bloque N°4 e=0,10m se obtuvo menos costo al realizar el análisis de precios unitarios con la información de la investigación, se disminuye \$ 7108 en comparación con los análisis de precios unitarios realizados por el constructor.
- Con los datos obtenidos en campo se logró optimizar los costos en los ítems estudiados, ya que se evidenció alto rendimiento en la mano de obra y esto lleva a una disminución de los costos.
- Concluyendo la base de datos el acero tienen un desperdicio bajo esto se debe porque los constructores piden acero figurado, optimizando material.
- La mala planeación, ejecución y control de material en las actividades afecta directamente al rendimiento y desperdicio, esto influye negativamente en el cumplimiento con la producción de la mano de obra en el tiempo establecido, generando que las obras se retrasen en su programación.

- Por otra parte si no hay control en la entrada y salida de materiales para desarrollar las actividades de cimentación, estructuras, mampostería y pañetes, la cuadrilla de trabajo desperdicia el material, debido a esto se presenta un inadecuado manejo de los materiales generando un aumento en el desperdicio afectando el costo económico de la obra.
- Se concluyó, que no se están siguiendo los lineamientos específicos para la elaboración de la mezcla del pañete. Esto se debe a que los trabajadores no se rigen por las especificaciones dadas en los planos; esto indica que el control ejercido por parte del ingeniero residente no es lo suficientemente eficiente, ya que la cuadrilla utiliza la misma dosificación tanto en el mortero de mampostería como para el pañete.
- Como resultado de esta investigación se obtuvo en el ítem de pañetes presento un desperdicio de mortero fue del 2% que es una pérdida significativa, en cuanto a mampostería el desperdicio fue del 1,5%.
- De los análisis obtenidos se puede concluir que el mayor porcentaje de desperdicio lo obtuvo el capítulo pañetes, teniendo en cuenta el procedimiento de aplicación sobre muro y placa, ya que no se presenta buen agarre del material sobre la superficie.
- Se evidencio en el seguimiento realizado en las obras que el rendimiento de la mano de obra dependen directamente de los factores que afectan las condiciones del trabajador, como lo son: habilidades, conocimientos y condiciones físicas.

12 RECOMENDACIONES

- Se observó la importancia del mantenimiento y el buen estado de las herramientas y equipos que se utilizaban en la obra para cada actividad ya que esto ayuda a tener una buena productividad en la mano de obra y de igual manera esto contribuye en la seguridad de los trabajadores ya que se llevan a cabo con los implementos adecuados.
- En lo referente al capítulo de pañete se recomienda que los trabajadores tengan en cuenta que el espesor del pañete es de 2cm y que se debe aplicar en dos capas de 1cm. Lo anterior permite que la actividad sea cada vez mejor realizada, con esto se evita que el pañete presente fisuras durante su proceso de fraguado.
- En lo referente al capítulo de pañete se puede concluir que se está cumpliendo parcialmente con lo que establece la norma (NSR 10), la cual expresa que: El espesor de cada uno de las capas de mortero de recubrimiento (revoque) no podrá ser menor de 15mm ni mayor de 45mm. Cuando el espesor total de la capa de mortero de recubrimiento sea mayor de 15mm dicho mortero se deberá colocar en capas sucesivas con espesor entre 10 y 15mm hasta completar el espesor total.²⁹. Lo anterior indica que en la mayoría de las obras visitadas los trabajadores desarrollan esta actividad cumpliendo con el rango establecido por la normativa. Sin embargo, la técnica utilizada por la cuadrilla de trabajo cuando el espesor supera los 15mm, no se ciñen a lo especificado en la (NSR 10), ya que aplican el pañete en una sola capa y no en dos capas como lo indica la norma, esto se relaciona con el desperdicio de material en el mortero de y del pañete.
- Se debe garantizar un control en mortero de pega y en la aplicación por los cuadro lados de la unidad de mampostería de tal manera que el espesor del mortero de pega sea de 1cm, como lo rige la norma NSR 10, mediante la supervisión del maestro general y del ingeniero residente, con el fin de asegurar que el mortero tenga una buena plasticidad y consistencia para obtener una buena adherencia con las unidades de mampostería. También

²⁹ ²⁹ REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10.

se garantiza un mayor rendimiento en la mano de obra y menor desperdicio de material.

- Se debe tener en cuenta que para la recolección de los desechos es importante no dejar periodos muy largos con el fin de evitar afectación en el suelo, aire y agua, contribuyendo a la organización de la edificación.
- Se recomienda que en el momento de aplicación del pañete se tenga previsto colocar un plástico en el piso de tal manera que el material que cae no entre en contacto con el suelo directamente, para evitar que este se contamine y pierda sus propiedades para que sea vuelto a la mezcla original y así poderlo reutilizar.
- Una de las observaciones para tener en cuenta es la implementación del uso de elementos de protección personal como lo son: guantes, con el fin de evitar accidentes de trabajo ya que al usar este elemento ayuda en que el trabajador presente un mayor rendimiento.
- Se recomienda que en las edificaciones en estudio y se genere una mejor organización de las cuadrillas de trabajo dependiendo de la actividad a realizar; es decir sería oportuno y adecuado que conformaran una cuadrilla de trabajo el cual se encargue de trabajos como recibir, descargar y organizar material, con el fin de no afectar el rendimiento de las otras actividades.

BIBLIOGRAFIA

REVISTA CONSTRUDAT, 166 Edición, (Marzo – Mayo 2013)

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10), Bogotá 2012

TAKEUCHI, Caori Patricia, Comportamiento De La Mampostería Estructural, universidad nacional de Colombia, Bogotá 2010.

P Bhatt y H. M. Nelson, Un Repaso De Estructuras, university of Glasgow, 1° edición Mexico 1999

¹POLANCO SANCHEZ, Lina Martihza. Universidad Pontificia Bolivariana. Análisis de Rendimientos de mano de obra para actividades de Construcción –estudio de caso Edificio jupb. 2009. Bucaramanga

GALARZA MEZA, Marco Paulo. Universidad Pontificia Católica de Perú. Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control.

UREÑA MOCTEZUMA, Pedro. Universidad de Colima. Análisis Integral del Costo - Beneficio en la Construcción con Ladrillo aparente en el Valle de Colima.

RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Dorian. Rendimiento de Mano de Obra en Excavaciones para Viviendas de una y dos Plantas en la ciudad de Barranquilla.

HAROLD MUÑOS, Alberto, Construcción de Estructuras.

REZOLA IZAGUIRRE, Julián, Características y correctas aplicaciones de los diversos tipos de Cemento, Portland, Siderúrgicos, Puzolanicos, Aluminosos, Compuestos y Naturales.

URIAS DE LA VEGA, Luis Antonio. Rendimientos en la Construcción Universidad de Sonora, 2005.

AJA SETIEN, José Luis y CASTRO FRESNO, Daniel. Organización y Control de Obras, Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria 2005.

NAVA CARBELLIDO, Víctor Manuel. ¿Qué es la Calidad? Conceptos, Gurús y Modelos Fundamentales, México: Limusa, 2005.

NAVA CARBELLIDO, Víctor Manuel. ¿Qué es la Calidad? Conceptos, Gurús y Modelos Fundamentales, México: Limusa, 2005.