	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia		Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		I(77)

AUTORES	ALVARO JOSE QUINTERO ROJAS SUSANA MARIA PLATA JIMENEZ
FACULTAD	INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI
TÍTULO DE LA TESIS	ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA LA CREACION DE UNA BASE DE DATOS REAL DEL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)	

LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS INGENIERILES ES UNA DE LAS ETAPAS MÁS INFLUYENTES EN EL ÉXITO DE LOS PROYECTOS, SON MUCHOS LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN UNA BUENA FORMULACIÓN: COSTOS DE MATERIALES, IMPREVISTOS, ADMINISTRACIÓN Y RENDIMIENTOS DE CONSUMO DE MANO DE OBRA.

ESTA INVESTIGACIÓN TIENE COMO OBJETIVO BRINDAR UNA HERRAMIENTA A LA REGIÓN PARA QUE LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS SEA MÁS EXACTA, UNA BASE DE DATOS CREADA A PARTIR DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA REALES DE LA REGIÓN.

CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 77	PLANOS: -	ILUSTRACIONES: -	CD-ROM: 01



ESTUDIO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN VIVIENDAS DE INTERES
SOCIAL PARA LA CREACION DE UNA BASE DE DATOS REAL DEL MUNICIPIO DE
OCAÑA NORTE DE SANTANDER

AUTORES:

ALVARO JOSE QUINTERO ROJAS
SUSANA MARIA PLATA JIMENEZ

Trabajo de grado presentado para obtener el título de Ingeniero Civil

Director

ESP. PEDRO NEL ANGARITA USCATEGUI

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA CIVIL

Ocaña, Colombia

Febrero 2017

Dedicatoria

Quiero dedicar este triunfo a Dios y a la Virgen María, quienes me acompañaron y me iluminaron durante mi proceso de formación universitaria, a mis padres Álvaro Quintero Caicedo y Gladys Rojas Pedroza quienes me dieron la vida y me regalan día a día su amor, su apoyo y su confianza para lograr todos mis objetivos, a mis abuelos Jesús Rojas, Ana Rosa Pedroza, José Quintero y Ofelia Caicedo (QEPD) por brindarme siempre su amor y apoyo incondicional, a mi amiga y compañera de trabajo Susana Plata porque sin su esfuerzo este logro no hubiese sido posible y a toda mi familia, amigos y compañeros de estudio que hicieron posible llegar a esta meta.

Álvaro José Quintero Rojas.

Dedicatoria

Quiero dedicar este logro a Dios por ser mi guía y sustento hasta este momento tan anhelado, a mis padres Rene Plata y Nidia Jiménez por enseñarme a luchar y brindarme todo su amor, gracias por su confianza y apoyo incondicional, a mi hermano Fabián por estar siempre a mi lado haciendo todo más fácil , a mi abuela María Irene porque aun siento su presencia y hoy estoy cumpliendo uno de sus sueños, a mi tía Irma y demás familiares por acompañarme en tantos momentos importantes de mi vida, a mi amigo y compañero de estudio Álvaro José Quintero Rojas por todo su esfuerzo y dedicación para realizar esta investigación y a mis amigos a quienes conocí en mi proceso de formación y me ayudaron alcanzar este importante triunfo.

Susana María Plata Jiménez

Agradecimientos

A Dios por habernos guiado y acompañado durante toda nuestra carrera universitaria.

A nuestros padres por ser nuestras guías durante este proceso de formación profesional y haber contribuido a realizar nuestro sueño de ser ingenieros civiles.

A nuestra alma mater, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por habernos acogido durante nuestro proceso de formación profesional.

Al especialista Pedro Nel Angarita Uscategui por ser nuestro director y brindarnos su respaldo, su confianza y colaboración para la realización de este proyecto.

A nuestros jurados: la magister María Angélica Acosta y el especialista Darío Ospina Bonett por habernos acompañado y asesorado durante la elaboración de este proyecto.

Al ingeniero Armando Sepúlveda Ortiz por acogernos en su proyecto de vivienda Villa Mariana y permitirnos la toma de muestras en este.

A Yisneidy Ballesteros Navarro, secretaria del plan de estudio de ingeniería civil por su colaboración, paciencia, orientación y amabilidad durante nuestro proceso de formación universitaria.

Al maestro de construcción Efrén Álvarez Sánchez y su equipo de trabajo, Luis y Ciro por su colaboración y amabilidad durante la realización del trabajo de campo de este proyecto.

A todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto y quienes nos apoyaron durante toda nuestra carrera universitaria.

*“...si Dios no construye la casa, de nada sirve
que se esfuerzen los constructores...” Sal. 127:1*

*Álvaro José Quintero Rojas.
Susana María Plata Jiménez.*

Índice

Capítulo 1. Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander	15
1.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2 Formulación del problema	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Justificación	17
1.5 Delimitaciones	18
1.5.1 Delimitación operativa.....	18
1.5.2 Delimitación conceptual	18
1.5.3 Delimitación geográfica.....	19
1.5.4 Delimitación temporal	19
 Capítulo 2. Marco referencial.....	 20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Marco histórico	22
2.3 Marco conceptual.....	23
2.3.1 Rendimiento.....	23
2.3.2 Trabajo	25
2.3.3 Tiempo	26
2.3.4 Estructura de desglose del trabajo.....	27
2.4 Marco teórico	28
2.4.1 Teoría del valor-trabajo.....	28
2.4.2 Teoría del estudio de tiempos	29
2.4.3 Teoría de consumo y rendimiento de mano de obra	29
2.4.4 Estimación por tres valores	30

2.5 Marco legal	31
Capítulo 3. Diseño metodológico	32
3.1 Tipo de investigación	32
3.2 Población.....	32
3.3 Muestra	33
3.4 Instrumentos para la recolección de información	33
3.5 Tabulación y análisis de la información	33
Capítulo 4. Cronograma de actividades.....	35
Capítulo 5. Resultados	36
5.1 Estructura de desglose del trabajo.....	36
5.2 Influencia de los tipos de tiempo sobre el rendimiento de las actividades constructivas .	39
5.2.1 Representación gráfica de la influencia de los tipos de tiempo.	40
5.3 Cálculo de rendimientos	45
5.3.1 Rendimiento de las muestras obtenidas	45
5.3.2 Rendimiento óptimo, probable, pesimista y esperado.	55
5.3.3 Rendimiento por cuadrilla de trabajo.....	55
5.4 Comparación de resultados	65
5.4.1 Paralelo de rendimientos.....	66
5.4.2 Paralelo duración de obra.....	70
Conclusiones	72
Recomendaciones	74
Referencias.....	75
Anexos	77

Lista de tablas

Tabla 1. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.....	30
Tabla 2. Estructura de desglose del trabajo (EDT).....	36
Tabla 3. Rendimiento de muestras obtenidas en campo.....	45
Tabla 4. Rendimiento óptimo, normal, pesimista y esperado de cada actividad de la EDT.....	56
Tabla 5. Rendimiento de mano de obra por cuadrilla de trabajo.....	60
Tabla 6. Rendimiento de mano de obra para antepiso, Construprecios.....	65
Tabla 7. Paralelo de rendimientos obtenidos en la investigación y los empleados por Construprecios.....	67
Tabla 8. EDT, cantidades de obra y duración de actividades constructivas para viviendas de Villa Mariana.....	70

Lista de figuras

Figura 1. Distribución Beta.....	31
Figura 2. Influencia de los tipos de tiempo sobre todas las muestras.....	40

Resumen

La formulación de proyectos ingenieriles es una de las etapas más influyentes en el éxito de los proyectos, son muchos los factores que intervienen en una buena formulación: costos de materiales, imprevistos, administración y rendimientos de consumo de mano de obra.

Esta investigación tiene como objetivo brindar una herramienta a la región para que la formulación de proyectos sea más exacta, una base de datos creada a partir de rendimientos de mano de obra reales de la región.

Palabras claves: Trabajo, rendimiento, producción, mano de obra

Introducción

La ingeniería civil ha sido vital para el avance de la sociedad desde los inicios de la humanidad partiendo de la necesidad de tener un lugar donde vivir y sentirse seguros, pasando por las grandes pirámides egipcias, la necesidad de construir templos para adorar a sus deidades, muros que protegieran sus ciudades y los pequeños edificios (Ingeniero Beta, 2015) que dieron origen la ingeniería actual capaz de unir un mar y un océano mediante un canal, construir puentes elevados a más de doscientos metros del suelo, desarrollar presas capaces de almacenar 39000 millones de metros cúbicos de agua, crear túneles bajo el mar que unen ciudades y levantar rascacielos de más de 500m.

Los ingenieros civiles tienen un solo fin: mejorar la calidad de vida del ser humano, el hecho de lograr llevar agua potable a lugares que no cuentan con este recurso natural, alejar de las comunidades sus desechos orgánicos mediante sistemas de alcantarillado, proveer a familias un lugar seguro donde vivir y comunicar ciudades mediante enormes sistemas viales son pocas de las muchas buenas obras realizadas por estos importantes profesionales. Además es importante destacar que la ingeniería civil no se detiene, cada día se dan soluciones a nuevos retos que proporcionan bienestar a la sociedad

A pesar de que la ingeniería civil siempre ha buscado generar beneficios a las comunidades en donde se desarrollan actividades de este tipo, las personas consideran que no siempre se cumple ese objetivo. La ejecución de obras civiles en algunas ocasiones genera incomodidad en las poblaciones que están en contacto con ellas por los ruidos excesivos, el mal manejo de residuos generados en obra, las obstrucciones en el tráfico e inconformidades por el

no cumplimiento de la duración de obra estipulada al momento de iniciar el proyecto, son circunstancias afectan el buen nombre del sector constructivo del país. Principalmente en Colombia y nuestra región el no cumplimiento de las fechas de entrega de los proyectos constructivos ha sido una constante para los ciudadanos, muchas pueden ser las causas que dan origen a esta situación: la ausencia de personal calificado, ausencia de materiales al momento de realizar actividades, falta de recursos económicos y fallas en la planeación general de la obra.

La planeación de obra es vital para el buen desarrollo de un proyecto de ingeniería y depende de la veracidad de los datos usados para su realización. Es necesario contar con datos exactos sobre costos de los productos utilizados y rendimientos de la región donde se realizan los proyectos para tener una idea más real de los alcances de la obra. De dicha necesidad nace el interés por tener una base de datos de rendimientos de mano de obra real del municipio de Ocaña, buscando hacer más fácil la planeación y ejecución de futuros proyectos de ingeniería civil como la creación de viviendas de interés social para la población más vulnerable de la región.

Con la presente investigación los autores buscan crear una base de datos a la que tengan acceso los diferentes frentes constructivos de la región, en especial la alcaldía municipal con el único fin de beneficiar a la comunidad, haciendo que la planeación de obras ingenieriles en la región sea más exacta. Para lograr este objetivo los autores iniciaron con la identificación de actividades constructivas comunes en la región, crearon formatos para tabular los datos obtenidos, hallaron rendimientos para posteriormente dar a conocer la base de datos mediante un folleto fácil de interpretar.

Capítulo 1. Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

Para el sector de la construcción la eficiencia de sus proyectos se ha convertido en un reto que exige proyectos sostenibles desde lo económico, ambiental, movilidad y demás variables que propendan por la calidad, durabilidad y minimización de costos.

En este sentido, todo proyecto debe estar enmarcado en la línea base de éxito, alcance, tiempo, costo y calidad siendo estos factores determinantes para alcanzar dicho objetivo. Durante los últimos años la ciudad de Ocaña se ha caracterizado por un gran crecimiento económico y social que asociado a otros factores han generado el desarrollo de proyectos que causan impacto en el desarrollo municipal. La vivienda digna constituida como un derecho fundamental se ha convertido en uno de los proyectos de mayor interés por las entidades públicas como nuestra alcaldía municipal. Dichos proyectos durante las últimas administraciones municipales no han tenido un desarrollo satisfactorio debido en gran medida a la incorrecta planificación y ejecución de obras, el no cumplimiento de los tiempos de ejecución pactados y las variaciones en los planeamientos hacen que las obras muchas veces no logren realizarse creando impactos negativos e incertidumbre sobre la población que durante años ha esperado una vivienda digna.

Una de las principales causas de la incorrecta planificación y ejecución de obras en el municipio es el desconocimiento de los rendimientos de la productividad en la ejecución de las

actividades necesarias para el desarrollo de estas, dicha situación afecta directamente la planeación de los mismos y por consiguiente no permite el éxito de los proyectos. La determinación de tiempos y costos en el desarrollo de este tipo de obras resulta una tarea inexacta debido a la falta de fichas técnicas que contemplen los rendimientos reales del municipio. El planeamiento de obra en la región se realiza con base a rendimientos calculados en otras zonas del país o basadas en estándares internacionales. Esto conlleva a la obtención de resultados poco confiables y desacertados, ya que las condiciones seleccionadas por el diseñador no se adaptan totalmente a las condiciones reales de la obra.

1.2 Formulación del problema

¿Qué influencia tendría en la planeación de proyectos de viviendas de interés social la realización de un estudio de rendimientos de mano de obra propio del municipio?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un estudio de análisis de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades constructivas necesarias en el desarrollo del proyecto en estudio teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas para la creación de su estructura de desglosé del trabajo (EDT).
- Determinar los tiempos de trabajo: productivo, contributivo y no contributivo; en las diferentes actividades mediante fichas técnicas para identificar la influencia de cada tipo de trabajo sobre la duración total de las actividades constructivas estudiadas.
- Calcular mediante un método estadístico (distribución beta) el valor del rendimiento esperado de las muestras obtenidas en el trabajo de campo.
- Realizar una comparación de los resultados obtenidos con la base de datos de rendimiento de mano de obra empleada por el municipio en la realización de este tipo proyectos para identificar la variación en los tiempos de ejecución de las actividades planteadas en la EDT

1.4 Justificación

El desarrollo de proyectos de construcción de viviendas de interés social en el municipio de Ocaña se ha visto afectado significativamente por la incertidumbre en su planeación, las demoras en la realización de actividades, la ampliación de plazos y por lo tanto imprevistos se han vuelto una constante en las obras .Según Niebel (2009, página 327) cuando existen estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal establecido, mientras que los estándares mal establecidos conducen a costos

altos, inconformidades del personal y fallas de toda la empresa, en pocas palabras esto puede significar la diferencia entre el éxito o el fracaso de un proyecto.

Es indispensable para el municipio de Ocaña contar con una base de datos actualizada que contemple los verdaderos rendimientos de mano de obra para la ejecución de este tipo de proyectos, logrando así que el nivel de confiabilidad de la planeación tenga valores aceptables y se logre cumplir con las metas propuestas en la consultoría de este tipo de obras.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa

La realización del trabajo de grado tendrá como documento base el presente anteproyecto existiendo la posibilidad de dificultades durante el proceso de desarrollo de objetivos, cuya solución será definida por los autores con la debida orientación y asesoría del director de trabajo de grado.

1.5.2 Delimitación conceptual

Esta investigación se encuentra delimitada bajo los siguientes conceptos enfocados en la línea de construcción:

- Proyecto de vivienda de interés social
- Rendimientos
- Trabajo
- Tiempos de trabajo: productivo, contributivo y no contributivo.

1.5.3 Delimitación geográfica

La micro localización del proyecto será el municipio de Ocaña, el cual se encuentra ubicado en el departamento de Norte de Santander. Cuenta con un área total de 8.602 kilómetros cuadrados. Su temperatura promedio es de 22°C. Clima tropical húmedo y seco con sequías bien marcadas y precipitaciones entre 1.000 y 2.000 milímetros anuales. Su cabecera municipal se encuentra ubicada a los 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La toma de muestras se realizará en el barrio el Hatillo del municipio esto debido a que nos encontramos frente a un estudio de caso particular y descriptivo debido buscando estudiar una situación determinada.

1.5.4 Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación tiene prevista una duración total de cuatro (4) meses, comprendidos entre Agosto y Noviembre del año en curso.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Si bien sabemos el sector de la construcción es un eje fundamental en la economía actual de los países y su correcta administración repercute directamente en el desarrollo y avance de la sociedad.

En el ámbito internacional son muchas las investigaciones que han sido enfocadas a determinar el rendimiento de mano de obra en actividades de construcción civil, durante el año 2013 en Guatemala se desarrolló una investigación titulada: Rendimientos de mano de obra en renglones básicos para la construcción, en viviendas de mampostería de un nivel, en el área metropolitana Guatemalteca; donde el ingeniero civil Roberto Oliva Mazariegos logro concluir que “los valores de rendimientos y consumos utilizados deben estar fundamentados en criterios que consideren los factores que afectan cada proyecto, estos se pueden utilizar para evaluar proyectos ya realizados, por realizar o en planificación” (Oliva, 2013, p.89).

Perú también ha sido un país interesando en determinar con exactitud los rendimientos de mano de obra de su región, los ingenieros civiles Keith Liesel Damian Cayllahua y Henry Boris Soto Matos realizaron una investigación denominada: Propuesta de rendimiento de mano de obra en excavaciones de la ciudad de Huancayo. Dicha investigación arrojó como resultado el rendimiento promedio sobre las excavaciones manuales y la obtención de una base de datos real que se convirtió en el punto de partida para la medición del desempeño del recurso humano del país (Damian y Matos, 2014).

En nuestro país aunque no son numerosas las investigaciones realizadas se cuenta con algunos documentos aportados por investigadores como es el caso del ingeniera civil Leidy Carolina Mahecha Gutiérrez que con su investigación titulada: análisis comparativo del rendimiento de la mano de obra en la construcción de un edificio; permitió “identificar el efecto que tiene en el cronograma y en el presupuesto, elaborados para la construcción de un proyecto de un edificio, la diferencia encontrada entre los rendimientos de mano de obra de la base comercial Construdata y los rendimientos registrados en campo” (Maecha, 2010, p.14). Es importante destacar la investigación realizada por el magister Sergio Andrés Arboleda López conocida como: Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación; donde se logró “establecer parámetros para la medición de los niveles de productividad de proyectos en construcción, avances de obra y consumo de tiempo en las actividades en estudio” (Arboleda, 2014, p.17).

Aunque en nuestra región este no ha sido un tema de gran relevancia el arquitecto Luis Fernando Botero en su artículo Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción logro concluir que:

El constructor subsidia la improductividad de la mano de obra, generada por múltiples factores atribuibles a la poca gestión en la supervisión de algunos subcontratistas o a deficiencias en las etapas de planeación y control de algunos profesionales encargados de la dirección y el desarrollo de las obras. (Botero, 2002, p.20)

Dicho estudio se realizó en “las obras FLORES Y COLORES y ROSA DE LOS VIENTOS, ambos proyectos de vivienda de interés social, construidas por la empresa

COMPACTO S.A ubicados en el corregimiento de San Antonio de Prado y el Municipio de Copacabana respectivamente” (Botero, 2002, p.14).

2.2 Marco histórico

Durante la edad media San Ignacio de Loyola fundo la compañía de Jesús y a pesar de que la única forma de comunicación era la navegación internamente se empezó a utilizar un sistema de informes y control sobre las actividades que cada uno de los jesuitas realizaba buscando medir el potencial de los mismos, basados en auto calificaciones e informes hechos por los superiores (Barbosa y Zarate, 2011).

El estudio de tiempos tuvo sus inicios gracias a Jean Perronet quien propuso un método para estudiar tiempos en la fabricación de algunos elementos de construcción y lograr así la reducción de ciclos de fabricación pero fue Frederick Winslow Taylor quien a finales del siglo XIX emprendió el estudio de tiempos, estableciendo así una técnica que buscaba plantear un tiempo permisible para desarrollar una actividad teniendo en cuenta algunos factores que pudieran generar variaciones como la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables. (Lopez, 2011)

Se cuenta con un gran número de documentos que pretenden detallar los fundamentos necesarios para la realización de un estudio de tiempos entre los cuales se puede destacar “*introducción al estudio del trabajo- cuarta edición*” elaborado por la oficina internacional del trabajo en 1957 primera edición donde se establecen criterios sobre la productividad, estudio del trabajo y factor humano. (Maecha, 2010, p.20)

Durante el siglo XIX el ingeniero civil John S. Page en Estados Unidos continuo con estudios sobre el trabajo y logro concluir que los factores que afectan el rendimiento se pueden clasificar en categorías como: economía general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y trabajador (Maecha, 2010).

Nuestro país no ha sido ajeno al tema, la Cámara Colombiana de la construcción seccional Antioquia y el Servicio Nacional de Aprendizaje durante el año 2000 plantearon una alianza con las empresas constructoras PSI S.A y GDV Ingeniería S.A buscando dar solución a la falta de bases de datos en Antioquia que permitieran definir las duraciones de actividades constructivas basadas en rendimientos de mano de obra y poder contribuir a la creación de una base de datos nacional (Arboleda, 2014).

2.3 Marco conceptual

Para que los objetivos de un proyecto de construcción sean alcanzados satisfactoriamente es necesario realizar una adecuada planeación y programación de obra, además se debe tener claro conocimiento de los rendimientos de mano de obra para una buena estimación de tiempos empleados en la ejecución de proyecto para lograr garantizar la viabilidad económica, es por esto que este marco describirá los conceptos claves para el desarrollo de esta investigación.

2.3.1 Rendimiento

Dentro del contexto económico, el termino rendimiento puede ser reemplazado por el término de productividad, y este a su vez es definido por la REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

como “relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, etc. ”.

En el año 1950 la Organización para la Cooperación Económica Europea emitió una definición: La productividad es el cociente que se obtiene de dividir el monto de lo producido entre alguno de los factores de producción” (Arboleda, 2014, p.21).

Entre 1979 y 1984, Sumanth dio las definiciones de productividad en términos especiales para el ámbito empresarial:

- Productividad Parcial: Es la proporción que existe entre un resultado y una clase de insumo. Por ejemplo, productividad de la mano de obra.
- Factor de Productividad Total: Es la proporción entre el resultado neto y la suma de los factores de mano de obra y capital.
- Productividad Total: Es la relación entre el resultado total y la suma de todos los factores de insumos. Esta medición considera el impacto de todos los insumos de producción, como mano de obra, capital, energía, materiales, máquinas. Etc. (Arboleda, 2014, p.21)

La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos - humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado. Por lo anterior, puede considerarse la productividad como una *medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados.* (Torres, 2008)

La productividad comprende tanto la eficiencia en la utilización de los recursos para completar productos deseados dentro de plazos determinados, como la efectividad con que se realiza dicho producto para cumplir con un estándar de calidad que también esté preestablecido. Por ejemplo, de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería en una obra, utilizando muy eficientemente el recurso humano, si estos muros resultan con serios problemas de calidad, hasta el punto que deben demolerse posteriormente para rehacerlos. (Arboleda, 2014, p.28)

2.3.2 Trabajo

Según Karl Marx: ‘‘Actividad por la que el hombre transforma la realidad para satisfacer sus necesidades físicas y espirituales. En las sociedades de explotación el trabajo se vive como una experiencia alienada, y no como una actividad de autorrealización’’ (Echegoyen, s.f.).

Desde una caracterización menos antropológica que la definida por Marx y enfocada al concepto de trabajo empleado en esta investigación, se puede considerar que,

El trabajo es... la actividad ejercida profesionalmente para una finalidad profesional, económica, o cultural; para la cual es preciso utilizar la capacidad de rendimiento del hombre definido como trabajador. Ya que en general para el hombre el trabajo es el grado de realización de cada uno, y el balance de su destino particular. (Eluti, 2008)

Para los especialistas en economía política, el trabajo es la fuente de toda riqueza, porque hace aprovechables los materiales que la naturaleza provee. Pero el trabajo es más que eso: es la

condición básica y fundamental de toda la vida humana, hasta el punto de poderse afirmar que el hombre llega a realizarse por el trabajo, haciendo que sus manos creen y construyan medios de vida y para sus beneficios. (Colegio La Salle Envigado)

En la producción de un bien o un servicio se considera que se realiza tres tipos de trabajo:

- Trabajo Productivo: Corresponde a aquellas labores que aportan en forma directa el avance de la obra, como por ejemplo, la colocación de moldajes, fierros, hormigón, ladrillos, etc.
- Trabajo Contributivo: Corresponde a aquellas labores que sirven para poder realizar las labores productivas, como por ejemplo, el transporte de materiales, realizar mediciones, leer planos, limpiar el área de trabajo, etc.
- Trabajo No Contributivo: Corresponde a aquellas labores que no aportan nada a la faena, como por ejemplo, fumar sin hacer nada, esperando la llegada de algún material, caminar por la obra, etc. (Arboleda, 2014, p.28)

Como se presenta en la *ecuación 1*, el trabajo se expresa como el recurso utilizado (mano de obra) por el tiempo empleado para realizar una actividad.

$$\text{Trabajo} = \text{Recurso (Mano de obra)} * \text{Tiempo empleado (Ecuación 1)}$$

2.3.3 Tiempo

El Tiempo es una magnitud física fundamental, el cual puede ser medido utilizando una serie de procesos periódico, es decir, procesos que se repiten de formas idénticas y sin ninguna limitación de cantidad.

Para nuestra investigación se hace necesario realizar un estudio de tiempos los cuales juegan un papel muy importante al momento de querer conocer la productividad, ya que permiten medir y establecer cuanto tiempo se invierte en una actividad que conlleve a la producción de un bien o servicio.

Existen diversas técnicas de estudios de tiempos, los cuales pueden ser directas o indirectas. Las técnicas directas son aquellas que se realizan con datos tomados de forma real en el ámbito laboral, y por el contrario las indirectas son las que se dan resultados a partir de datos existentes o similares o tomados en lugares similares a los de la empresa que realiza el estudio. En las técnicas directas la medición con cronometro es el método más conocido y empleado, aunque en algunas ocasiones se utilizan cámaras de video y la medición de cuadro. Además para la toma de muestras se utilizan formatos establecidos por la persona encargada y la necesidad de la investigación.

2.3.4 Estructura de desglose del trabajo

Durante la planeación de un proyecto con el que se espera alcanzar uno o varios objetivos, es necesario que se realice una identificación de las actividades que deben ser ejecutadas por un equipo de trabajo para finalizar con éxito el proyecto, luego de identificarlas se deben organizar mediante capítulos y subcapítulos, con el fin de mostrar una secuencia lógica de ejecución y además de agruparlas por características en común. A esta organización se le conoce como la estructura de desglose del trabajo (EDT).

Cada uno de los capítulos de la EDT se puede programar, controlar, supervisar y hallar su costo estimado, generando de esta forma un manejo más cómodo de la ejecución del proyecto.

2.4 Marco teórico

Son diversas teorías las que debemos manejar para poder entender la importancia de esta investigación, lograr comprender por qué la inversión de tiempo termina siendo un factor determinante para la correcta ejecución de una obra se convierte en un punto neurálgico para la valoración de dicha investigación.

2.4.1 Teoría del valor-trabajo

Considera que la cantidad de trabajo invertida para producir un bien determina el valor del mismo desmeritando la utilidad que el propietario pueda encontrar en él, actualmente se encuentra directamente relacionado con la economía marxista.

Esta teoría nos hace reflexionar sobre la importancia del tiempo en el costo total de un proyecto de ingeniería, cuando no se contempla de forma adecuada la cantidad de tiempo empleado para realizar las actividades necesarias entonces la cantidad real de trabajo también se ve afectada y por consiguiente no se logran las metas planeadas.

Dicha teoría está compuesta por dos estudios, en primera instancia el estudio de métodos que en este caso no se convierte el algo relevante mientras que la segunda parte si, se trata del estudio de tiempos (Maecha, 2010).

2.4.2 Teoría del estudio de tiempos

Se considera a Frederick W Taylor como el padre del estudio de tiempos, a pesar de que dicha práctica se venía ejerciendo desde 1760, se conoce como la técnica más importante a la hora de medir el trabajo, dicha técnica se emplea para registrar ritmos y tiempos de trabajo que corresponden a una tarea específica bajo condiciones determinadas, esto con el fin de analizar los tiempos requeridos para realizar dicha actividad. Es importante tener en cuenta que se deben tomar cierto número de observaciones para lograr un mayor nivel de confiabilidad en el estudio.

2.4.3 Teoría de consumo y rendimiento de mano de obra

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción (Botero, 2002).

La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. Como se puede observar en la *tabla 1*, enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad. (Botero, 2002, p.11)

Tabla 1.
Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

Eficiencia en la productividad	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

2.4.4 Estimación por tres valores

La Estimación de 3 Puntos, o Three-Point estimation, es uno de los métodos utilizados en la Gestión de Proyectos cuando no se dispone de mucha información y debemos obtener la estimación de la duración o del coste de un Proyecto desde el punto de vista del Jefe de Proyecto (Project Manager).

En esta técnica, se obtiene un valor estimado y una desviación típica (como varían los valores con respecto al estimado) a partir del cálculo de los 3 valores siguientes:

- Optimista (a). Que sería el coste o duración del proyecto mejor que se pudiera dar.
- Probable (b). Que sería el caso más esperado de coste o duración del proyecto.
- Pesimista (c). Que sería el coste o duración del proyecto en el peor caso.

(Laboratorio de las TI, s.f.)

Pablo Lledó, en su libro “Director Profesional de Proyectos”, indica: En la técnica PERT, el tiempo de la actividad se considera como una variable aleatoria según una distribución de probabilidad Beta como se presenta en la *figura 1*.

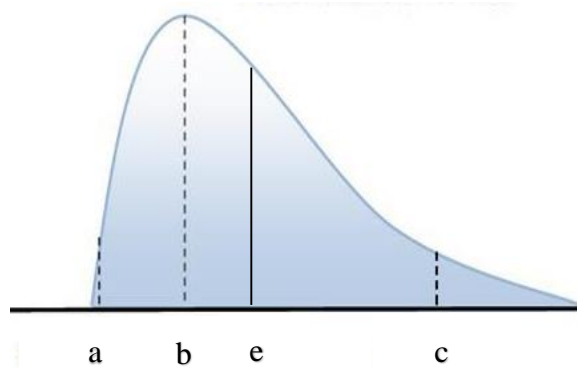


Figura 1. Distribución Beta.

Mediante la *ecuación 2* se calcula el valor estimado (*e*).

$$e = \frac{a+4b+c}{6} \text{ (Ecuación 2.)}$$

2.5 Marco legal

Las disposiciones de ley colombianas que ordenan la realización de proyectos de construcción se rigen bajo la constitución política de Colombia 1991. Partiendo de esto se considera que por medio de los siguientes decretos y norma el gobierno resguarda la realización de la investigación.

- CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA 1991
- REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE
- DECRETO 879 DE 1998- “por el cual se reglamentan las disposiciones referentes al ordenamiento del territorio municipal y distrital y a los planes de ordenamiento territorial”

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Para el desarrollo de este proyecto se empleara una investigación de tipo cuantitativa puesto que el uso de ecuaciones matemáticas relativas a la situación será la herramienta principal del estudio. Es importante destacar que la investigación contará con una técnica estadística (distribución beta) que permitirá obtener resultados reales además este tipo de investigación permite que otros investigadores puedan aplicarla en otro tipo de construcción. Se considera que este tipo de investigación se basa en una medición controlada de los rendimientos reales generando resultados sólidos, basados en la recopilación y análisis de los datos obtenidos mediante herramientas de medición como cronómetros y fichas técnicas para el hecho en estudio.

3.2 Población

Debido a que el municipio de Ocaña estuvo sancionado por algunos años para la realización de proyectos de vivienda de interés social, en la actualidad se cuenta con un solo proyecto enfocado a realizar este tipo de viviendas. La población que es objeto de esta investigación se encuentra conformada por las personas que desarrollan labores en el proyecto villa mariana ejecutado por la constructora MCY.

3.3 Muestra

Teniendo en cuenta que la toma de muestras se hará en tiempo real es necesario estudiar el grupo de trabajo que ejecuta las actividades enmarcadas dentro de la EDT. Dicho equipo de trabajo está conformado por un maestro de construcción y dos ayudantes, es decir, una cuadrilla 1:2

3.4 Instrumentos para la recolección de información

Para llevar a cabo este trabajo de investigación se recolectara información mediante las técnicas de observación directa y revisión documental.

La observación directa consistirá en que el investigador tomara muestras sin necesidad de participar en las actividades y llevara los registros de tiempo mientras la población escogida estará realizando las actividades estudiadas.

La revisión documental es aquella donde se recolectara toda la información existente y necesaria para cumplir con todos los objetivos de esta investigación, la cual permitirá al investigador hacerse una idea del proceso que se ejecutara y los resultados de esta investigación.

3.5 Tabulación y análisis de la información

Fase 1: Para la primera fase de esta investigación se hará necesario consultar a la constructora MCY el proyecto que pretende desarrollar, su alcance, ubicación y proyección. Teniendo en cuenta los datos proporcionados por la constructora se procederá a determinar las

actividades que se deben desarrollar durante la ejecución del proyecto para luego proceder a crear la estructura de desglose del trabajo de la vivienda en estudio.

Fase 2: Durante esta fase se crearan fichas técnicas acorde a las necesidades de la investigación, contemplando los diferentes parámetros relacionados con las muestras que serán estudiadas. Luego se procederá a dar inicio a la toma de muestras en tiempo real de la ejecución de una vivienda en el proyecto Villa Mariana, además se tabulará en formatos de oficina los datos obtenidos en campo y mediante una hoja de cálculo programada en Microsoft Excel se determinará la influencia de cada tipo de tiempo sobre la duración total de las actividades estudiadas.

Fase 3: Se realizara una hoja de cálculo programada por los autores en base al marco conceptual y teórico de este proyecto, con la ayuda de la herramienta Microsoft Excel donde se estimen los rendimientos de cada muestra obtenida en campo, que a su vez determinara los rendimientos optimo, pésimo y probable de cada actividad constructiva. Luego mediante el empleo del método estadístico (distribución beta) se calcularan los rendimientos esperados y se procederá con los cálculos y procedimientos necesarios a la creación de la base de datos real del municipio.

Fase 4: Durante esta fase se realizará una visita a la alcaldía municipal de Ocaña para conocer la base de datos empleada en la planeación de este tipo de proyectos y poder definir los rendimientos de las actividades planteadas(EDT) en la fase 1 de esta investigación, según la base de datos empleada por el municipio. Teniendo en cuenta los resultados de la fase 3 y los rendimientos identificados en esta fase se procederá a realizar un paralelo para identificar las variaciones.

Capítulo 5. Resultados

5.1 Estructura de desglose del trabajo

Para lograr identificar las actividades a estudiar durante la investigación se tomó como base el plano facilitado por la constructora MCY que se encuentra en el *Anexo VI* para la realización del proyecto de viviendas de tipo interés social Villa Mariana, además buscando que la base de datos fuera lo más completa posible se tomó el consejo del especialista Darío Ospina Bonett, él recomendó que algunos ítems que no se desarrollaron en dicho proyecto y eran comunes en la región también deberían ser estudiados, se procedió a buscar obras de forma aleatoria en la ciudad para realizar el mismo procedimiento. Se propuso dividir el proyecto en etapas más pequeñas que fueran más fáciles de identificar, a estas etapas se les llamaron capítulos y cada capítulo estuvo compuesto por actividades que compartían aspectos en común, guardando de cierta manera un orden de realización, se creó la estructura desglose de trabajo que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2.
Estructura de desglose del trabajo (EDT)

ITEM	ACTIVIDAD	UND
1.00	PRELIMINARES	
1.01	REPLANTEO	m ²
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	m ²
2.00	CIMENTACION	
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	m ³
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	m ²
2.03	ZAPATAS A<2 m2	m ³
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	m ³
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	ml
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	m ³

ITEM	ACTIVIDAD	UND
3.00 ACEROS		
3.01	REFUERZO $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ 3/8"	kg
3.02	REFUERZO $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ 1/2"	kg
4.00 ESTRUCTURAS EN CONCRETO		
4.01	COL. DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	ml
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	ml
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	ml
4.04	PLACA MAZICA $h = 0.10$	m^2
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 $e = 0.25$	m^2
4.06	PLACA METALDECK $e = 0.14$	m^2
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA $e = 0.25$	m^2
4.08	PASOS PARA ESCALERA	ml
4.09	MESON EN CONCRETO	m^2
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	ml
5.00 MAMPOSTERIA		
5.01	MURO EN BLOQUE H10	m^2
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA $e = 0.12$	m^2
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	m^2
6.00 CUBIERTA		
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	m^2
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	ml
7.00 INSTALACIONES HIDRAULICAS		
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	ml
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	und
8.00 INSTALACIONES SANITARIAS		
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	und
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	und
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS $D = 4"$	ml
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	und
8.05	COMBO SANITARIO	und
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	und
8.07	APARATO SANITARIO	und
8.08	DUCHA SENCILLA	und

ITEM	ACTIVIDAD	UND
8.09	PAPELERA	und
8.10	JABONERA	und
8.11	TOALLERO	und
8.12	CEPILLERA	und
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	und
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	und
9.00	PISOS Y ENCHAPES	
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	m ²
9.02	PISO CERAMICA 45X45	m ²
9.03	PISO CERAMICA 55X55	m ²
9.04	PISO CERAMICA 35X35	m ²
9.05	GUARDAESCOBA	ml
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	m ²
10.00	ACABADOS	
10.01	ESTUCO	m ²
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	m ²
11.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	
11.01	ALIMENTACION 110V	ml
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE-ROCETAS	und
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	und
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	und
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	und
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	und
12.00	CARPINTERIA	
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	und
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	und
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	und
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	m ²
12.05	CERRADURAS	und
13.00	OTROS	
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	m ³
13.02	MORTERO 1:5	m ³
13.03	MORTERO 1:4	m ³

5.2 Influencia de los tipos de tiempo sobre el rendimiento de las actividades constructivas

Para la realización de la fase dos se crearon los formatos F001, F002 y F003 que se pueden observar en las páginas 43, 44 y 45 respectivamente. El formato 001 se creó con el fin de tener una mayor facilidad y claridad en el momento de tomar las muestras en tiempo real. La toma de muestras se realizó utilizando diferentes herramientas como cronómetros y cintas métricas, al momento de iniciar la actividad se daba inicio a la medición, cada actividad realizada con el desarrollo del ítem se relacionaba con el tiempo invertido para realizarla, cuando la actividad finalizaba se detenía el cronometro y se procedía a medir la producción que se había logrado realizar. En el *anexo VI* se puede constatar que la toma de muestras se realizó con autorización de la constructora MCY, además es importante destacar que los autores no interfirieron con la realización de ninguna actividad en obra. Con la creación del formato 002 se buscó organizar los datos obtenidos en campo, esto con el objetivo de diferenciar las muestras teniendo en cuenta cada actividad necesaria para el desarrollo del ítem, su unidad de medida, cantidad realizada, el tipo de trabajo (productivo, contributivo y no contributivo) y la duración de cada una de ellas, todos estos formatos se presentan en el *Anexo I*. Con el formato 003 se logró identificar la duración de los diferentes tipos de trabajo y obtener la duración total de cada actividad teniendo en cuenta su unidad de medida y su respectiva cantidad, todos estos formatos se presentan en el *anexo II*.

5.2.1 Representación gráfica de la influencia de los tipos de tiempo.

Mediante el formato 003 se logró crear gráficos que representan los porcentajes de influencia de los diferentes tipos de trabajo sobre cada uno de los ítems, los cuales se presentan en el *Anexo III*. Esto permitió destacar la importancia de cada tipo de trabajo sobre las muestras estudiadas durante la realización de la investigación y reflejar un resultado global que se presenta en la figura 2.

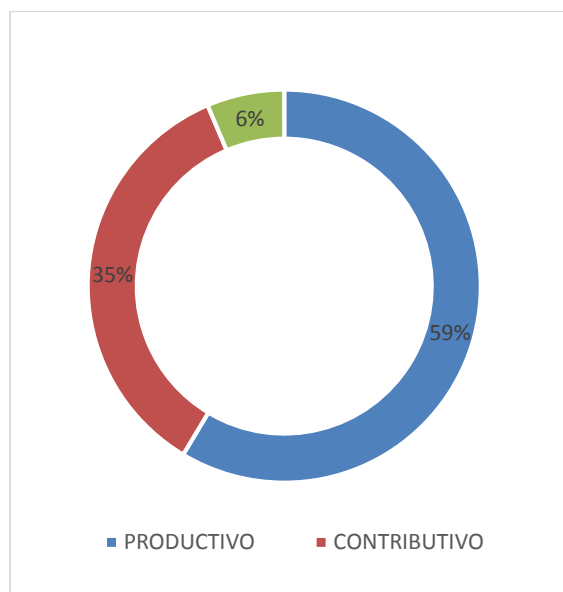


Figura 2. Influencia de los tipos de tiempo sobre todas las muestras

En base al anterior grafico se puede deducir que según la investigación solamente el 59% del tiempo total se invierte en actividades productivas, es decir en actividades donde se realiza la actividad objeto del ítem mientras que el 35% del tiempo se invierte en actividades que aunque directamente no desarrollan la actividad objeto del ítem aportan para su correcta realización

mientras que solo el 6% del tiempo tiene como objeto actividades que no aportan al desarrollo de la actividad.

5.3 Cálculo de rendimientos

5.3.1 Rendimiento de las muestras obtenidas

Para el desarrollo de la fase 3 se empleó los resultados del formato 003 y la hoja de cálculo programada en Excel por los autores, cuyo modelo se presenta en la página 56, con ella se logró determinar los rendimientos de cada una de las muestras obtenidas en campo para las diferentes actividades constructivas descritas en la estructura de desglose del trabajo (EDT), las memorias de la hoja de cálculo se presentan en el *Anexo IV* y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3.
Rendimiento de muestras obtenidas en campo

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
1.01	REPLANTEO	1	m ²	57.729
		2	m ²	57.284
		3	m ²	85.199
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	1	m ²	2.465
		2	m ²	2.621
		3	m ²	2.566
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	1	m ³	0.357
		2	m ³	0.270
		3	m ³	0.357
		4	m ³	0.274
		5	m ³	0.284
		6	m ³	0.336
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	1	m ²	1.083
		2	m ²	1.105
		3	m ²	0.997
		4	m ²	1.114
		5	m ²	1.152
		6	m ²	1.027

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
2.03	ZAPATAS A<2 m2	1	m ³	0.107
		2	m ³	0.109
		3	m ³	0.091
		4	m ³	0.099
		5	m ³	0.112
		6	m ³	0.118
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	1	m ³	0.037
		2	m ³	0.040
		3	m ³	0.038
		4	m ³	0.034
		5	m ³	0.037
		6	m ³	0.038
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	1	ml	0.533
		2	ml	0.589
		3	ml	0.536
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	1	m ³	1.202
		2	m ³	0.350
		3	m ³	0.922
		4	m ³	0.349
		5	m ³	0.358
		6	m ³	0.364
3.01	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 3/8"	1	kg	7.864
		2	kg	7.305
		3	kg	6.607
		4	kg	7.754
		5	kg	8.588
		6	kg	8.686
3.02	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 1/2"	1	kg	6.095
		2	kg	7.511
		3	kg	9.267
		4	kg	8.888
		5	kg	10.727
		6	kg	6.290
4.01	COL. DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	1	ml	0.209
		2	ml	0.237
		3	ml	0.237
		4	ml	0.231
		5	ml	0.242
		6	ml	0.232

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
		1	ml	0.457
		2	ml	0.592
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	3	ml	0.587
		4	ml	0.510
		5	ml	0.549
		6	ml	0.599
		1	ml	0.366
		2	ml	0.291
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	3	ml	0.375
		4	ml	0.408
		5	ml	0.346
		6	ml	0.273
4.04	PLACA MAZICA h=0.10	1	m ²	0.246
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 e=0.25	1	m ²	0.382
4.06	PLACA METALDECK e=0.14	1	m ²	0.467
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA e=0.25	1	m ²	0.395
		1	ml	0.049
4.08	PASOS PARA ESCALERA	2	ml	0.046
		3	ml	0.051
		1	m ²	0.361
4.09	MESON EN CONCRETO	2	m ²	0.362
		3	m ²	0.349
		1	ml	0.745
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	2	ml	0.770
		3	ml	0.736
		1	m ²	0.617
		2	m ²	0.724
5.01	MURO EN BLOQUE H10	3	m ²	0.645
		4	m ²	0.695
		5	m ²	0.774
		6	m ²	0.819

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA e=0.12	1	m ²	0.559
		2	m ²	0.612
		3	m ²	0.729
		4	m ²	0.578
		5	m ²	0.715
		6	m ²	0.779
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	1	m ²	1.412
		2	m ²	1.035
		3	m ²	1.546
		4	m ²	1.016
		5	m ²	1.034
		6	m ²	1.136
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	1	m ²	2.904
		2	m ²	2.797
		3	m ²	2.744
		4	m ²	2.553
		5	m ²	2.978
		6	m ²	3.486
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	1	ml	2.823
		2	ml	3.120
		3	ml	3.053
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	1	ml	2.785
		2	ml	2.161
		3	ml	3.397
		4	ml	2.538
		5	ml	2.493
		6	ml	3.076
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	1	und	0.794
		2	und	0.566
		3	und	0.642
		4	und	0.706
		5	und	0.652
		6	und	0.531
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	1	und	0.168
		2	und	0.157
		3	und	0.173
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	1	und	0.242
		2	und	0.276
		3	und	0.218

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS D=4"	1	ml	3.366
		2	ml	2.610
		3	ml	3.461
		4	ml	3.102
		5	ml	3.002
		6	ml	2.501
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	1	und	0.951
		2	und	0.829
		3	und	1.089
		4	und	0.937
		5	und	0.776
		6	und	1.012
8.05	INSTALACION DE COMBO SANITARIO	1	und	0.444
		2	und	0.490
		3	und	0.526
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	1	und	0.716
		2	und	1.175
		3	und	1.027
8.07	APARATO SANITARIO	1	und	1.881
		2	und	1.682
		3	und	1.905
8.08	DUCHA SENCILLA	1	und	1.793
		2	und	1.632
		3	und	1.927
8.09	PAPELERA	1	und	3.947
		2	und	6.102
		3	und	5.590
8.10	JABONERA	1	und	8.696
		2	und	4.036
		3	und	8.696
8.11	TOALLERO	1	und	5.128
		2	und	8.738
		3	und	15.00
8.12	CEPILLERA	1	und	8.145
		2	und	6.642
		3	und	7.895
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	1	und	0.530
		2	und	0.469
		3	und	0.498

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	1	und	0.264
		2	und	0.277
		3	und	0.283
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	1	m ²	4.086
		2	m ²	1.922
		3	m ²	1.604
		4	m ²	2.248
		5	m ²	1.895
		6	m ²	2.192
9.02	PISO CERAMICA 45X45	1	m ²	0.807
		2	m ²	1.779
		3	m ²	1.731
		4	m ²	1.175
		5	m ²	0.447
		6	m ²	0.442
9.03	PISO CERAMICA 55X55	1	m ²	1.212
		2	m ²	1.139
		3	m ²	0.926
		4	m ²	1.060
		5	m ²	1.155
		6	m ²	0.852
9.04	PISO CERAMICA 35X35	1	m ²	0.461
		2	m ²	0.498
		3	m ²	0.435
		4	m ²	0.450
		5	m ²	0.471
		6	m ²	0.448
9.05	GUARDAESCOBA	1	ml	13.201
		2	ml	8.760
		3	ml	13.252
		4	ml	13.36
		5	ml	8.691
		6	ml	13.342
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	1	m ²	0.274
		2	m ²	0.280
		3	m ²	0.534
		4	m ²	0.334
		5	m ²	0.495
		6	m ²	0.435

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
10.01	ESTUCO	1	m ²	3.444
		2	m ²	2.422
		3	m ²	2.472
		4	m ²	3.89
		5	m ²	2.432
		6	m ²	2.476
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	1	m ²	2.473
		2	m ²	2.991
		3	m ²	3.115
		4	m ²	2.973
		5	m ²	2.829
		6	m ²	2.512
11.01	ALIMENTACION 110V	1	ml	2.268
		2	ml	2.115
		3	ml	2.12
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE- ROCETAS	1	und	0.431
		2	und	0.490
		3	und	0.464
		4	und	0.410
		5	und	0.536
		6	und	0.474
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	1	und	0.612
		2	und	0.655
		3	und	0.580
		4	und	0.476
		5	und	0.590
		6	und	0.482
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	1	und	0.473
		2	und	0.543
		3	und	0.547
		4	und	0.493
		5	und	0.475
		6	und	0.574
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	1	und	0.587
		2	und	0.746
		3	und	0.660
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	1	und	0.217
		2	und	0.188
		3	und	0.214

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	1	und	0.544
		2	und	0.615
		3	und	0.634
		4	und	0.914
		5	und	0.793
		6	und	0.741
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	1	und	2.894
		2	und	3.644
		3	und	3.429
		4	und	4.000
		5	und	3.516
		6	und	3.226
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	1	und	1.485
		2	und	1.607
		3	und	1.253
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	1	m ²	1.799
		2	m ²	1.464
		3	m ²	0.094
		4	m ²	2.333
		5	m ²	2.028
		6	m ²	1.871
12.05	CERRADURAS	1	und	1.885
		2	und	2.293
		3	und	1.739
		4	und	1.532
		5	und	1.854
		6	und	2.296
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	1	m ³	0.336
		2	m ³	0.426
		3	m ³	0.291
		4	m ³	0.483
		5	m ³	0.295
		6	m ³	0.268
13.02	MORTERO 1:5	1	m ³	0.381
		2	m ³	0.394
		3	m ³	0.403
		4	m ³	0.367
		5	m ³	0.375
		6	m ³	0.441

ITEM	ACTIVIDAD	MUESTRA	UND	RENDIMIENTO (und/hH)
		1	m ³	0.373
		2	m ³	0.331
13.03	MORTERO 1:4	3	m ³	0.418
		4	m ³	0.351
		5	m ³	0.320
		6	m ³	0.453

Nota: Las memorias de cálculo de esta tabla se presentan en el *Anexo IV*

5.3.2 Rendimiento óptimo, probable, pesimista y esperado.

Para calcular el rendimiento esperado de cada actividad constructiva, se procedió a determinar los tres rendimientos, el óptimo, el probable y el pesimista a partir de los resultados de la tabla 3.

En la tabla 4 se presentan los 3 rendimientos hallados y el rendimiento esperado de cada ítem de la EDT hallados mediante la ecuación 2 de Estimación por tres valores (distribución Beta). Es preciso aclarar que las actividades que cuentan con seis muestras, se promediaron los dos rendimientos más óptimos, probables y pesimistas, para luego proceder hallar el esperado.

5.3.3 Rendimiento por cuadrilla de trabajo

Para hallar el rendimiento por cuadrilla de trabajo se multiplico el número de hombres de la cuadrilla por el rendimiento esperado de cada actividad, dando como resultado final de esta investigación los presentados en la tabla 5. Para dar a conocer a las personas que interactúan en el sector de la construcción la base de datos creada mediante esta investigación, se realizó una ficha técnica titulada “rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para el municipio de Ocaña norte de Santander”, la cual se presenta en las páginas 66 y 67 de este documento.

Tabla 4.
Rendimiento óptimo, normal, pesimista y esperado de cada actividad de la EDT

ITEM	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO			
		OPTIMO	NORMAL	PESIMISTA	ESPERADO
1.00	PRELIMINARES				
1.01	REPLANTEO	85.199m ² /hH	57.729m ² /hH	57.284m ² /hH	62.23m ² /hH
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	2.621 m ² /hH	2.566m ² /hH	2.465m ² /hH	2.560m ² /hH
2.00	CIMENTACION				
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	0.357 m ³ /hH	0.31m ³ /hH	0.272m ³ /hH	0.310m ³ /hH
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	1.133m ² /hH	1.094m ² /hH	1.012m ² /hH	1.090m ² /hH
2.03	ZAPATAS A<2 m2	0.115m ³ /hH	0.108m ³ /hH	0.095m ³ /hH	0.110m ³ /hH
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	0.039m ³ /hH	0.038m ³ /hH	0.036m ³ /hH	0.040m ³ /hH
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	0.589ml/hH	0.536ml/hH	0.533ml/hH	0.540ml/hH
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	1.062m ³ /hH	0.361m ³ /hH	0.35m ³ /hH	0.480m ³ /hH
3.00	ACEROS				
3.01	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 3/8"	8.637kg/hH	7.809kg/hH	6.956kg/hH	7.800kg/hH
3.02	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 1/2"	9.997kg/hH	8.2kg/hH	6.193kg/hH	8.170kg/hH
4.00	ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
4.01	COL. DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	0.240ml/hH	0.235ml/hH	0.22ml/hH	0.230ml/hH
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	0.596ml/hH	0.568ml/hH	0.484ml/hH	0.560ml/hH
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	0.392ml/hH	0.356ml/hH	0.282ml/hH	0.350ml/hH
4.04	PLACA MAZICA h=0.10	-	-	-	0.246m ² /hH
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 e=0.25	-	-	-	0.382m ² /hH
4.06	PLACA METALDECK e=0.14	-	-	-	0.467m ² /hH
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA e=0.25	-	-	-	0.395m ² /hH
4.08	PASOS PARA ESCALERA	0.051ml/hH	0.049ml/hH	0.046ml/hH	0.050ml/hH
4.09	MESON EN CONCRETO	0.362m ² /hH	0.361m ² /hH	0.349m ² /hH	0.360m ² /hH
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	0.770ml/hH	0.745ml/hH	0.736ml/hH	0.750ml/hH

ITEM	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO			
		OPTIMO	NORMAL	PESIMISTA	ESPERADO
5.00	MAMPOSTERIA				
5.01	MURO EN BLOQUE H10	0.797m ² /hH	0.71m ² /hH	0.631m ² /hH	0.710m ² /hH
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA e=0.12	0.754m ² /hH	0.664m ² /hH	0.569m ² /hH	0.660m ² /hH
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	1.479m ² /hH	1.086m ² /hH	1.025m ² /hH	1.140m ² /hH
6.00	CUBIERTA				
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	3.232m ² /hH	2.851m ² /hH	2.649m ² /hH	2.880m ² /hH
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	3.120ml/hH	3.053ml/hH	2.823ml/hH	3.030ml/hH
7.00	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	3.237ml/hH	2.662ml/hH	2.327ml/hH	2.700ml/hH
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	0.75und/hH	0.647und /hH	0.549und /hH	0.65und /hH
8.00	INSTALACIONES SANITARIAS				
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	0.173und /hH	0.168und /hH	0.157und /hH	0.17und /hH
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	0.276und /hH	0.242und /hH	0.218und /hH	0.24und /hH
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS D=4"	3.414 ml/hH	3.052ml/hH	2.556ml/hH	3.030ml/hH
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	1.051und /hH	0.944und /hH	0.803und /hH	0.94und /hH
8.05	COMBO SANITARIO	0.526und /hH	0.49und /hH	0.444und /hH	0.49und /hH
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	1.175und /hH	1.027und /hH	0.716und /hH	1.0und /hH
8.07	APARATO SANITARIO	1.905und /hH	1.881und /hH	1.682und /hH	1.85und /hH
8.08	DUCHA SENCILLA	1.927und /hH	1.793und /hH	1.632und /hH	1.79und /hH
8.09	PAPELERA	6.102und /hH	5.59und /hH	3.947und /hH	5.40und /hH
8.10	JABONERA	8.696und /hH	8.696und /hH	4.036und /hH	7.92und /hH
8.11	TOALLERO	15.00und /hH	8.738und /hH	5.128und /hH	9.18und /hH
8.12	CEPILLERA	8.145und /hH	7.895und /hH	6.642und /hH	7.73und /hH
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	0.530und /hH	0.498und /hH	0.469und /hH	0.50und /hH
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	0.283und /hH	0.277und /hH	0.264und /hH	0.28und /hH

ITEM	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO			
		OPTIMO	NORMAL	PESIMISTA	ESPERADO
9.00	PISOS Y ENCHAPES				
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	3.167m ² /hH	2.057m ² /hH	1.75m ² /hH	2.190m ² /hH
9.02	PISO CERAMICA 45X45	1.755m ² /hH	0.991m ² /hH	0.445m ² /hH	1.030m ² /hH
9.03	PISO CERAMICA 55X55	1.184m ² /hH	1.100m ² /hH	0.889m ² /hH	1.080m ² /hH
9.04	PISO CERAMICA 35X35	0.485m ² /hH	0.456m ² /hH	0.442m ² /hH	0.460m ² /hH
9.05	GUARDAESCOBA	13.351ml/hH	13.227ml/hH	8.726ml/hH	12.50ml/hH
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	0.515m ² /hH	0.385m ² /hH	0.277m ² /hH	0.390m ² /hH
10.00	ACABADOS				
10.01	ESTUCO	3.667m ² /hH	2.474m ² /hH	2.427m ² /hH	2.67m ² /hH
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	3.053m ² /hH	2.901m ² /hH	2.493m ² /hH	2.86m ² /hH
11.00	INSTALACIONES ELECTRICAS				
11.01	ALIMENTACION 110V	2.268ml/hH	2.120ml/hH	2.115ml/hH	2.140ml/hH
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE-ROCETAS	0.513und/hH	0.469und/hH	0.421und/hH	0.470und/hH
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	0.634und/hH	0.585und/hH	0.479und/hH	0.580und/hH
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	0.561und/hH	0.518und/hH	0.474und/hH	0.520und/hH
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	0.746und/hH	0.66und/hH	0.587und/hH	0.660und/hH
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	0.217und/hH	0.214und/hH	0.188und/hH	0.210und/hH
12.00	CARPINTERIA				
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	0.854und /hH	0.688und /hH	0.58und /hH	0.70und /hH
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	3.822und /hH	3.473und /hH	3.06und /hH	3.46und /hH
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	1.607und /hH	1.485und /hH	1.253und /hH	1.47und /hH
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	2.181m ² /hH	1.835m ² /hH	0.779m ² /hH	1.720m ² /hH
12.05	CERRADURAS	2.295und /hH	1.87und /hH	1.636und /hH	1.90und /hH

ITEM	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO			
		OPTIMO	NORMAL	PESIMISTA	ESPERADO
13.00 OTROS					
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	0.455m ³ /hH	0.316m ³ /hH	0.28m ³ /hH	0.330m ³ /hH
13.02	MORTERO 1:5	0.422m ³ /hH	0.388m ³ /hH	0.371m ³ /hH	0.390m ³ /hH
13.03	MORTERO 1:4	0.436m ³ /hH	0.362m ³ /hH	0.326m ³ /hH	0.370m ³ /hH

Tabla 5. Rendimiento de mano de obra por cuadrilla de trabajo.

ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO
1.00	PRELIMINARES		
1.01	REPLANTEO	1 : 1	0.01h/m2
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	0 : 1	0.39h/m2
2.00	CIMENTACION		
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	0 : 1	3.23h/m3
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	1 : 1	0.46h/m2
2.03	ZAPATAS A<2 m2	1 : 1	4.55h/m3
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	1 : 1	12.5h/m3
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	1 : 1	0.93h/ml
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	1 : 1	1.04h/m3
3.00	ACEROS		
3.01	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 3/8"	1 : 1	0.06h/kg
3.02	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 1/2"	1 : 1	0.06h/kg
4.00	ESTRUCTURAS EN CONCRETO		
4.01	COL. DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	1 : 1	2.17h/ml
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	1 : 1	0.89h/ml
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	1 : 1	1.43h/ml
4.04	PLACA MAZICA h=0.10	1 : 1	2.03h/m2
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 e=0.25	1 : 1	1.31h/m2
4.06	PLACA METALDECK e=0.14	1 : 1	1.07h/m2
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA e=0.25	1 : 1	1.27h/m2
4.08	PASOS PARA ESCALERA	1 : 1	10.00h/mL
4.09	MESON EN CONCRETO	1 : 1	1.39h/m2
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	1 : 1	0.67h/ml
5.00	MAMPOSTERIA		
5.01	MURO EN BLOQUE H10	1 : 1	0.70h/m2
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA e=0.12	1 : 1	0.76h/m2
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	1 : 1	0.44h/m2
6.00	CUBIERTA		
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	1 : 1	0.17h/m2
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	1 : 1	0.17h/ml

ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO
7.00	INSTALACIONES HIDRAULICAS		
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	1 : 1	0.19h/ml
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	1 : 1	0.77h/und
8.00	INSTALACIONES SANITARIAS		
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	1 : 1	2.94h/und
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	1 : 1	2.08h/und
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS D=4"	1 : 1	0.17h/ml
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	1 : 1	0.53h/und
8.05	COMBO SANITARIO	1 : 1	1.02h/und
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	1 : 1	0.50h/und
8.07	APARATO SANITARIO	1 : 1	0.27h/und
8.08	DUCHA SENCILLA	1 : 1	0.28h/und
8.09	PAPELERA	1 : 1	0.09h/und
8.10	JABONERA	1 : 1	0.06h/und
8.11	TOALLERO	1 : 1	0.05h/und
8.12	CEPILLERA	1 : 1	0.06h/und
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	1 : 1	1.00h/und
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	1 : 1	1.79h/und
9.00	PISOS Y ENCHAPES		
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	1 : 1	0.23h/m2
9.02	PISO CERAMICA 45X45	1 : 1	0.49h/m2
9.03	PISO CERAMICA 55X55	1 : 1	0.46h/m2
9.04	PISO CERAMICA 35X35	1 : 1	1.09h/m2
9.05	GUARDAESCOBA	1 : 1	0.04h/ml
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	1 : 1	1.28h/m2
10.00	ACABADOS		
10.01	ESTUCO	1 : 1	0.19h/m2
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	1 : 1	0.17h/m2
11.00	INSTALACIONES ELECTRICAS		
11.01	ALIMENTACION 110V	1 : 1	0.23h/ml
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE-ROSETAS	1 : 1	1.06h/und
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	1 : 1	0.86h/und
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	1 : 1	0.96h/und
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	1 : 1	0.76h/und
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	1 : 1	2.38h/und

ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO
12.00	CARPINTERIA		
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	1 : 1	0.71h/und
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	1 : 1	0.14h/und
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	1 : 1	0.34h/und
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	1 : 1	0.29h/m2
12.05	CERRADURAS	1 : 1	0.26h/und
13.00	OTROS		
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	1 : 1	1.52h/m3
13.02	MORTERO 1:5	1 : 1	1.28h/m3
13.03	MORTERO 1:4	1 : 1	1.35h/m3

Ficha técnica de los resultados de la investigación

RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL PARA EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER			
ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO
1.00 PRELIMINARES			
1.01	REPLANTEO	1 : 1	0.01h/m2
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	0 : 1	0.39h/m2
2.00 CIMENTACION			
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	0 : 1	3.23h/m3
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	1 : 1	0.46h/m2
2.03	ZAPATAS A<2 m2	1 : 1	4.55h/m3
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	1 : 1	12.5h/m3
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	1 : 1	0.93h/ml
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	1 : 1	1.04h/m3
3.00 ACEROS			
3.01	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 3/8"	1 : 1	0.06h/kg
3.02	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 1/2"	1 : 1	0.06h/kg
4.00 ESTRUCTURAS EN CONCRETO			
4.01	COL. DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	1 : 1	2.17h/ml
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	1 : 1	0.89h/ml
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	1 : 1	1.43h/ml
4.04	PLACA MACIZA h=0.10	1 : 1	2.03h/m2
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 e=0.25	1 : 1	1.31h/m2
4.06	PLACA METALDECK e=0.14	1 : 1	1.07h/m2
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA e=0.25	1 : 1	1.27h/m2
4.08	PASOS PARA ESCALERA	1 : 1	10.00h/mL
4.09	MESON EN CONCRETO	1 : 1	1.39h/m2
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	1 : 1	0.67h/ml
5.00 MAMPOSTERIA			
5.01	MURO EN BLOQUE H10	1 : 1	0.70h/m2
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA e=0.12	1 : 1	0.76h/m2
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	1 : 1	0.44h/m2
6.00 CUBIERTA			
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	1 : 1	0.17h/m2
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	1 : 1	0.17h/ml
7.00 INSTALACIONES HIDRAULICAS			
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	1 : 1	0.19h/ml
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	1 : 1	0.77h/und
8.00 INSTALACIONES SANITARIAS			
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	1 : 1	2.94h/und
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	1 : 1	2.08h/und
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS D=4"	1 : 1	0.17h/ml
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	1 : 1	0.53h/und
8.05	COMBO SANITARIO	1 : 1	1.02h/und
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	1 : 1	0.50h/und
8.07	APARATO SANITARIO	1 : 1	0.27h/und
8.08	DUCHA SENCILLA	1 : 1	0.28h/und

ITEM	ACTIVIDAD	CUADRILLA	RENDIMIENTO
8.09	PAPELERA	1 : 1	0.09h/und
8.10	JABONERA	1 : 1	0.06h/und
8.11	TOALLERO	1 : 1	0.05h/und
8.12	CEPILLERA	1 : 1	0.06h/und
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	1 : 1	1.00h/und
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	1 : 1	1.79h/und
9.00 PISOS Y ENCHAPES			
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	1 : 1	0.23h/m2
9.02	PISO CERAMICA 45X45	1 : 1	0.49h/m2
9.03	PISO CERAMICA 55X55	1 : 1	0.46h/m2
9.04	PISO CERAMICA 35X35	1 : 1	1.09h/m2
9.05	GUARDAESCOBA	1 : 1	0.04h/ml
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	1 : 1	1.28h/m2
10.00 ACABADOS			
10.01	ESTUCO	1 : 1	0.19h/m2
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	1 : 1	0.17h/m2
11.00 INSTALACIONES ELECTRICAS			
11.01	ALIMENTACION 110V	1 : 1	0.23h/ml
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE-ROSETAS	1 : 1	1.06h/und
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	1 : 1	0.86h/und
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	1 : 1	0.96h/und
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	1 : 1	0.76h/und
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	1 : 1	2.38h/und
12.00 CARPINTERIA			
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	1 : 1	0.71h/und
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	1 : 1	0.14h/und
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	1 : 1	0.34h/und
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	1 : 1	0.29h/m2
12.05	CERRADURAS	1 : 1	0.26h/und
13.00 OTROS			
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	1 : 1	1.52h/m3
13.02	MORTERO 1:5	1 : 1	1.28h/m3
13.03	MORTERO 1:4	1 : 1	1.35h/m3

Tesis: Estudio de rendimientos de mano de obra en viviendas de interés social para la creación de una base de datos real del municipio de Ocaña Norte de Santander.

Estudiantes: *Alvaro Jose Quintero Rojas – alvaro.quintero17@hotmail.com

*Susana Maria Plata Jimenez – Susana.plataj@gmail.com

Director: Esp. Pedro Nel Angarita Uscategui – pnangarita@ufpso.edu.co

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

2016

5.4 Comparación de resultados

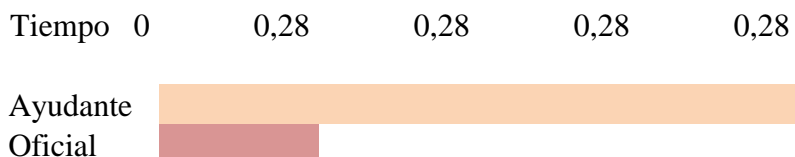
Para el desarrollo de la fase 4 se hizo necesario entrar en contacto con algunos funcionarios de la alcaldía municipal para conocer cuál es la base de datos utilizada por el municipio, en dicha ocasión se conoció que la base de datos utilizada era la proporcionada por la revista *CONSTRUPRECIOS*, dicha base de datos contiene información sobre rendimientos constructivos de la ciudad de Cúcuta y Bucaramanga. Es importante destacar la forma en que la revista expresa los rendimientos, se tomó un ítem puntual para demostrar el análisis realizado, en este caso se eligió el ítem 44.10.03. ANTEPISO $e=0.05$ como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.

Rendimiento de mano de obra para antepiso, Construprecios

ACTIVIDAD	UNIDAD	OFICIAL HORA	AYUDANTE HORA
ANTEPISO $e=0.05$	M2	0,28	1,12

Como se puede observar dicha revista proporciona la cantidad de horas hombre que se deben emplear para realizar una unidad de actividad seleccionada. Esta forma de expresar rendimientos se puede ver reflejada en la siguiente línea de tiempo.



Esto nos permite ver que la inversión de tiempo realizada por el oficial tiene como objetivo dar inicio a la actividad y crear un plan de trabajo para luego permitirle al ayudante terminar la tarea, siendo así 1,12 horas el tiempo total necesario para realizar la unidad de antepiso. Basados

en esto se toma la mayor inversión de tiempo entre el oficial y el ayudante como la duración total de la actividad realizada con el fin de comparar dicho rendimiento y el obtenido en la investigación.

5.4.1 Paralelo de rendimientos

La primera comparación realizada se presentan en la tabla 7, en la cual se realizó una resta para conocer la diferencia de rendimiento de construprecios respecto al rendimiento obtenido mediante esta investigación, es decir, el rendimiento del municipio de Ocaña Norte de Santander, cuyo resultado negativo (-) representa que en el municipio existe un mayor rendimiento en la actividad y el resultado positivo (+) indica un menor rendimiento en el municipio.

Tabla 7.

Paralelo de rendimientos obtenidos en la investigación y los empleados por Construprecios.

ITEM	ACTIVIDAD	AUTOR	CONSTRUPRECIOS	DIFERENCIA DE RENDIMIENTO	
1.00 PRELIMINARES					
1.01	REPLANTEO	0.01h/m2	0.03h/m2	-0.02h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
1.02	DESMONTE MANUAL SIN RETIRO	0.39h/m2	0.50h/m2	-0.11h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
2.00 CIMENTACION					
2.01	EXCAVACION MANUAL SIN CLASIFICAR	3.23h/m3	6.00h/m3	-2.77h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
2.02	CONCRETO DE SANEAMIENTO e=0.05	0.46h/m2	1.20h/m2	-0.74h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
2.03	ZAPATAS A<2 m2	4.55h/m3	26.25h/m3	-21.7h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
2.04	VIGA DE AMARRE DE CIMENTACION	12.50h/m3	28.88h/m3	-16.38h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
2.05	VIGA DE CIMENTACION 30x30	0.93h/ml	3.18h/ml	-2.25h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
2.06	COMPACTACION DE RELLENO MANUALMENTE	1.04h/m3	6.00h/m3	-4.96h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
3.00 ACEROS					
3.01	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 3/8"	0.06h/kg	0.15h/kg	-0.09h/kg	Mayor rendimiento en el municipio
3.02	REFUERZO Fy= 4200 Kg/cm2 1/2"	0.06h/kg	0.15h/kg	-0.09h/kg	Mayor rendimiento en el municipio
4.00 ESTRUCTURAS EN CONCRETO					
4.01	COL.DE CONFINAMIENTO CON REFUERZO 12x25	2.17h/ml	1.65h/ml	0.52h/ml	Menor rendimiento en el municipio
4.02	COL. DE CONFINAMIENTO SIN REFUERZO 12x25	0.89h/ml	1.32h/ml	-0.43h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
4.03	VIGA 12x25 CON REFUERZO	1.43h/ml	1.46h/ml	-0.03h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
4.04	PLACA MAZICA h=0.10	2.03h/m2	3.47h/m2	-1.44h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
4.05	PLACA ALIGERDA 1 DIR. BLOQUE H15 e=0.25	1.31h/m2	5.37h/m2	-4.06h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
4.06	PLACA METALDECK e=0 .14	1.07h/m2	3.20h/m2	-2.13h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
4.07	PLACA ALIGERADA CASETON DE MADERA e=0.25	1.27h/m2	5.36h/m2	-4.09h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
4.08	PASOS PARA ESCALERA	10.0h/mL	0.68h/mL	9.32h/mL	Menor rendimiento en el municipio
4.09	MESON EN CONCRETO	1.39h/m2	4.45h/m2	-3.06h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
4.10	BORDILLO POCETA DUCHA	0.67h/ml	1.00h/ml	-0.33h/ml	Mayor rendimiento en el municipio

ITEM	ACTIVIDAD	AUTOR	CONSTRUPRECIOS	DIFERENCIA DE RENDIMIENTO	
5.00 MAMPOSTERIA					
5.01	MURO EN BLOQUE H10	0.70h/m2	0.60h/m2	0.10h/m2	Menor rendimiento en el municipio
5.02	MURO LADRILLO DE OBRA e=0.12	0.76h/m2	0.87h/m2	-0.11h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
5.03	PAÑETE RUSTICO MURO 1:5	0.44h/m2	0.93h/m2	-0.49h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
6.00 CUBIERTA					
6.01	TEJA ONDULADA ETERNIT N°8 2.4x0.90	0.17h/m2	0.60h/m2	-0.43h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
6.02	CABALLETE FIJO ETERNIT	0.17h/ml	0.20h/ml	-0.03h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
7.00 INSTALACIONES HIDRAULICAS					
7.01	TUBERIA AGUA A PRESION	0.19h/ml	0.50h/ml	-0.31h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
7.02	PUNTO HIDRAULICO 1/2"	0.77h/und	0.80h/und	-0.03h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.00 INSTALACIONES SANITARIAS					
8.01	CAJA DE INSPECCION 80X80X80	2.94h/und	6.25h/und	-3.31h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.02	CAJA DE INSPECCION 60X60X60	2.08h/und	8.00h/und	-5.92h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.03	TUBERIA AGUAS SERVIDAS D=4"	0.17h/ml	0.50h/ml	-0.33h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
8.04	PUNTO DESAGÜE PVC 3"	0.53h/und	1.33h/und	-0.80h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.05	COMBO SANITARIO	1.02h/und	1.60h/und	-0.58h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.06	LAVAMANOS DE COLGAR	0.50h/und	1.7h/und	-1.20h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.07	APARATO SANITARIO	0.27h/und	1.6h/und	-1.33h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.08	DUCHA SENCILLA	0.28h/und	1.6h/und	-1.32h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.09	PAPELERA	0.09h/und	0.6h/und	-0.51h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.10	JABONERA	0.06h/und	0.6h/und	-0.54h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.11	TOALLERO	0.05h/und	0.6h/und	-0.55h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.12	CEPILLERA	0.06h/und	0.6h/und	-0.54h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.13	LAVAPLATOS EN ACERO	1.00h/und	1.60h/und	1.00h/und	Mayor rendimiento en el municipio
8.14	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO	1.79h/und	2.67h/und	-0.88h/und	Mayor rendimiento en el municipio

ITEM	ACTIVIDAD	AUTOR	CONSTRUPRECIOS	DIFERENCIA DE RENDIMIENTO	
9.00 PISOS Y ENCHAPES					
9.01	ANTEPISO EN CONCRETO E=0.05	0.23h/m2	1.12h/m2	-0.89h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
9.02	PISO CERAMICA 45X45	0.49h/m2	1.00h/m2	-0.51h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
9.03	PISO CERAMICA 55X55	0.46h/m2	1.00h/m2	-0.54h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
9.04	PISO CERAMICA 35X35	1.09h/m2	1.00h/m2	0.09h/m2	Menor rendimiento en el municipio
9.05	GUARDAESCOBA	0.04h/ml	1.20h/ml	-1.16h/ml	Mayor rendimiento en el municipio
9.06	ENCHAPE TABLETA 25X40	1.28h/m2	1.00h/m2	0.28h/m2	Menor rendimiento en el municipio
10.00 ACABADOS					
10.01	ESTUCO	0.19h/m2	0.25h/m2	-0.06h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
10.02	PINTURA VINILO SOBRE ESTUCO (2 MANOS)	0.17h/m2	0.20h/m2	-0.03h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
11.00 INSTALACIONES ELECTRICAS					
11.01	ALIMENTACION 110V	0.23h/ml	0.13h/mL	0.10h/mL	Menor rendimiento en el municipio
11.02	SALIDA DE ALUMBRADO INCANDESCENTE-ROCETAS	1.06h/und	1.60h/und	-0.54h/und	Mayor rendimiento en el municipio
11.03	SALIDA TOMA REGULADA 110V	0.86h/und	1.75h/und	-0.89h/und	Mayor rendimiento en el municipio
11.04	SALIDA PARA INTERRUPTOR CONMUTABLE	0.96h/und	1.60h/und	-0.64h/und	Mayor rendimiento en el municipio
11.05	SALIDA TELEVISION DE CABLE COAXIAL	0.76h/und	1.43h/und	-0.67h/und	Mayor rendimiento en el municipio
11.06	TABLERO 6 CIRCUITOS	2.38h/und	2.00h/und	0.38h/und	Menor rendimiento en el municipio
12.00 CARPINTERIA					
12.01	MARCO PUERTA EN MADERA (1.0X2.0X.08)	0.71h/und	2.00h/und	-1.29h/und	Mayor rendimiento en el municipio
12.02	HOJA PUERTA 1.0X2.0	0.14h/und	0.80h/und	-0.66h/und	Mayor rendimiento en el municipio
12.03	PUERTA BALCON DE UN FIJO Y UN ABATIBLE	0.34h/und	2.00h/und	-1.66h/und	Mayor rendimiento en el municipio
12.04	VENTANA HOJA DE CORRER	0.29h/m2	0.90h/m2	-0.61h/m2	Mayor rendimiento en el municipio
12.05	CERRADURAS	0.26h/und	1.00h/und	-0.74h/und	Mayor rendimiento en el municipio
13.00 OTROS					
13.01	CONCRETO 21.0 MPA	1.52h/m3	4.00h/m3	-2.48h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
13.02	MORTERO 1:5	1.28h/m3	4.00h/m3	-2.72h/m3	Mayor rendimiento en el municipio
13.03	MORTERO 1:4	1.35h/m3	4.00h/m3	-2.65h/m3	Mayor rendimiento en el municipio

5.4.2 Paralelo duración de obra

Para lograr ver de forma más práctica las diferencias entre los rendimientos de las dos bases de datos, la constructora MCY facilitó los planos que se encuentran en el *Anexo VI* y cantidades de obra para la realización del primer nivel de una vivienda de tipo interés social con las especificaciones que ellos tienen planteadas, se planteó una EDT la cual se presenta en la tabla 8 junto a las cantidades de obra y ambas duraciones de cada una de las actividades constructivas para la realización de la vivienda en mención.

Tabla 8.

EDT, cantidades de obra y duración de actividades constructivas para viviendas de Villa Mariana

Ítem	Actividad	Und	Cantidad	Duración (días)	
				Construprecios	Autores
1.00	PRELIMINARES				
1.01	Localización	m2	99	1	1
1.02	Limpieza de terreno	m2	135	8	6
2.00	CIMENTACION Y ESTRUCTURA				
2.01	Excavación de vigas	m3	14	10	3
2.02	Solado pobre	m2	170	23	9
2.03	Vigas de piso 30*30	m3	6.3	21	9
2.04	Columna en concreto .12x.25 sin refuerzo	ml	47.6	7	5
2.05	Placa aligerada en concreto	m2	88	32	11
2.06	Columna en concreto .12x.25	ml	42.5	0	0
2.07	Segunda placa aligerada en concreto	m2	88	0	0
2.08	Gradas concreto	ml	4	1	0
2.09	Mesón en concreto	m2	1.5	1	1
2.10	Acero de refuerzo	kg	1436.5	24	10
3.00	MAPOSTERIA				
3.01	Muro bloque H10	m2	167	12	13
3.02	Pañete sobre muro	m2	225	24	11
3.03	Muro bloque segundo piso	m2	175	0	0
3.04	Pañete segundo piso	m2	350	0	0
4.00	CUBIERTA				
4.01	Teja ondulada	m2	99	7	2
5.00	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
5.01	Punto sanitario 3-4"	und	11	2	1

Ítem	Actividad	Und	Cantidad	Duración (días)	
				Construprecios	Autores
5.02	Tubería de aguas servidas 4"	ml	16	1	1
5.03	Punto hidráulico 1/2"	und	12.5	2	2
5.04	Red agua potable 1/2"	ml	9	1	1
5.05	Caja de inspección 80x80x80	und	2	2	1
6.00	PISOS ENCHAPES				
6.01	Antepiso concreto	m2	99	13	3
6.02	piso cerámica 55x55	m2	93.5	11	5
6.03	cerámica muros 25x40	m2	36	4	6
7.00	PINTURA				
7.01	Estuco muros	m2	225	7	5
7.02	Pintura vinilo	m2	225	5	5
8.00	INSTALACIONES ELECTRICAS				
8.01	Punto eléctrico	und	26	6	3
8.02	Salida de alumbrado incandescente	und	14.5	3	2
8.03	Alimentación	ml	15	1	1
8.04	Tablero eléctrico	und	1	1	1
8.05	Punto teléfono	und	2	0	0
8.06	Punto tv	und	2	1	1
9.00	VARIOS				
9.01	Instalación combo sanitario	und	2	1	1
9.02	Puertas de madera interiores	und	5	2	1
9.03	Puertas de acceso	und	1	1	1
9.04	Ventana de aluminio	m2	16	2	1
9.05	Lavadero prefabricado	und	1	1	1
9.06	Lavaplatos en acero	und	1	1	1

A partir de los rendimientos planteados por la revista CONSTRUPRECIOS se logró determinar que la duración del proyecto sería de 225 días hábiles mientras que la duración del proyecto con los rendimientos basados en la investigación de los autores sería de 112 días, teniendo en cuenta el hecho de que un mes tiene 30 días de los cuales se descuentan 4 domingos suponiendo el hecho de que el mes tenga 4 semanas completas se tendría un total de 26 días hábiles por mes. Esto propone que la planeación con los rendimientos encontrados en esta investigación repercute en una reducción del 50.23% de la duración de la obra.

Conclusiones

Durante la investigación se pudo constatar que para la realización de todos los ítems se destacaban tres etapas: una en que los ayudantes y oficial preparaban todo para poder iniciar la actividad, otra etapa mientras realizaban la actividad y otra en donde realizaban actividades no relacionadas con el ítem en desarrollo. Estas tres etapas se definen durante la investigación como tiempo contributivo, productivo y no contributivo. Al iniciar la investigación se pensó que la inversión en tiempo productivo correspondía a la gran mayoría de la duración de la actividad pero los resultados obtenidos al analizar la influencia de los tres tipos de tiempos permitió concluir que prácticamente la mitad del tiempo se invierte en actividades que contribuyen a la actividad o en su defecto no se relacionan con el ítem.

En algunos casos los ayudantes y oficiales comentaron que era excesivo el tiempo que se empleaba en preparar el lugar y materiales para poder desarrollar la actividad. Ítems como replanteo, zapatas, vigas de cimentación, pasos para escalera, bordillo de poceta de ducha, tubería de agua a presión, punto hidráulico, punto de desagüe, lavaplatos, lavadero prefabricado, enchape de tableta 25x40, alimentación, salida de alumbrado incandescente roseta, salida toma regulada 110v, salida para interruptor conmutable, salida televisión cable coaxial e instalación de hoja de puerta tienen inversiones de tiempo contributivo superiores al 50%. Al analizar la planeación total de la figura 3 y partiendo de los porcentajes obtenidos en la figura 2 para una obra como la estudiada en esta investigación que tendría una duración aproximada de 112 días hábiles, según los resultados obtenidos en la investigación 39 días se emplearían en actividades que contribuyen al desarrollo del proyecto pero no son productivas mientras que prácticamente 7 días se emplearían en actividades que no se relacionan con el ítem.

Podemos concluir que la inversión en actividades no productivas que es del 41% en promedio es demasiado influyente, aunque el 35% de los recursos invertidos se destinan a actividades que contribuyen al desarrollo de la actividad no deja de ser un motivo de análisis el hecho de que casi la mitad del tiempo se emplee en actividades que no son productivas.

Con el paralelo de rendimientos obtenidos de la investigación y los empleados por la base de datos construprecios, se pudo concluir que en el municipio un 89% de las actividades constructivas de la estructura de desglose de trabajo planteada para la realización de este proyecto, se ejecutan en un menor tiempo respecto al propuesto por construprecios, y solo en un 11% de las actividades de la EDT se invierte mayor tiempo en ser ejecutadas en el municipio.

La comparación de las líneas de tiempo basadas en los dos tipos de rendimientos permitió ver que al realizar la planeación de obra con los rendimientos reales calculados durante la ejecución de esta investigación, el proyecto de construcción de la primera fase de una vivienda familiar de tipo interés social del proyecto villa mariana tendría una reducción del 50,23% respecto a la planeada en base a los rendimientos propuestos por construprecios. Dicho porcentaje hace concluir que la región de Ocaña cuenta con rendimientos muy superiores a los presentados por la revista construprecios (Base de datos usada para la formulación de proyectos en la región) para las ciudades de Cúcuta y Bucaramanga. Dichos resultados permiten concluir que la formulación de proyectos para el municipio de Ocaña al estar basados en los rendimientos de dicha revista, han sido sobredimensionada puesto que el personal de la región es capaz de desarrollar las mismas actividades con menores inversiones de tiempo.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda investigar los factores que podrían estar causando el incumplimiento de la planeación inicial de proyectos ingenieriles en la región, ya se ha descartado la opción de que las demoras sean generadas por los bajos rendimientos del personal de la región, además existen otros factores que inciden en gran manera en el éxito de la planeación de este tipo de proyectos.

En próximos estudios de este tipo se debería considerar que factores externos pueden hacer que el rendimiento del personal disminuya: el clima, situación emocional e interpersonal pueden ser causantes de variaciones en los rendimientos planteados en esta investigación, la evaluación de dichos factores podría explicar el porqué de estos.

Sería importante que en futuras investigaciones se intente plantear factores que reduzcan el tiempo invertido en actividades no productivas, considerando que el 42% del tiempo se invierte en dichas actividades, la reducción de esta influencia significaría reducción de los recursos invertidos en el proyecto, principalmente reducciones en mano de obra y por lo tanto mayores beneficios para la el proyecto.

Considerando que con la presente investigación la región cuenta con una base de datos de rendimientos de consumo de mano de obra real, el siguiente paso sería la creación de base de datos sobre análisis de precios unitarios, considerando los precios de los materiales en la región y verificando las cantidades de material invertidos para la realización de cada ítem.

Referencias

- (13 de Noviembre de 2014). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/tiempo/>
- Arboleda, S. A. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. Tesis , Universidad Nacional de Colombia, Medellín .
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad de EAFIT N°128*.
- Colegio La Salle Envigado. (s.f.). www.socialismosalle.8m.com. Obtenido de http://www.socialismosalle.8m.com/El%20_Trabajo_Segun_Engels.htm
- Damian Cayllahua, K. L., & Soto Matos, H. B. (2014). *Propuesta de Rendimiento de mano de obra en excavaciones de la ciudad de Huancayo*. Tesis, Huancayo.
- Echegoyen, J. (s.f.). *Historia de la filosofía - Volumen 3* . Obtenido de <http://www.e-torredebabel.com/Historia-de-la-filosofia/Filosofiacontemporanea/Marx/Marx-Trabajo.htm>
- Eluti, M. E. (04 de Septiembre de 2008). <http://munireduardoeluticueto.blogspot.com.co/>. Obtenido de <http://munireduardoeluticueto.blogspot.com.co/2008/09/estudio-sobre-el-concepto-del-trabajo.html>
- Explorable. (24 de Noviembre de 2010). *Metodo de muestreo Secuencial*. Obtenido de <https://explorable.com/es/metodo-de-muestreo-secuencial-es>
- Gónima, C. (09 de Agosto de 2012). *Trabajo de Campo*. Obtenido de <https://comunicacioneinvest3.wordpress.com/2012/08/09/revision-documental/>
- Ingeniero Beta*. (2015). Obtenido de <http://ingenierobeta.com/historia-de-la-ingenieria-civil>
- Laboratorio de las TI. (s.f.). *Estimación de 3 Puntos (Three-Point Estimation) para la Gestión de Proyectos*. Obtenido de <http://www.laboratorioti.com/2013/04/11/estimacion-de-3-puntos-three-point-estimation-para-la-gestion-de-proyectos/>
- Laura, B. D. (23 de Febrero de 2011). *es.slideshare.net*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/papirrinelgrande/evaluacin-de-desempeo-7038890>

- Lopez, C. (11 de Marzo de 2011). *Gestiopolis*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- Maecha, L. C. (2010). *Analisis comparativo del rendimiento de la mano de obra en la construccion de un edificio*. Tesis , Pontificia Universidad Javeriana, Bogota.
- Oliva, R. (2013). *Rendimientos de mano de obra en renglones basicos para la construccion, en viviendas de mamposteria de un nivel, en el area metropolitana Guatemanteca*. Tesis, Universidad San Carlos de Guatemala.
- Torres, M. (26 de Julio de 2008). Obtenido de <http://infocalser.blogspot.com.co/2008/07/la-productividad-concepto-y-factores.html>

Anexos

Anexo I. Formatos 002 empleados durante la investigación.

Anexo II. Formatos 003 empleados durante la investigación.

Anexo III. Figuras de influencia de tiempos por ítem.

Anexo IV. Memorias de cálculo de la tabla 3.

Anexo V. Registro fotográfico.

Anexo VI. Otros.