

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA Y NIVEL
DE DESPERDICIO DE LOS MATERIALES EN
CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERÍA -CAJAMARCA.**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL

Presentado por el Bachiller:
MILTON RAFAEL MANYA

Asesor:
Ing. Ever Rodríguez Guevara

Cajamarca, Diciembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco especialmente a Dios dueño de mi vida por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, doy gracias a mis padres, hermanos y a mi familia, por su apoyo incondicional, durante mi carrera universitaria.

Agradezco al Ing. Ever Rodríguez Guevara, por su asesoramiento, confianza, apoyo y dedicación de tiempo en el presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona. A mis padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. A mis hermanos por estar siempre presente brindándome aliento para seguir en el camino del bien.

ÍNDICE

CONTENIDO	pág.
Agradecimientos	ii
Dedicatoria.....	iii
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	01
Introducción.....	01
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	05
2.1 Antecedentes Teóricos de la Investigación.....	05
2.1.1 Estudios sobre la eficiencia de la mano de obra.....	05
2.1.2 Estudios sobre el nivel de desperdicios de los materiales utilizados en las obras de construcción civil.....	08
2.2 BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1 Productividad de la mano de obra en la construcción.....	10
2.2.2 Concepto de desperdicios de materiales.....	14
2.2.3 Clasificación del desperdicio de materiales.....	14
2.2.4 Principales causas de los desperdicios de materiales.....	17
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
Definición de términos básicos.....	24

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
A. Procedimiento.....	26
A.1. Ubicación de las construcciones del estudio.....	27
A.2. Población y muestra.....	28
A.3 Técnicas e instrumentos de recolección.....	28
B. Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.....	31
B.1. Carta Balance.....	31
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
A: Colocación concreto en zapatas.....	33
B: Colocación de ladrillos.....	48
C: Nivel de desperdicio de materiales.....	62
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
Conclusiones y recomendaciones.....	67
Referencias bibliográficas.....	69
CAPÍTULO VI. ANEXOS.....	70
Anexos.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Título	pág.
Tabla 1. Porcentaje de desperdicio de los materiales según Capeco	08
Tabla 2. Índices de pérdidas de materiales.....	09
Tabla 3. incidencia de los recursos en las obras	12
Tabla 4. Los 8 desperdicios de la construcción.....	18
Tabla 5. Causas de los desperdicios de materiales.....	22
Tabla 6. Identificación y clasificación de desperdicio de materiales (perdida directa).....	23
Tabla 7. Identificación y clasificación de desperdicio de materiales (perdida indirecta).....	24
Tabla 8. Formato para la toma de datos para la actividad colocación de concreto.....	29
Tabla 9. Formato para la toma de datos para la actividad colocación de ladrillos.....	29
Tabla 10. Formato para determinar porcentaje de desperdicio de materiales.	31
Tabla 11. Tamaño de la muestra requerido para niveles de confianza de 95% y 90%	31
Tabla 12. Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra A	32
Tabla 13. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas obra A	34
Tabla 14. Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra B	35
Tabla 15. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas obra B.....	37

Tabla 16. Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra C	38
Tabla 17. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas obra C.....	40
Tabla 18. Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra D.....	41
Tabla 19. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas obra D	43
Tabla 20. Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en las obras estudiadas de la actividad colocación de concreto en zapatas.....	43
Tabla 21. Nivel de actividad promedio de la mano de obra.....	44
Tabla 22. Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de concreto en zapatas	45
Tabla 23: Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de concreto en zapatas vs CAPECO.....	45
Tabla 24. Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la obra A	47
Tabla 25. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos.....	49
Tabla 26. carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la obra B.....	50
Tabla 27. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos.	52
Tabla 28. Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la obra C	53
Tabla 29. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos	55
Tabla 30. Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la obra D	56
Tabla 31. Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos.....	58

Tabla 32. Distribución del tiempo promedio de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos	59
Tabla 33. Nivel de actividad promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de ladrillos	60
Tabla 34. Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de ladrillos	60
Tabla 35. Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de ladrillos vs CAPECO	60
Tabla 36. Metrado teórico de concreto para zapatas obra A.....	63
Tabla 37. porcentaje de pérdida de hormigón y cemento.....	63
Tabla 38. Metrado teórico de concreto para zapatas obra B.....	63
Tabla 39. Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento	64
Tabla 40. Metrado teórico de concreto para zapatas obra C	64
Tabla 41. Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento obra C.....	64
Tabla 42. Metrado teórico de concreto para zapatas obra D.....	64
Tabla 43. Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento obra D	65
Tabla 44. Porcentaje promedio de pérdida de hormigón y cemento.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	pág.
Figura 1. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad	11
Figura 2. Clasificación de los desperdicios de materiales.....	16
Figura 3. Ubicación de las construcciones que se estudiaron.....	27
Figura 4. Composición normal del contenido de trabajo.....	30
Figura 5. Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la obra A	33
Figura 6 Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra A	33
Figura 7. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la obra A.....	34
Figura 8. Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la obra B.....	36
Figura 9. Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra B.....	36
Figura 10. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la obra B	37
Figura 11. Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la obra C	39
Figura 12. Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra C	39
Figura 13. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la obra C	40
Figura 14. Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la obra C	42

Figura 15. Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la obra D	42
Figura 16. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la obra D	44
Figura 17. Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de concreto en zapatas	44
Figura 18. Nivel de actividad promedio de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas.....	44
Figura 19. Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la obra A	48
Figura 20. Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.	48
Figura 21. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos	49
Figura 22. Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la obra B	51
Figura 23. Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.....	51
Figura 24. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos.....	52
Figura 25. Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la obra C	54
Figura 26. Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.	54
Figura 27. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos.....	55
Figura 28. Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la obra D.....	57

Figura 29. Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos	57
Figura 30. Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos	58
Figura 31. Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de ladrillos	59
Figura 32. Nivel de actividad promedio de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos	60

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es de tipo descriptivo no experimental, cuyo objetivo fue determinar la productividad de la mano de obra y nivel de desperdicio de los materiales en construcciones de albañilería – Cajamarca. Este estudio se realizó debido al bajo porcentaje de trabajo productivo y alto porcentaje de desperdicio de los materiales en las obras de ingeniería. Se estudió cuatro obras en ejecución que se encuentran en la zona sur-este de ciudad de Cajamarca”. Para determinar el trabajo productivo se utilizó la herramienta carta balance registrando 384 observaciones a la cuadrilla de trabajadores, con una frecuencia de un minuto, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de +/- 5%. Las partidas que se analizaron son: colocación de concreto en zapatas. Obteniendo un trabajo productivo en promedio del 12% con una productividad 5% menos a la establecida por CAPECO y la partida muro de ladrillo de arcilla de soga con un trabajo productivo del 53% y una productividad equivalente a la de CAPECO. Asimismo se determinó el porcentaje de desperdicio de 5.43% para el cemento y 4.98% para el hormigón. Estos desperdicios se calcularon utilizando la fórmula de Soibelman.

Palabras Clave: Productividad, mano de obra, eficiencia, desperdicio, materiales, pérdida.

ABSTRACT

This research is non-experimental descriptive, whose purpose was to determine the productivity of labor and level of waste materials in masonry construction - Cajamarca. This study was conducted due to the low percentage of productive and high percentage of waste materials in engineering . Four plays running that are in the south - eastern city of Cajamarca " was studied. To determine the productive labor demand balance tool was used to record 384 comments to the group of workers , with a frequency of one minute, since this forms a reliability of 95 % and no greater error of +/- 5 % is obtained . The items that were analyzed are: placement of concrete footings. Getting productive work an average of 12% with a productivity 5 % less than that required by CAPECO and the brick wall clay starting rope with productive work 53% and productivity equivalent to CAPECO . The percentage waste for 5.43 % and 4.98% for cement concrete is also determined . These wastes were calculated using the formula Soibelman

Keywords: Productivity, labor, efficiency, waste, materials, loss.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

Productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello, pero también representa la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico. En una obra o proyecto de construcción los recursos más importantes son: Los materiales, mano de obra, maquinaria y equipos. Considerando los diferentes tipos de recursos, es posible hablar de las siguientes productividades: La productividad de la mano de obra: Es un factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de construcción y del cual depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos. La productividad de los materiales: En la construcción es importante una buena utilización de los materiales, evitando todo tipo de pérdidas. La productividad de la maquinaria: este factor es importante por el alto costo de los equipos, siendo por lo tanto, muy relevante evitar pérdidas en la utilización de este tipo de recurso. Hay muchos factores que afectan la productividad en la construcción. Lo importante en una obra es saber cuáles son los negativos, para poder actuar sobre ellos de modo de disminuir su impacto, y cuáles aportan positivamente de manera de incrementar su efecto.

La mano de obra y los materiales encabezan el porcentaje de incidencia del valor final de una obra, la mano de obra con un 22% y los materiales con un 28% según Galarza (2011)¹.

(Ghio 2001)², luego de analizar mediciones de tiempo en 50 obras, en Lima, calculó que solo el 28% de la mano de obra se dedica a tareas productivas. Un valor muy bajo si consideramos que países como Chile tienen un porcentaje promedio de tiempo productivo (TP) igual al 47% y otros países desarrollados con una distribución óptima de la ocupación del tiempo se aproximan al 60%. Esto quiere decir, que en las construcciones que se

¹ Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.

² Ghio, V.2001 Productividad en obras de construcción. 1ra ed. Lima, PE, editorial de la PUCP. 59 – 86 p.

ejecutan en Lima, se emplea menos de la tercera parte del tiempo para realizar tareas netamente productivas.

El desperdicio en una obra de ingeniería es toda pérdida de material que genera costo, pero que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente. En Buleje (2012)³, Picchi 1993 calculó los desperdicios generados en construcciones en Sao Paulo y estos alcanzaron el 30% de costo total de la obra. Es decir, si tuviéramos un proyecto de cuatro edificios, podríamos construir el cuarto edificio con el desperdicio generado de los otros tres. El enorme costo generado por el desperdicio de los recursos se traslada al cliente, haciendo más caro el producto final. En términos generales, en toda obra de ingeniería se considera un nivel de desperdicios del 10 %. De modo que cuando se sobrepasa este nivel se están generando pérdidas que elevan innecesariamente los costos. El bajo porcentaje de trabajo productivo y el alto porcentaje de desperdicio de los materiales también se observan en las edificaciones de albañilería en Cajamarca.

Debido al auge de la construcción en la actualidad ha llevado a los ingenieros a la búsqueda de una mayor velocidad, exactitud y eficiencia en los costos es por ello que en toda obra de ingeniería, el trabajo productivo de la mano de obra y la generación de desperdicios son factores preocupantes para el constructor.

La pregunta a investigar es: ¿Cuál es el nivel del trabajo productivo de la mano de obra y el porcentaje de los desperdicios de materiales, en construcciones de albañilería en la ciudad de Cajamarca?

Por el bajo nivel del trabajo productivo de la mano de obra y el alto porcentaje de desperdicio de los materiales en la ciudad de Cajamarca, es preocupante que no se está optimizando el uso de estos recursos, por lo que el presente estudio busca proponer recomendaciones que permitan mejorar

³ Buleje K. 2012. Productividad en la construcción de un condominio aplicando Conceptos de la filosofía lean construcción- año 2012. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.03p.

la productividad de la mano de obra y de los materiales en las obras de albañilería que se ejecuten en la ciudad de Cajamarca. Estas informaciones serán de utilidad en la toma de decisiones, para proyectistas, contratistas, gerentes o administradores de obras, residentes de obra e instituciones de control y supervisión. Finalmente, la investigación podrá servir de modelo para emprender investigaciones en otro tipo de obras y con otras modalidades de ejecución

En el presente estudio se analizará el trabajo productivo de la mano de obra en las actividades de: Colocación de concreto en zapatas, colocación de ladrillos en muros, también se estudiara el nivel de desperdicio del hormigón y cemento en zapatas. Estos factores se evaluarán en cuatro edificaciones en construcción de la zona de expansión sur-este de la ciudad de Cajamarca. El estudio de las partidas y materiales anteriormente descritas se debe a que tienen un alto porcentaje de incidencia en el costo directo en las construcciones de albañilería, además dichas partidas determinan la duración del proyecto por pertenecer a la ruta crítica en el cronograma de ejecución.

Los objetivos que se persiguen en este estudio son:

Objetivo General

Determinar la productividad de la mano de obra y nivel de desperdicio de los materiales en construcciones de albañilería - Cajamarca.

Objetivos específicos

- Determinar el Trabajo productivo de la mano de obra en la colocación de concreto y colocación de ladrillos en muros de 4 construcciones de albañilería.
- Relacionar la productividad promedio de las obras estudiadas con la productividad establecida por la cámara peruana de la construcción.
- Proponer acciones de mejora para reducir el porcentaje de actividades no contributarias.
- Determinar el porcentaje de desperdicio del hormigón y cemento en zapatas de 4 construcciones de albañilería.
- Determinar las causas que originan desperdicios de los materiales.

Hipótesis de la investigación:

La productividad de la mano de obra de las actividades estudiadas es menor en 10% que la productividad considerada por la cámara peruana de la construcción, el nivel de desperdicio de los materiales estudiados es el 5% en relación a lo considerado por la cámara peruana de la construcción, y el trabajo productivo ocupa el 15% y 45% en la colocación de concreto en zapatas y colocación de ladrillos en muros respectivamente.

En el capítulo I. Se realiza la presentación del problema, de la pregunta principal, hipótesis, justificación, alcances o delimitación de la investigación y los objetivos que persigue la tesis.

El capítulo II. Se presenta los Antecedentes teóricos de la investigación, Bases Teóricas, Definición de términos básicos.

En el capítulo III. Se aborda los materiales y métodos

En el capítulo IV. Se presenta el análisis y discusión de resultados.

El capítulo V. Nos muestra a las conclusiones, las recomendaciones, y se agregan las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEORICOS DE LA INVESTIGACION

2.1.1 ESTUDIOS SOBRE LA EFICIENCIA DE LA MANO DE OBRA

Ghio (2001)⁴ luego de analizar mediciones de tiempo en 50 obras en Lima calculó los siguientes niveles promedio de trabajo para lima. Trabajo Productivo: 28%, Trabajo Contributorio: 36% y Trabajo no contributorio: 36%. Los resultados de ocupación del tiempo en los cuales se ha detectado un trabajo productivo (TP) promedio del orden del 28% indican que el 100% del tiempo solo el 28% de la mano de obra se dedica a labores productivas. Esto quiere decir que si se mejorase el sistema de gestión de la obra, manteniendo la capacidad de la producción de las cuadrillas, se podría aumentar el porcentaje del tiempo ocupado por el TP y por ende, aumentar la producción total.

Botero (2003)⁵ En la investigación realizada en Chile liderado por el grupo profesional del departamento de ingeniería civil y gestión de la construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile en 1995, durante 5 años se realizaron mediciones en más de 40 proyectos de construcciones (oficinas, hoteles, vivienda), en un total aproximado a 370.000 m² construidos, demostrando que la identificación de pérdidas es una herramienta efectiva para generar mejoramiento en la construcción.

Las investigaciones realizadas permitieron obtener los siguientes resultados. Trabajo Productivo: 47%, Trabajo Contributorio: 28% y Trabajo no contributorio: 25%

⁴ Ghio, V.2001 Productividad en obras de construcción. 1ra ed. Lima.PE, editorial de la PUCP. 59 – 86 p.

⁵ Botero L. 2003. Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción- año 2003.Revista universidad Eafit. Medellín, CO. Universidad EAFIT.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que el 53% del tiempo laborado es dedicado a actividades no productivas. Las causas que origina las pérdidas fueron identificadas y como una de las conclusiones de este estudio se presenta que la falta o inadecuada planeación son una de las fuentes principales de improproductividades en los proyectos de construcción. En consecuencia, esfuerzos para incluir las actividades de planeación como se requieren en la labor diaria de profesionales en cabeza del desarrollo de proyectos de construcción deben ser efectuados, si se desea mejorar la productividad y competitividad de esta industria.

Botero (2003)⁶ El área de construcción del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad EAFIT junto con algunos constructores de la ciudad de Medellín en el año 2003, ha liderado el proyecto de mejoramiento de la productividad en la construcción. La primera fase de la investigación, consiste en la identificación de pérdidas se realiza en 3 diferentes proyectos de vivienda, para un total aproximado de 12.000 m².

Los resultados de la obra A (Caso Medellín), realizado en una empresa líder de la construcción en Colombia son: Trabajo Productivo: 37%, Trabajo Contributorio: 36% y Trabajo no contributorio: 27%

Similar al resultado arrojado por el estudio realizado en Chile, un gran porcentaje del tiempo (63%) se utiliza en actividades no productivas, lo cual se convierte en un reto y una gran oportunidad de mejoramiento en el desempeño del sector de la construcción en Colombia.

Identificadas las pérdidas, la causa de mayor frecuencia de ocurrencia de las mismas (49%), se genera por esperas en el proceso constructivo, lo cual alerta a constructores sobre la necesidad de una mejor planificación para la disposición y localización de recursos, utilización y disposición de cuadrillas de trabajo, entre otras.

⁶ Botero L. 2003. Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción- año 2003. Revista universidad Eafit. Medellín, CO. Universidad EAFIT.

Luna (2009)⁷ Realizó un estudio en la ciudad de Loja- Ecuador en la construcción de edificaciones de vivienda real que obtuvo los resultados se muestra a continuación de Los niveles de actividad: Trabajo Productivo: 47%, Trabajo Contributorio: 35% y Trabajo no contributorio: 18%. Además se determinó que el porcentaje más alto dentro de la distribución de trabajo no contributorio son Esperas (31%) y considerando las características de esta categoría, es posible determinar que la causa de estos porcentajes es la falta de cancha durante la ejecución de la obra, es decir que las actividades previas al proceso a ejecutar no se encuentran completas, por lo cual los obreros deben esperar para iniciar su actividad.

Amorós (2009)⁸ La productividad promedio y el rendimiento de la mano de obra en edificación de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, considerando las mismas cuadrillas es menor en 17.32% que la considerada en la información de Capeco, siendo en promedio el trabajo productivo de 23.14%.

⁷ Luna R. 2009. Identificación de fuentes de pérdida en la construcción de edificaciones para vivienda en la ciudad de Loja mediante el empleo del sistema de información de niveles de actividad⁷- año 2009. Título de ingeniero civil. Loja, ECU. UC DL.52p.

⁸ Amorós J. 2007. Estudio de los rendimientos de mano de la obra y su productividad en las edificaciones de la UNC- año 2007. Maestro en Ciencias. Cajamarca, PE. UNC.145p.

2.1.2 ESTUDIOS SOBRE EL NIVEL DE DESPERDICIOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL.

CAPECO (2003)⁹ muestra la siguiente Tabla con el porcentaje de desperdicios de los materiales.

TABLA 01: Porcentaje de desperdicio de los materiales según CAPECO

Descripción	% desperdicio promedio
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5
Mayólica	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de refuerzo	
Ø 3/8"	3
Ø 1/2"	5
Ø 5/8"	7
Ø 3/4"	8
Ø 1"	10

Fuente: Capeco (2003)

Galarza(2011)¹⁰ Pinto Luego de realizar estudios en Sao Paolo Brasil en 1989 presenta en forma porcentual, la diferencia entre el material que se compró para la obra y el que teóricamente debió ser colocada en la edificación de acuerdo a los metrados realizados inicialmente, es decir, en estos porcentajes de pérdidas están incluidas tanto las directas como las indirectas.

⁹ CAPECO. 2003. Costos y presupuestos en edificaciones. CAPECO, Lima. 376 p.

¹⁰ Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.

TABLA 02: Índices de pérdidas de materiales

Material	Desperdicio calculado (%)	Expectativa usual de pérdida (%)
Madera (en general)	47.5	15.0
Concreto Premezclado	1.5	5.0
Acero CA 50/60	26.0	20.0
Sellos	13.0	5.0
Cemento CP 32	33.0	15.0
Cal Hidratada	102.0	15.0
Arena lavada	39.0	15.0
Mortero	86.5	10.0
Cerámica (Pared)	9.5	10.0
Cerámica (piso)	7.5	10.0

Fuente: Galarza (2011).

Galarza (2011)¹¹ Soibelman en su estudio de cinco obras ubicadas en la ciudad de Porto Alegre en 1993 determinò los siguientes porcentajes promedio de desperdicio: acero 19%, concreto 12.9%, mortero 93.6, ladrillo macizo 54%.

Galarza (2011)¹² Santos estudió una obra compuesta por tres bloques de edificios residenciales en Brasil en 1995, en ellos, se propuso observar las pérdidas que ocurren durante los procedimientos de asentado de ladrillo y aplicación de tarrajeo, que incluyen los siguientes materiales: cemento, arena, ladrillos macizos y huecos. El autor logró determinar, en forma similar a Soibelman, los porcentajes de desperdicio para estos materiales. Cemento 79.6%, arena 42.5%, ladrillos huecos 5.4%, ladrillos macizos, 25.5%.

¹¹ Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.

¹² Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.

Galarza (2011)¹³ Enshassi realizó un estudio en 86 obras ubicadas en la Franja de Gaza, Israel en 1996 y se centró en el análisis de ladrillos, cemento y arena obteniendo los siguientes resultados: ladrillo corriente 5.2%, ladrillo caravista 7.1, barras de acero 3.6%.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCION.

El significado del término productividad varía de acuerdo a su aplicación en las diferentes áreas de la industria de la construcción. Cada definición y sus parámetros, tiene un propósito único. Existen modelos económicos, específicos de proyectos y orientados a actividad. Además, se debe tener en cuenta que las definiciones de productividad y estudio del trabajo no son intercambiables. El estudio del trabajo es el estudio sistemático que tiene como propósito determinar y estandarizar costos, determinar tiempos estándar, etc. (Thomas, Maloney, Horner, Smith, Handa, & Sanders, 1990). Para la presente investigación, se adoptará el modelo de productividad orientado a actividades que presentan una relación entre el costo y el objeto obtenido:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Costo de la Mano de Obra u horas de trabajo [HH]}}{\text{Objeto de Salida [m2, m3, kg, etc.]}}$$

Ecuación 1: Definición de modelo de productividad orientado a actividades.

La productividad también puede definirse en forma más explícita, como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados; para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad, ya que de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería si estos presentan serios problemas de calidad (Serpell, 2002). La figura 1 indica la relación entre eficiencia (buena

¹³ Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.

utilización de los recursos), efectividad (cumplimiento o logro de las metas deseadas) y productividad.

FIGURA1: Relación entre eficiencia, efectividad y productividad

Pobre	Alta	
EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE <u>ÁREA DE ALTA</u> <u>PRODUCTIVIDAD</u>	Alto
INEFFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFFECTIVO	Bajo

OBTENCIÓN DE LAS METAS

Fuente: Botero (2004)

La productividad se define como el cociente entre la producción total y la suma de los recursos utilizados, para lograr dicha producción (mano de obra, equipos, materiales, etc.). Según investigaciones realizadas en Brasil (Picchi F.A), una obra de edificación promedio desperdicia el 30% de los recursos invertidos en ella; debido a fallas de calidad, retrabajos, errores en los procesos, diseños ineficientes, etc. Es decir, el margen existente en la actualidad, para optimizar la productividad de los procesos constructivos, es significativo y debe ser aprovechado.

En nuestro país se han estudiado y difundido muchas herramientas que tienen como finalidad medir, controlar y evaluar la productividad de la mano de obra (informes de productividad, cartas balance, niveles generales de actividad, etc.). Del mismo modo se han realizado investigaciones y diagnósticos sobre el tema¹, Sin embargo, existe poca información disponible en nuestro medio sobre el control de los materiales, pese a que representan una parte importante del costo directo de las obras como lo muestra la siguiente tabla:

TABLA 03: Incidencia de los recursos en las obras

Estructura del costo	% Incidencia
Mano de obra	22%
Materiales	28%
Equipos	22%
Subcontratas	16%
Costos Indirectos	12%
Total	100%
GG Oficina Principal	5%
Utilidad Bruta	12%
Venta Total	117%

Fuente: Galarza (2011).

Esta tabla fue presentada en julio del año 2007 por Manuel Wu, encargado de compras de una de las empresas constructoras más reconocidas del país, durante la semana de Inducción #12 del programa de formación de ingenieros jóvenes. Se tomaron como referencia las obras ejecutadas por la empresa durante el 2007.

En la tabla anterior se aprecia que la principal incidencia en el valor final de las obras está dada por el costo de los materiales (28%), superando incluso a la mano de obra (22%). Es decir, los materiales como recurso, son igual y en muchas ocasiones más valiosos que la mano de obra por lo que es necesario mantener un control estricto sobre su uso en obra Galarza (2011).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha establecido la siguiente fórmula para determinar la Productividad.

$$\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Insumos}$$

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Jornada Laboral} \times \text{N}^\circ \text{ Hombres}}$$

Clases de productividad en la construcción (Botero, 2004)

- Productividad de los materiales: Evitar desperdicios.
- Productividad de la mano de Obra: Es el recurso que fija el ritmo de trabajo de la construcción.
- Productividad de la maquinaria: Es necesario racionalizar su uso dado sus altos costos de funcionamiento.

Se consideran pérdidas, todos aquellos recursos utilizados, que sean distintos al mínimo necesario, para agregar valor al producto (Alarcón 1993).

- **Clasificación del trabajo.** Para clasificar el trabajo realizado se tienen tres categorías.

Trabajo Productivo (TP): Aquel trabajo que aporta en forma directa a la Producción, incluyendo actividades tales como la colocación de ladrillos, el Pintado de un muro o la colocación de la armadura.

Trabajo Contributorio (TC): Aquel trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Algunos ejemplos de actividades en esta categoría: recibir o dar instrucciones, leer planos, retirar materiales, ordenar o limpiar, descargar un camión, etc.

Trabajo no Contributorio (TNC): Cualquier actividad que no corresponda a alguna de las categorías anteriores, por ejemplo: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, fumar, etc.

2.2.2 CONCEPTO DE DESPERDICIOS DE MATERIALES.

El concepto de desperdicio lo definen diversos autores de manera similar.

Soibelman (1993)¹⁴ Define que el desperdicio ocurre “si un recurso se usa de más y no está generando un valor agregado o un valor al producto final”

Formoso C.et al.(1999)¹⁵ lo define como cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo, o capital en cantidades que son consideradas como necesarias en la producción de una construcción. origina costos adicionales y no agrega valor al producto. El originar costos y no generar valor, es la base del concepto de desperdicio.

Ghio (2001) lo define como “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”.

Galarza (2011). Desperdicio es todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción de acuerdo a las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra

2.2.3 CLASIFICACION DEL DESPERDICIO DE MATERIALES

Skoyles & Skoyles (1987) Plantean una división entre dos tipos de desperdicio de materiales. En primer lugar se presenta la perdida directa, este desperdicio es el más evidente y el más sencillo de diagnosticar, se refiere básicamente a todo el material que es eliminado de la obra como desmonte. El costo generado por la compra, almacenamiento, transporte y manipulación de un material que termina siendo eliminado de la obra, se deben considerar los costos adicionales en los que se incurre para la limpieza de la obra y para la disposición final de los desperdicios.

El otro tipo de desperdicio presentado por estos autores es el indirecto, el cual se refiere a todo material que es colocado dentro de la obra sin que esté considerado en los planos o especificaciones técnicas del proyecto. En esta categoría se pueden encontrar a los espesores excesivos de tarrajeo, el uso

¹⁴ Torres R. 2009 Gestión de Pérdidas y Desperdicios en el Uso del Concreto Premezclado en Obras de Edificaciones de Gran Altura. Universidad Nacional de Ingeniería. facultad de ingeniería civil .Boletin de investigación no. 03:18-23

¹⁵ Formoso C. et al (1999) *Method for Waste Control in Building Industry.*

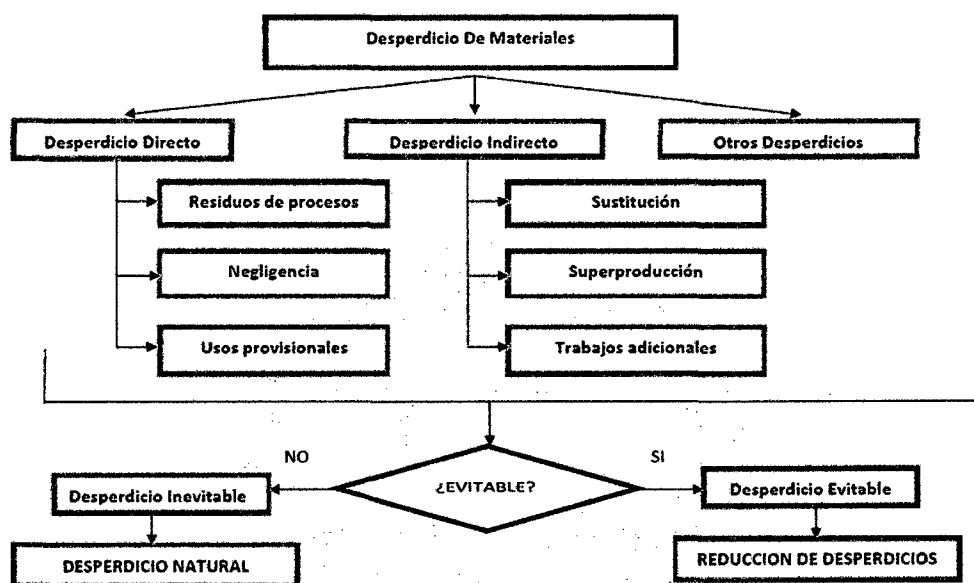
de materiales de mayor calidad, características distintas a los que no han sido considerados en la propuesta inicial.

Los mismos autores presentan una alternativa a esta clasificación, plantean paralelamente dividir a los desperdicios en función a la capacidad de las empresas constructoras para minimizarlos, si bien es cierto esta característica es relativa, resulta importante al momento de evaluar la posibilidad de mejorar procesos, los desperdicios entonces pueden conocerse como evitables o no evitables.

Las pérdidas evitables son aquellas cuyo costo de eliminación es menor que el costo de los desperdicios que generan; Las no evitables por otro lado, son aquellas cuyo control generara mayor gasto que el que generan por sí mismas.

Galarza (2011) ha elaborado la siguiente figura donde se observa la clasificación de los materiales.

FIGURA 02: Clasificación de los desperdicios de materiales



Fuente: Galarza (2011).

Este esquema clasifica a los desperdicio de materiales en tres grandes categorías:

a) Desperdicio Directo: Son los residuos de materiales que se eliminan de la obra como desmonte.

b) Desperdicio Indirecto: Son los materiales que se incluyen dentro de la obra sin que este indicado en los documentos técnicos del proyecto.

c) Otros Desperdicios: Son los causados por motivos extraordinarios como robo, vandalismo, etc.

El desperdicio directo a su vez puede dividirse en tres sub-categorías. La primera categoría se titula *residuos de proceso* y se refiere a todo el material sobrante que generan los procesos constructivos, a manera de ejemplo se pueden mencionar los restos de ladrillo que se producen al cortar las unidades para modular el muro, los saldos de mortero que sobran al final de la jornada porque se preparó excesivo material, etc.

En segundo lugar se tiene a las pérdidas directas por negligencia, este concepto se refiere al material que es desperdiciado debido a malas prácticas en el manejo del mismo, como cemento que se malogra por almacenarlo en zonas húmedas o ladrillos rotos por apilarlos de manera inadecuada.

Finalmente se tiene el material desperdiciado debido a usos provisionales, son todos aquellos materiales que se pierden debido a que no se encuentran cumpliendo las funciones para las que fueron diseñadas, este caso lo reflejan los ladrillos que se usan de cómo bancos, los encofrados que se utilizan como mesa, etc.

El desperdicio Indirecto por su parte, también tiene tres sub-categorías. La primera se denomina desperdicio indirecto por sustitución, ocurre cuando se utiliza un material de mayor calidad en reemplazo de otro, sin sustento técnico. Un ejemplo típico es utilizar acero de 1/2" en lugar de 3/8" debido a que el material se ha agotado en obra y no se puede esperar a la llegada de una nueva entrega.

También existe el desperdicio indirecto por superproducción, esta situación se da cuando se fabrica un producto final de dimensiones mayores a las solicitadas por los documentos técnicos (tarrajeo de mayor espesor, vaceado de concreto de mayor espesor, malla de acero armada con una separación menor, etc.).

Además hay que considerar a los desperdicios debido a trabajos adicionales. Son consumos de material que se generan debido a actividades que no se consideraron inicialmente en el proyecto pero que sin embargo deben ejecutarse para completar los trabajos solicitados. Dentro de esta categoría se incluyen a los retrabajos, resanes, etc.

Finalmente, es necesario subrayar, tal como indica el gráfico que cualquiera de los desperdicios descritos anteriormente puede ser considerado como desperdicio evitable o no evitable. Si los costos necesarios para eliminarlos son superiores a los costos que generan los desperdicios, en ese caso se les considera no evitables y pasan a ser un desperdicio natural.

Por el contrario, si existen maneras menos costosas de eliminar un desperdicio y la acción correctiva está justificada en comparación con el costo que originan las pérdidas se procede a tomar las medidas necesarias para combatir el problema.

2.2.4 PRINCIPALES CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES

Taiichi Ohno clasificó los 7 desperdicios que causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena o flujo de valor en la planta de producción que él mismo dirigía. La siguiente tabla refleja una adaptación a la industria de la construcción de los 7 desperdicios de Ohno más el desperdicio del talento y la falta de creatividad según fue definido por Jeffrey Liker. Pons (2014)¹⁶

¹⁶ Pons J. (2014) *Introducción a Lean Construction. 1ª edición. Madrid. Edita: Fundación laboral de la construcción. 74 pag.*

TABLA 04: Los ocho desperdicios de la construcción

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
Sobreproducción	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados); uso de un equipamiento altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente; más calidad que la esperada.
Esperas o tiempo de inactividad	Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad.
Transporte innecesario	Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc.) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.
Sobreprocesamiento	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
Exceso de inventario	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
Movimientos innecesarios	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
Defectos de calidad	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.
Talento	Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje y de conseguir altos rendimientos por no motivar o escuchar a los empleados y por tener una mano de obra poco cualificada, poco formada, mal informada y con falta de estímulos y recursos para la mejora continua y la resolución de problemas.

Fuente: Pons(2014).

En la investigación presentada en su libro "Productividad en obras de construcción Diagnostico, critica y propuesta", Ghio (2001) presenta una serie circunstancias que pueden afectar la productividad de las obras:

a) Cuadrillas sobredimensionadas: Utilizar mayor cantidad de personal que lo necesario produce que no todos los integrantes del equipo trabajen a su máxima capacidad, así mismo conlleva a desinterés en el cuidado de los materiales y equipos.

b) Falta de supervisión: La falta de control sobre la mano de obra puede traducirse en bajos rendimientos del personal. Así mismo implicara un mal uso de recursos como materiales y equipos (especialmente cuando han sido subcontratados)

c) Deficiencias en el flujo de materiales: Produce pérdida de tiempo y falta de control en la cantidad y calidad de materiales que serán trasladados a la zona de trabajo, así mismo se sub-utilizan equipos de forma inadecuado para el traslado de recursos cuando esta operación no ha sido planeada eficientemente.

d) Mala distribución de instalaciones en obra: Se refiere a los obstáculos que se interponen en el recorrido del personal para el acarreo de material o un layout ineficiente en cuanto a la ubicación de elementos claves como sanitarios, almacén, etc.

e) Actitud del trabajador: La disposición de los trabajadores para realizar sus tareas es un elemento clave ya que finalmente son ellos los que utilizan los recursos dispuestos en la obra. (tiempo, materiales, equipos)

f) Falta de manejo en campo: Mala coordinación del trabajo de cuadrillas puede provocar un cruce de actividades de dos equipos distintos, una mala distribución de recursos, ejecución de trabajos no planificados, etc.

g) Mala calidad: genera fallas que se traducen en retrabajos o correcciones.

h) Deterioro de trabajos ya realizados: Se consumen recursos para volver a fabricar un producto que ya se encontraba listo, y que fue deteriorado por negligencia.

i) Cambios en los diseños: Si es que no se informan con un plazo significativo no permiten un buen planeamiento para su ejecución, lo que ocasiona pérdida por un mal manejo de los recursos. Puede ser además que la nueva información no esté completa.

j) Falta de programación y control en el uso de los equipos: Esto produce un mal uso de los recursos priorizando en muchos casos ciertas actividades en lugar de beneficiar al flujo de todo el proceso.

k) Trabajos lentos: Generados en su mayoría debido a una excesiva manipulación de equipos y materiales, así como demoras producidas por los propios trabajadores.

l) Falta de diseño de los procesos constructivos: Debido a las diferentes circunstancias que se dan entre las distintas obras que no son consideradas antes de iniciar los trabajos.

Las causas descritas anteriormente brindan lineamientos generales para comenzar a analizar la verdadera raíz del desperdicio de materiales. Otros autores han analizado en detalle, cuáles pueden ser las los motivos que ocasionan pérdida de materiales para los recursos más valiosos utilizados en obra.

a) Concreto premezclado: Soibelman (1993) propone cuatro posibles causas de desperdicio para este material. En primer lugar se menciona a la diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada, esta situación se da por fallas en los sistemas de calidad de los proveedores lo que podría ser imperceptible si es que no se mantiene un seguimiento adecuado de la cantidad de concreto que se ha entregado efectivamente en obra.

Otra causa significativa encontrada por el autor es el uso de equipos en mal estado (bombas, encofrados, tuberías) que facilitan la filtración de material, así mismo se señala a los pedidos excesivos como un motivo importante de pérdida de material, en su propia investigación sobre desperdicio de

materiales Formoso detecto índices de desperdicio de hasta 25% en algunos casos debido a este motivo.

Finalmente ambos autores (Soibelman y Formoso) coinciden en que otra causa fundamental es el espesor excesivo de los elementos estructurales debido a la falta de control durante la colocación de puntos de referencia o a un mal trabajo en la colocación del encofrado. En el estudio mencionado anteriormente Formoso encontró en una de las obras analizadas espesores de losa hasta 15% mayores a las especificadas en los planos del proyecto.

b) Mortero: Ambos autores coinciden en que las causas principales de desperdicio del mortero son la colocación de capas de mayor espesor al especificado en el proyecto en los revestimientos de muro, cielo raso, en el asentamiento de ladrillo, etc. Además del material utilizado para reparar irregularidades, modificaciones o retrabajos los cuales son muy comunes en labores de albañilería.

c) Ladrillos: En este caso también hay consenso sobre las posibles causas de desperdicio de materiales, por un lado se encuentran las deficientes condiciones de recepción y almacenamiento y por el otro el corte de las unidades de ladrillo para obtener medios o un tercio de pieza debido a la poca o nula modulación de los muros de albañilería.

En el primer caso Formoso determinó, en base a la medición realizada en una obra, que el desperdicio era aproximadamente del 8.5% y en cuanto al corte de unidades la pérdida era del 5.6%.

d) Cemento: Ya que el cemento es un componente fundamental del mortero valen las observaciones indicadas para este material. Adicionalmente se considera como causa importante de desperdicio las malas condiciones de almacenamiento del material.

e) Acero: Finalmente está el acero, para el cual se establece como principal motivo de desperdicio el corte de las varillas para la fabricación de las piezas de acuerdo a las dimensiones establecidas en el proyecto.

La universidad Politécnica de Hong Kong por su parte, desarrolló un estudio cuantitativo sobre las principales causas del desperdicio de materiales mediante el análisis de 32 obras, en las cuales mantuvo estudiantes asignados en permanente observación, luego de compilar la información levantada se obtuvo el siguiente cuadro resumen:

TABLA 05: Causas de los desperdicios de materiales

Causas	Concreto premezclado(%)	Acero (%)	Yeso Cemento (%)	Ladrillo (%)	Cerámicas (%)
Pedidos en Exceso	51.2	-	-	14.6	10.7
Pérdidas durante el vaciado	22.0	-	-	-	-
Fisuras de encofrado	8.4	-	-	-	-
Trabajos temporales	7.8	-	-	-	-
Retrabajos	5.2	3.5	-	-	-
Perdidas en corte	-	87.1	-	39.6	40.0
Perdidas por nivel de abastecimiento	-	4.4	-	11.1	29.3
Corrosión	-	4.1	-	-	-
Producción excesiva	-	-	58.8	-	-
Pérdidas durante la aplicación	-	-	19.4	-	-
Almacenamiento	-	-	11.2	-	-
Pérdidas durante asentamiento	-	-	-	18.9	-
Pérdidas durante en transporte	-	-	-	15.8	-
Cambios en el proyecto	-	-	-	-	12.9
Otros	5.4	0.9	1.6	-	7.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Galarza (2011).

Como se puede apreciar, los porcentajes no coinciden necesariamente con algunos de los propuestos por Soibelman y Formoso. Esto se debe a las características particulares de cada obra, empresa y tecnología constructiva que se puede utilizar, las cuales varían de proyecto en proyecto. Sin embargo cabe resaltar que las causas identificadas sí son similares a las mencionadas por los autores anteriores, es decir, sin importar el tipo de proyecto o localización de la obra estos son los problemas principales sobre

los que se debería mantener un estricto control para lograr un nivel de desperdicio bajo.

A continuación se presenta un cuadro desarrollado en base a la información obtenida de la investigación de los autores mencionados y a la experiencia de este trabajo, en donde se clasifican las principales causas de pérdidas según los tipos de desperdicio de materiales que han sido identificados anteriormente.

TABLA 06: Identificación y clasificación de desperdicio de materiales (Pérdida Directa)

DESPERDICIO DE MATERIALES			
DESPERDICIO DIRECTO			
MATERIALES	RESIDUOS DE PROCESOS	NEGLIGENCIA	USOS PROVISIONALES
CONCRETO PREMEZCLADO	Residuos en tuberías, bomba, mixer, etc	Pedidos en exceso	Vaciado de pisos para obras provisionales
		Perdida de material por filtraciones o derrames durante el movimiento de bomba o tubería.	
		Perdida de material debido a demolición por falta de calidad o cambios en el proyecto.	
		Perdida de material debido a excesivo tiempo de espera del concreto Pedidos en exceso	
ACERO	Corte de varillas ineficiente	Perdida de varillas por mal almacenamiento	Uso para estacas, caballetes, arriostres, etc.
MORTERO	Restos de mortero que cae al piso en los tarrajes y asentado del ladrillo	Producción excesivo	
	Mortero sobrante al final del día	Mala dosificación	
LADRILLOS	Corte de unidades	Rotura de unidades	Usos inadecuados (apoyos, asientos)
		Eliminación por desorden	
		Pedidos en exceso	
AGREGADOS*	Restos en cambios de ubicación	Falta de confinamiento en almacenamiento	
		Mala dosificación	
CEMENTO*		Almacenamiento deficiente de las bolsas	
		Mala dosificación	
ENCHAPES	Corte de las piezas	Rotura de las piezas	
		Eliminación por desorden	
		Pedidos en exceso	

Fuente: Galarza (2011).

TABLA 07: Identificación y clasificación de desperdicio de materiales (perdida indirecta)

DESPERDICIO DE MATERIALES			
DESPERDICIO INDIRECTO			
	SUSTITUCION	SUPERPRODUCCION	TRABAJOS ADICIONALES
CONCRETO PREMEZCLADO	Colocación de concreto de mayor resistencia a lo especificado.	Producción de elementos de mayores dimensiones a las especificadas.	
ACERO	Colocación de varillas con especificaciones superiores a las solicitadas.	Colocación de varillas en un diámetro mayor al especificado	
MORTERO	Dosificaciones excesivas de material en las mezclas.	Espesores adicionales de mortero	Resanes de cangrejas o reparaciones de defectos.

Fuente: Galarza (2011).

*Estos materiales tienen causas de desperdicio iguales al mortero por ser la materia prima para su producción.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Nivel de actividad:** es el grado de uso de la capacidad de la mano de obra. Se la suele medir como un porcentaje de acuerdo a las categorías. Estas categorías son: Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC).
- **Trabajo Productivo (TP):** Aquel trabajo que aporta en forma directa a la Producción, incluyendo actividades tales como la colocación de ladrillos, el Pintado de un muro o la colocación de la armadura.
- **Trabajo Contributorio (TC):** Aquel trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Algunos ejemplos de actividades en esta categoría: recibir o dar instrucciones, leer planos, retirar materiales, ordenar o limpiar, descargar un camión, etc.
- **Trabajo no Contributorio (TNC):** Cualquier actividad que no corresponda a alguna de las categorías anteriores, por ejemplo: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, fumar, etc.
- **Mano de obra directa:** es la fuerza laboral que se encuentra en contacto directo con la fabricación de un determinado producto que

tiene que producir la empresa. Esta ha sido responsable del grueso manejo del trabajo por horas de las fábricas y el costo más importante de controlar y medir.

- **Desperdicio de materiales:** Todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción de acuerdo a las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra.
- **Calidad:** Es el conjunto de características de un producto que determina el grado de satisfacción de las exigencias de un cliente.
- **Ejecutor:** Persona o conjunto de personas que realizan una tarea.
- **Eficiencia:** Uso apropiado de recursos para lograr un objetivo.
- **Eficacia:** Logro de un objetivo.
- **Velocidad:** Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo.
- **Rendimiento:** Cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción.
- **Partida:** Conjunto de procesos agrupados con la finalidad de llevar un control de costos y ejecución de un proyecto.
- **Tarea:** Trabajo encomendado a una persona o conjunto de personas que debe ejecutarse en un tiempo determinado.
- **Carta balance:** Resumen del resultado estadístico a través de medios gráficos y/o tablas de los flujos observados en un proceso.
- **Pérdidas:** acciones que no agregan valor y por tanto generan un costo innecesario.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en las edificaciones en construcción que se encuentran en la zona de expansión sur-este de la ciudad de Cajamarca, en estas edificaciones se analizó en nivel de trabajo productivo de la mano de obra y el porcentaje de desperdicio de los materiales:

A. PROCEDIMIENTO.

Las partidas que se analizó la productividad son las siguientes: Colocación de concreto y muro de ladrillo de arcilla de soga, Los materiales analizados el porcentaje de desperdicio son: Cemento y hormigón. La recopilación de información se realizó entre las fechas: 1 de setiembre hasta el 10 de octubre del 2014.

Las partidas se analizaron en cuatro edificaciones en construcción que se encuentran en la zona sur-este de la ciudad de Cajamarca.

A.1. UBICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES QUE SE ESTUDIARON

FIGURA 03: Ubicación de las construcciones que se estudiaron



- La obra A se ubicó en el jr Mosqueta es una vivienda Multifuncional.
- La obra B Y C se ubicó en el jr Luz Esperanza la primera es para departamentos y la segunda es una casa habitación.
- La obra D se ubicó en la intersección del Jr. Unión con el Jr. Nuevo Cajamarca.

A.2. Población y Muestra

En el presente proyecto de investigación la población en estudio fueron las edificaciones de albañilería en construcción de la zona de expansión sur- este de la ciudad de Cajamarca. La muestra se tomó por conveniencia en vista que número de edificaciones es muy grande y las evaluaciones dependieron del acceso a la información que permitieron los responsables de las obras, se estudió 4 edificaciones en construcción que se encontraron en dicha zona.

A.3 Técnicas e instrumentos de recolección

Se realizó mediante observación directa el desempeño de los trabajadores, En base a la recopilación de información obtenida, utilizando los criterios de *Serphell (2002)*, con las tres categorías de trabajo (TP, TC Y TNC) que menciona dicho autor; se procedió a tomar mediciones de las actividades que ejecutaban cada uno de los obreros de la edificación, asignándoles una categoría de trabajo, a cada una de las actividades realizadas por ellos.

El procedimiento de medición comprende recorrer el total de la obra o visualizarla desde un punto estático (simple observación). De esta forma, cada vez que se visualizó a los trabajadores, se anotó en los formatos si los trabajadores estaban realizando algún TP, TC o TNC, y dentro de estas categorías, fue necesario especificar la clasificación del mismo, de acuerdo con las actividades que se consideraron.

La frecuencia de observación a la cuadrilla se realizó en un intervalo de un minuto. Cabe destacar que por razones estadísticas se debe tomar 384 observaciones, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de +/- 5%. Para determinar el trabajo productivo, contributorio y no contributorio se utilizó el siguiente formato, para recoger la información de campo.

TABLA: 08 Formato para la toma de datos para la actividad colocación de concreto.





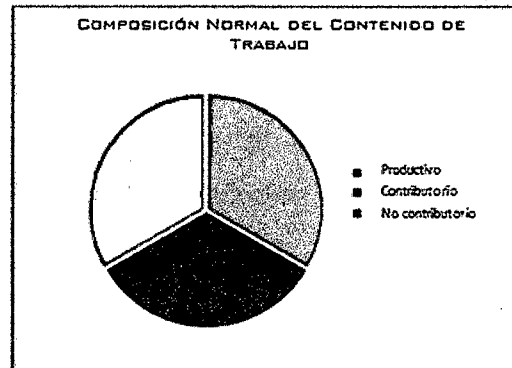
MUESTREO DE TRABAJO																				
Actividad: Colocación de concreto		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE INVESTIGACION																		
Obra:																				
Cuadrilla:																				
Fecha:																				
OBSERVACIONES MINIMAS A REALIZAR:384			Colocar concreto	Vibrar concreto					abastecer cemento	abastecer agregados	abastecer agua	transporte de concreto		esperas	ocio	viajes	descanso	nec. Fisiologicas	reprocesos	
Nº	HORA	Cuadrilla	P	PRODUCTIVO				C	CONTRIBUTORIO				NC	NO CONTRIBUTORIO				OBSERVACIONES		
1		OF																		
		PE																		
2		OF																		
		PE																		
3		OF																		
		PE																		
4		OF																		
		PE																		
5		OF																		
		PE																		
6		OF																		
		PE																		
7		OF																		
		PE																		
8		OF																		
		PE																		
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
384		OF																		
		PE																		
Totales																				

TABLA: 09 Formato para la toma de datos para la actividad muro de ladrillo de arcilla de sogá.

MUESTREO DE TRABAJO																			
Actividad: Colocación de ladrillo		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE INVESTIGACION																	
Obra:																			
Cuadrilla:																			
Fecha:																			
OBSERVACIONES MINIMAS A REALIZAR:384			Colocar Ladrillo	Misciar	Colocar Mezcla	Alinear	Aplomar	Transportar materiales	Cerrar adillos	Limpiar el piso	Medir		esperas	ocio	viajes	descanso	nec. Fisiologicas	reprocesos	
Nº	HORA	Cuadrilla	P	PRODUCTIVO				C	CONTRIBUTORIO				NC	NO CONTRIBUTORIO				OBSERVACIONES	
1		OF																	
		PE																	
2		OF																	
		PE																	
3		OF																	
		PE																	
4		OF																	
		PE																	
5		OF																	
		PE																	
6		OF																	
		PE																	
7		OF																	
		PE																	
8		OF																	
		PE																	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
384		OF																	
		PE																	
Totales																			

Una vez que se recogió los datos directamente de campo se procedió a realizar trabajo de gabinete donde se obtuvo los porcentajes de la distribución de la mano de obra.

FIGURA 04: Composición normal del contenido de trabajo



Luego se analizaron las causas que ocasionan el trabajo no contributorio y se propuso soluciones para su disminución.

Para determinar el desperdicio de los materiales se aplicó el método de Soibelman. Este método implica permanecer a tiempo completo en obra para realizar el constante seguimiento de los materiales estudiados para determinar sus flujos dentro de la obra y así identificar las causas de los desperdicios. Para esto se utilizó el formato que se muestra a continuación que fue diseñado para controlar los metros ejecutados, las cantidades de material recibido, el trato que se le da a cada material.

Los materiales elegidos fueron seleccionados tanto por su importancia en la obra como por la facilidad para obtener información sobre ellos. Se consideraron: Hormigón, cemento. La metodología se basó en determinar dos fechas base, las denominadas visita inicial (VI) y visita final (VF). En estas dos fechas se levantaron los mismos datos: Cantidad de material adquirido, cantidad de material almacenado y cantidad de material teóricamente necesaria para realizar los metros logrados hasta el momento de la visita. Con estos datos se puede obtener el porcentaje de pérdidas ocurridas entre la visita inicial y la final:

$$p\acute{e}rdida(\%) = \frac{M_{real} + Alm(VI) - Alm(VF)}{M_{teo}}$$

TABLA 10: Formato para determinar porcentaje de desperdicio de materiales.

MUESTREO DE TRABAJO								
Actividad:		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA						
Obra:		FACULTAD DE INGENIERIA						
Día:		PROYECTO DE INVESTIGACION						
Fecha:								
Nº	MATERIAL	METRADO TEORICO	METRADO REAL	VISITA INICIAL	VISITA FINAL	PORCENTAJE DE DESPERDICIO	CAUSA DE DESPERDICIO	OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

B. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para determinar el nivel de actividad de la mano de obra de las 4 edificaciones se utilizó la herramienta carta balance.

B.1 CARTA BALANCE

La carta Balance es una herramienta que a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización. Para obtener la carta balance se tomaron un intervalo de tiempo corto (cada minuto) la actividad que está realizando cada obrero. Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC. Para obtener datos estadísticamente válidos se realizaron 384 observaciones por actividad cada minuto las mismas que se procesaron, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de +/- 5%.

TABLA 11: Tamaño de la muestra requerido para niveles de confianza de 95% y 90%

Proporción por Categoría (%)	95% nivel de confianza				90% nivel de confianza			
	Límite de error (%)				Límite de error (%)			
	1	2.5	5	10	1	2.5	5	10
50:50	9604	1537	384	96	6765	1082	271	68
40:60	9220	1475	369	92	6495	1039	260	65
30:70	8067	1291	323	81	5683	909	227	57
20:80	6147	983	246	61	4330	693	173	43
10:90	3457	553	138	35	2435	390	97	24

Fuente (Olomolaiye, Jayawardane, & Harris, 1998).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A: COLOCACION CONCRETO EN ZAPATAS

OBRA A:

En esta obra e obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 12: Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la
OBRA A

N° Medicion	OP1.	OP2.	OF1.	PE1.	PE2.	PE3.	PE4.	PE5.
1	S	Ⓞ	I	I	X	S	S	S
2	S	Ⓞ	X	Ⓞ	X	S	S	S
3	S	S	X	Ⓞ	I	S	S	S
4	S	O	I	I	X	X	T	T
5	I	O	I	I	X	X	T	T
6	C	O	Ⓞ	Ⓞ	I		C	T
7	S	S	Ⓞ	A	I		S	S
8	Ⓞ		Ⓞ	Ⓞ	I	Ⓞ	S	S
9	S	S		S		S	S	S
10	S	O	S	S	S	S	C	T
11	I	O	S	S	I	S	T	C
12	R	O	I	Ⓞ	I	T	T	T
13	C		Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	S	S	S
14	S	O	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	S	S	S
15	C	O	S	S	S	T	T	T
16	S	O	S	S	S	C	S	T
17	R	S	S	Ⓞ	Ⓞ	T	T	C
18	I	I	I	Z	Z	S	T	T
19	S		Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	S	S	S
20	S	S	Ⓞ	Ⓞ	Ⓞ	S	S	S
:	:	:	:	:	:	:	:	:
384	C	O	S	S	S	T	C	T

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
C	Colocación de concreto
V	Vibrado del concreto
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
A	Abastecer de cemento
Ⓞ	Abastecer de agregados abastecer de agua
O	Operar mezcladora
T	transporte de concreto
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
X	Ocio
I	Caminar con manos vadas
Z	Descanso
/	Nec. Fisiológicas
R	Reprocesos

FIGURA 05: Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la OBRA A

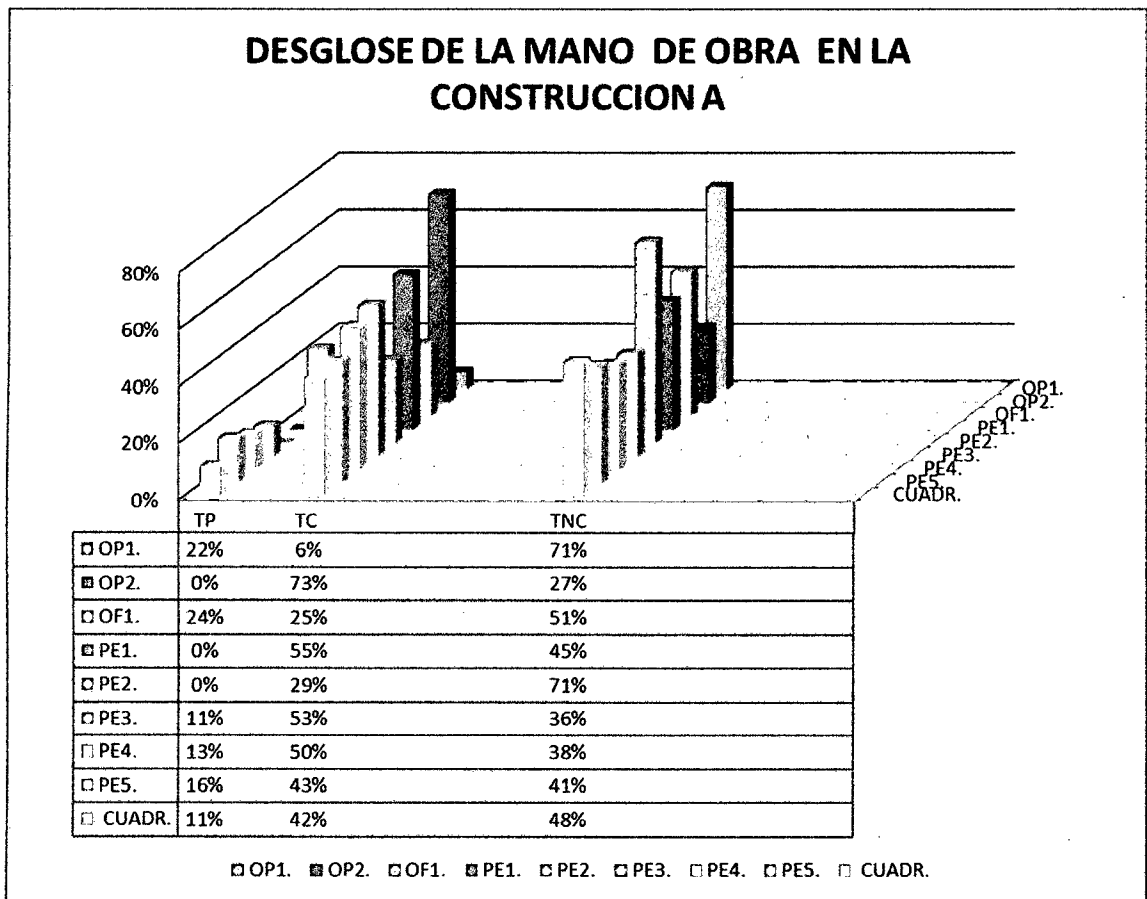


FIGURA 06: Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA A

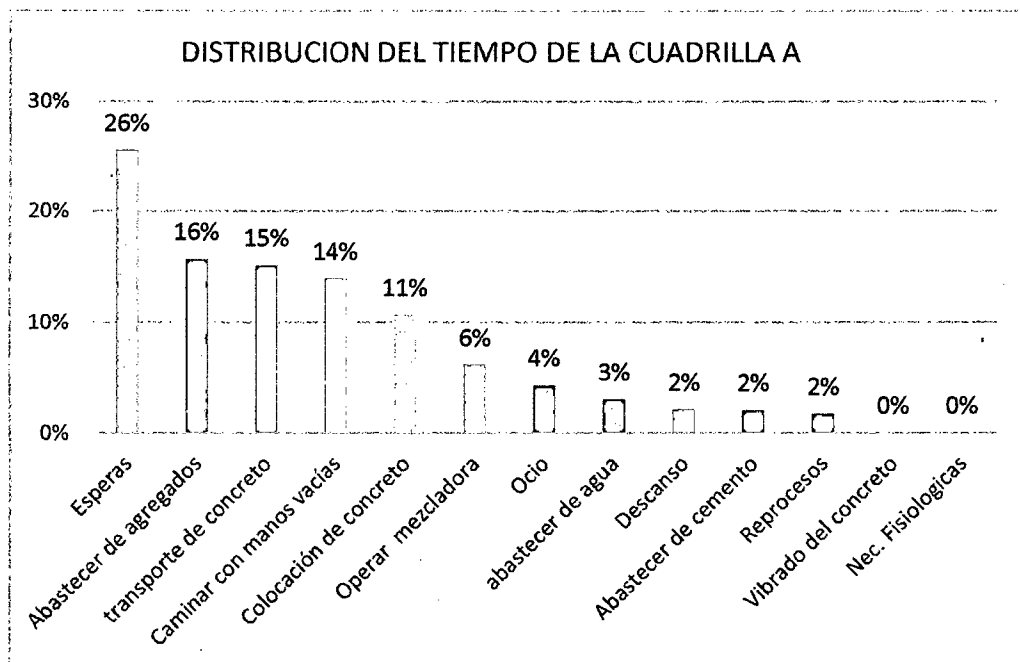


FIGURA 07: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la OBRA A

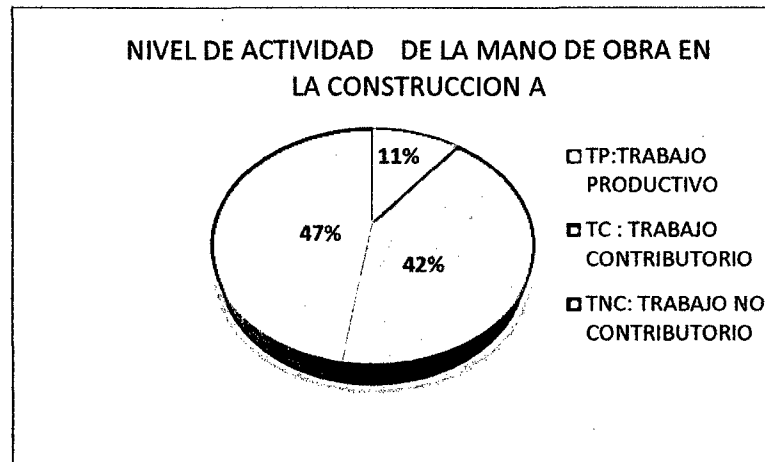


TABLA 13: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas OBRA A

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	8.00	13.30	0.26	3.85	2.08

OBRA B:

En esta obra e obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 14: Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA B

N° Medicion	OP1.	OP2.	PE1.	PE2.	PE3.	PE4.	PE5.
1	O	R	S	S	T	C	T
2	S	C	G	G	T	S	T
3	S	S	G	G	S	S	S
4	I	I		G	S	F	S
5	O	S	I	S	I	I	S
6	O	S	S	S	C	T	T
7	S	C	S	I	T	T	C
8	S	R	S	I	T	T	T
9		S	G	G	S	I	S
10	A	S	G	G	S	S	S
11	I	I	G	G	S	S	S
12	O	S	I	I	S	I	S
13	S	I	S	S	T	S	C
14	O	C	I	S	C	T	Z
15	I	S	I	I	I	T	T
16	O	R	S	S	T	S	T
17	Z	R	S	G	T	C	T
18	Z	C		G	G	S	S
19	A	S	G	G	S	G	S
20	S	I	S	S	I	T	T
:	:	:	:	:	:	:	:
384	S	I	S	I	T	T	T

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
c	Colocación de concreto
v	Vibrado del concreto
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
A	Abastecer de cemento
G	Abastecer de agregados
	abastecer de agua
O	Operar mezcladora
T	transporte de concreto
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
X	Ocio
I	Caminar con manos vacías
P	Descanso
	Nec. Fisiologicas
R	Reprocesos

FIGURA 08: Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la OBRA B

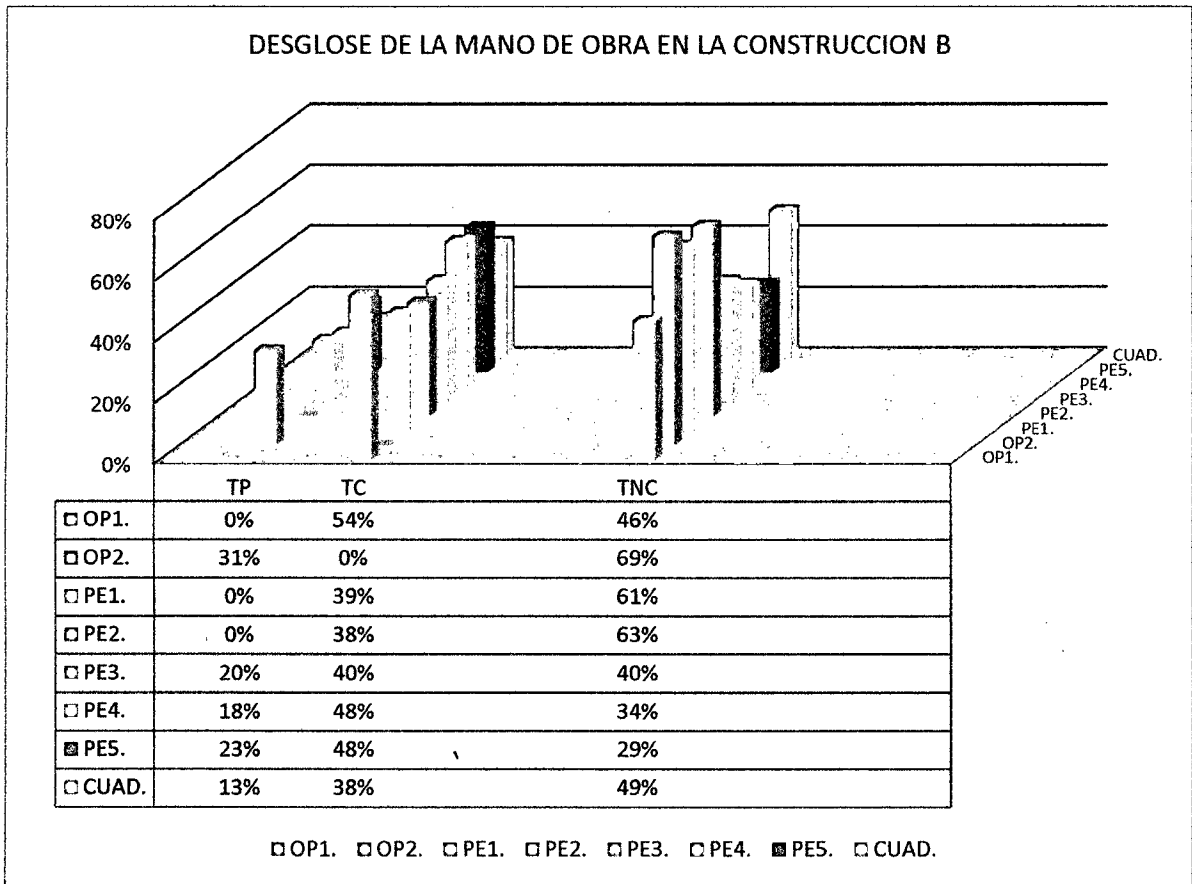


FIGURA 09: Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA B

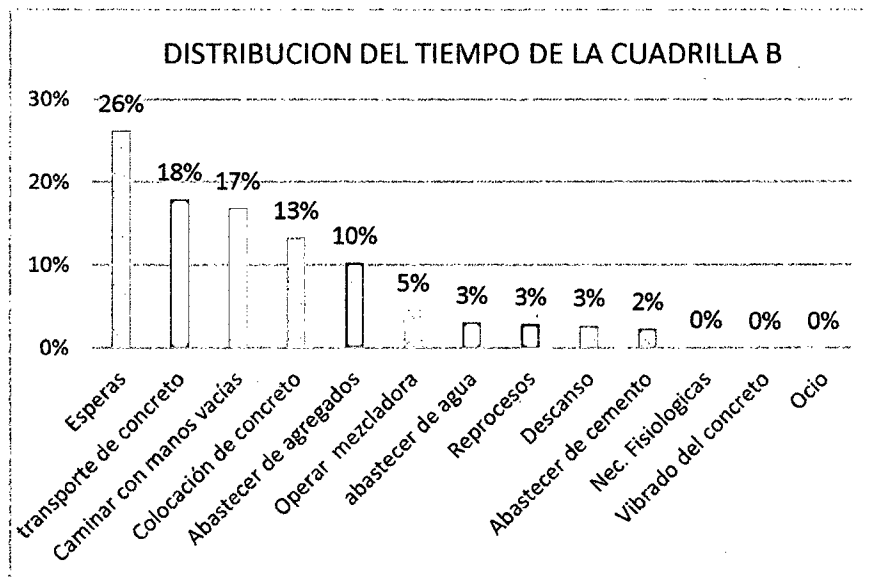


FIGURA 10: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la OBRA B

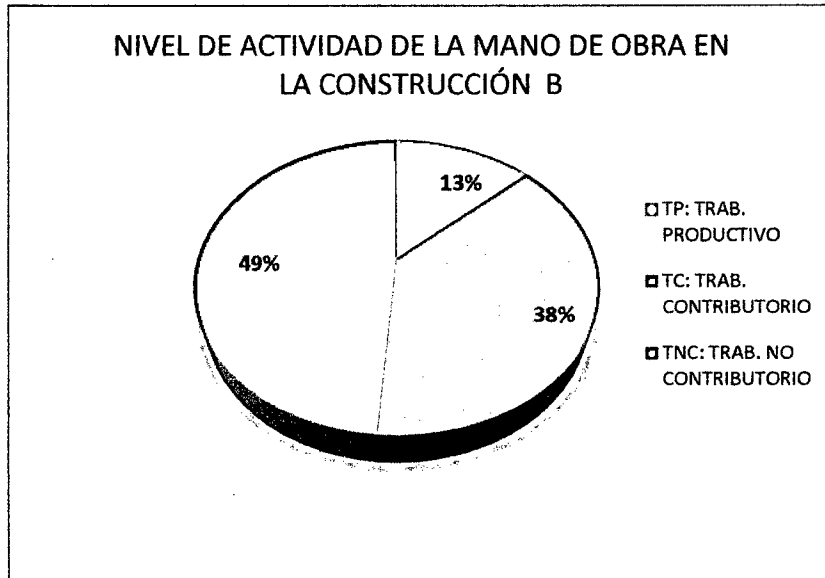


TABLA 15: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas OBRA B

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	7.00	11.32	0.25	3.96	1.77

OBRA C:

En esta obra e obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 16: Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA C

N° Medicion	OP1.	OP2.	PE1.	PE2.	PE3.	PE4.	PE5.	PE6.
1	X	C	X	I	I	S	S	S
2	I	R	I	S	S	S	I	S
3		S	G	G	G	S	I	S
4	A	I	G	S	G		S	S
5	O	I	I	I	X	X	T	T
6	O	S	S	G	S	T	T	T
7	O	S	G	S	G	C	S	C
8	A	C	G	G	G	S	S	S
9	S	C	G	S	G	I	S	S
10	I	S	I	I	X	T	Z	C
11	O	R	S	G	I	T	T	S
12	S	C	G	S	S	C	C	T
13	S	R	X	G	G	S	S	S
14	S	I	G		G	S		S
15	A	S	I	I	X	T	T	T
16	O	C	S	G	S	T	T	C
17	O	C	G	G	G	C	S	Z
18		S	A	G	G	S	I	S
19	I	I	G	G	G	S	S	S
20	O	S	I	I	X	T	T	S
:	:	:	:	:	:	:	:	:
384	I	S	A	G	G	S	S	S

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
c	Colocación de concreto
v	Vibrado del concreto
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
A	Abastecer de cemento
G	Abastecer de agregados
	abastecer de agua
O	Operar mezcladora
T	transporte de concreto
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
X	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
	Nec. Fisiológicas
R	Reprocesos

FIGURA 11: Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la OBRA C

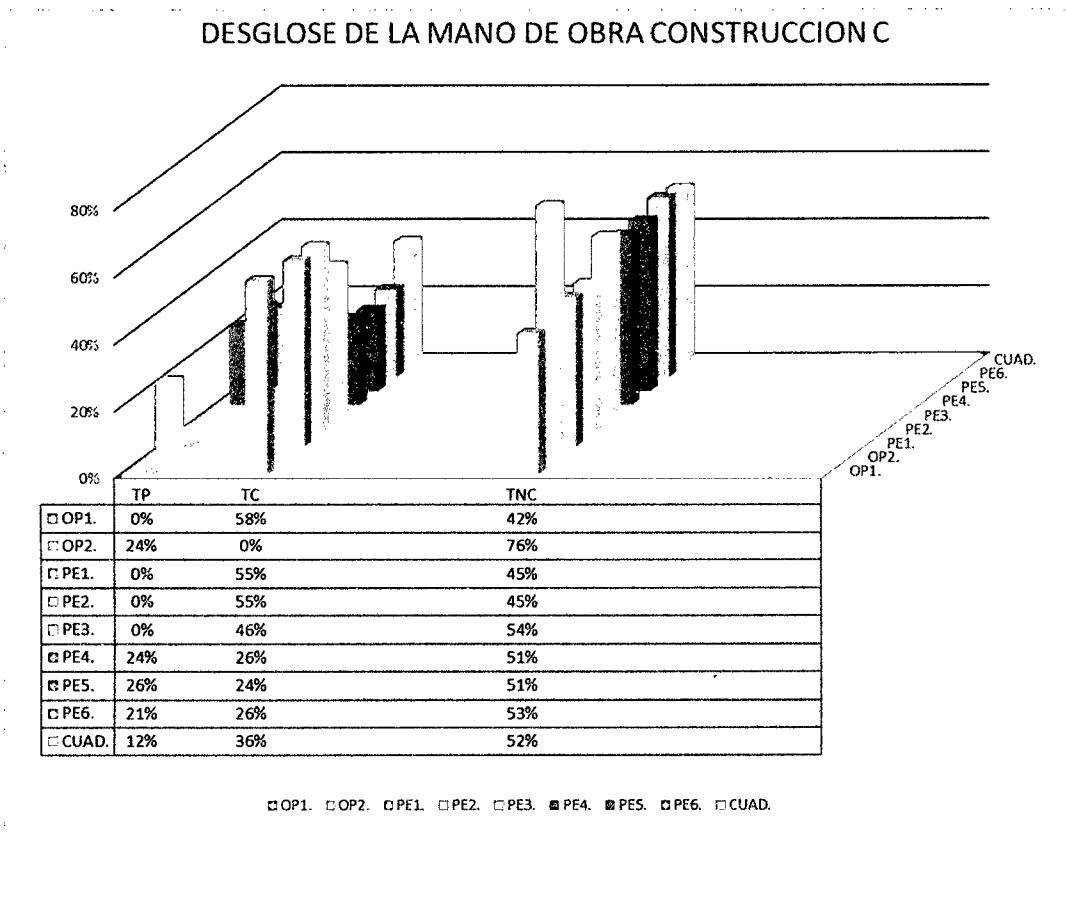


FIGURA 12: Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA C

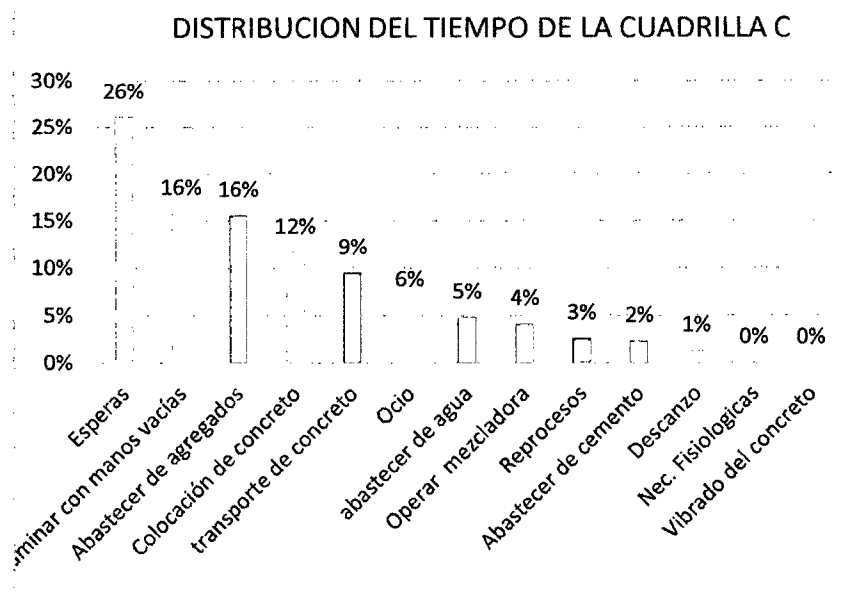


FIGURA 13: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocacion de concreto en zapatas en la OBRA C

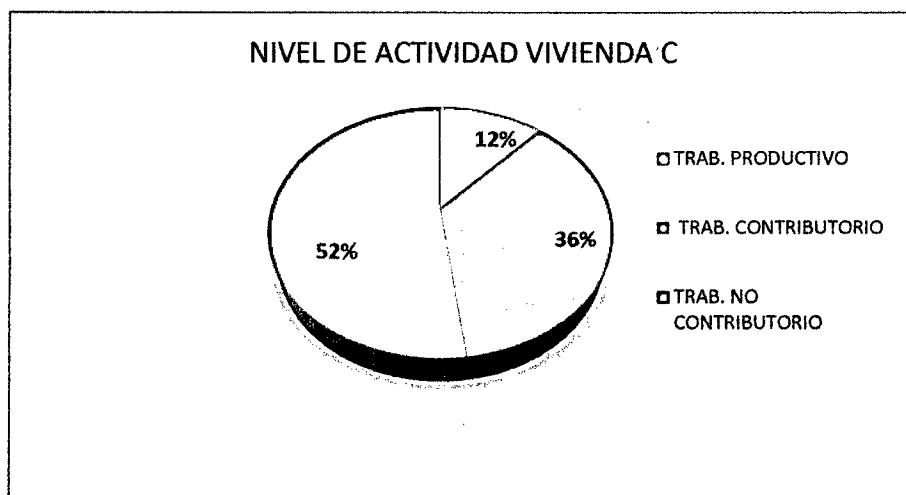


TABLA 17: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de concreto en zapatas OBRA C

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	8.00	12.78	0.25	4.01	2.00

OBRA D:

En esta obra e obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 18: Carta balance en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA D.

N° Medición	OP1.	OP2.	PE1.	PE2.	PE3.	PE4.	PE5.
1	G	G		A	S	G	S
2	S	G		G	S	S	S
3	O	I	I	S	T	T	T
4	O	C	I	S	C	T	T
5	O	C	G	S	S	C	C
6	A	G	S	G	S	G	S
7		R	G		S	S	S
8	O	R	S	S	T	S	T
9	S	R	I	S	C	T	C
10	O	S	I	I	T	T	T
11	S	G	G	G	S	S	S
12		G	S	G	S	S	S
13	O	I	S	S	T	T	T
14	O	C	I	S	S	T	C
15	S	R	I	S	C	C	T
16	A	C	I	G	G	S	S
17		G	G	G	S	S	S
18	O	S	S	S	T	T	S
19	S	S	I	I	T	S	Z
20	O	C	G	S	Z	C	C
:	:	:	:	:	:	:	:
384	A	S		G	G	S	S

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
C	Colocación de concreto
V	Vibrado del concreto
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
A	Abastecer de cemento
G	Abastecer de agregados
	abastecer de agua
O	Operar mezcladora
T	transporte de concreto
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
X	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
	Nec. Fisiológicas
R	Reprocesos

FIGURA 14: Desglose de la mano de obra en la colocación de concreto en zapatas en la OBRA D

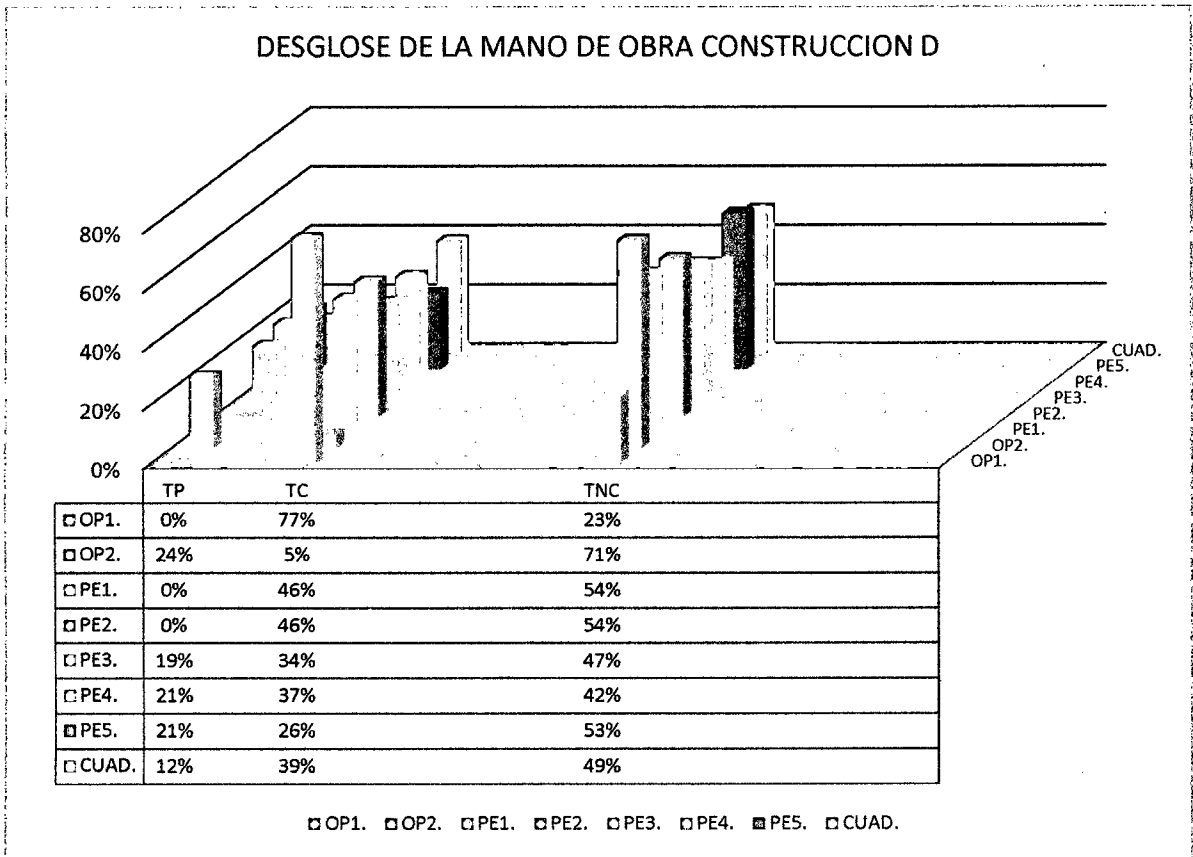


FIGURA 15: Distribución del tiempo de la cuadrilla a en la actividad de colocación de concreto en zapatas en la OBRA D

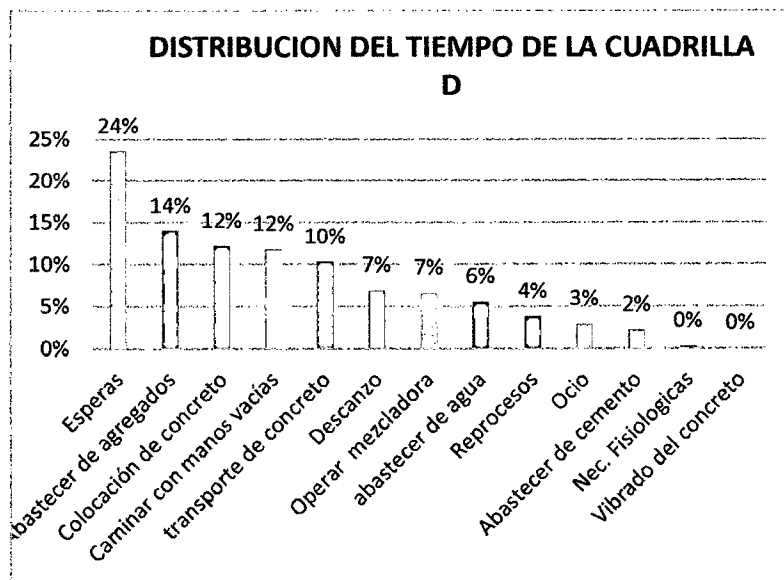


FIGURA 16: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas en la OBRA D

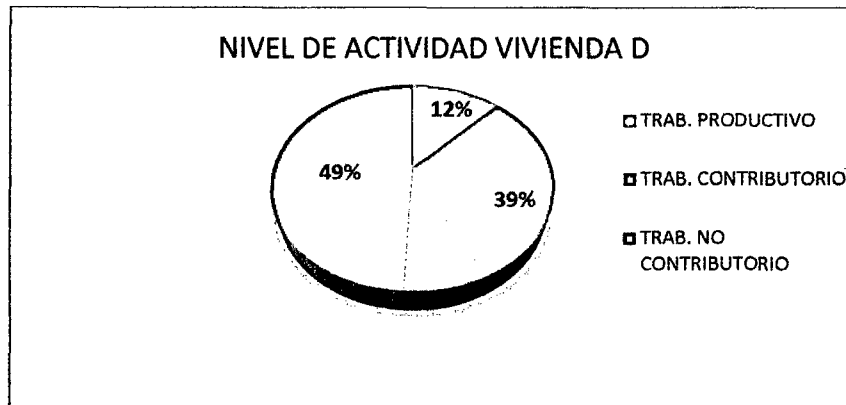


TABLA 19: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocacion de concreto en zapatas OBRA D

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	7.00	10.95	0.24	4.09	1.71

PROMEDIO DE LAS 4 OBRAS ESTUDIADAS

TABLA 20: Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en las obras estudiadas de la actividad colocación de concreto en zapatas.

DISTRIBUCION DEL TIEMPO PROMEDIO DE LAS OBRAS ESTUDIADAS					
ACTIVIDADES	OBRA A	OBRA B	OBRA C	OBRA D	PROMEDIO
Esperas	26%	26%	26%	24%	25%
transporte de concreto	15%	18%	9%	10%	13%
Abastecer de agregados	16%	10%	16%	14%	14%
Caminar con manos vacías	14%	17%	16%	12%	15%
Colocación de concreto	11%	13%	12%	12%	12%
Operar mezcladora	6%	5%	4%	7%	5%
Ocio	4%	0%	6%	3%	3%
abastecer de agua	3%	3%	5%	6%	4%
Descanso	2%	3%	1%	7%	3%
Abastecer de cemento	2%	2%	2%	2%	2%
Reprocesos	2%	3%	3%	4%	3%
Vibrado del concreto	0%	0%	0%	0%	0%
Nec. Fisiológicas	0%	0%	0%	0%	0%

FIGURA 17: Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de concreto en zapatas.

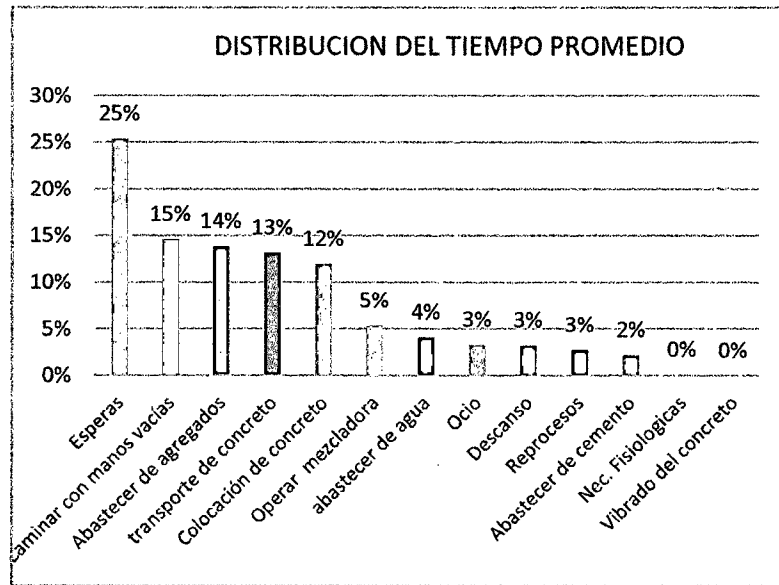


TABLA 21: Nivel de actividad promedio de la mano de obra.

NIVEL DE ACTIVIDAD PROMEDIO DE LA MANO DE OBRA.			
	TRAB. PRODUCTIVO	TRAB. CONTRIBUTORIO	NO CONTRIBUTORIO
OBRA A	11%	42%	48%
OBRA B	13%	38%	49%
OBRA C	12%	36%	52%
OBRA D	12%	39%	49%
PROMEDIO	12%	39%	49%

FIGURA 18: nivel de actividad promedio de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas

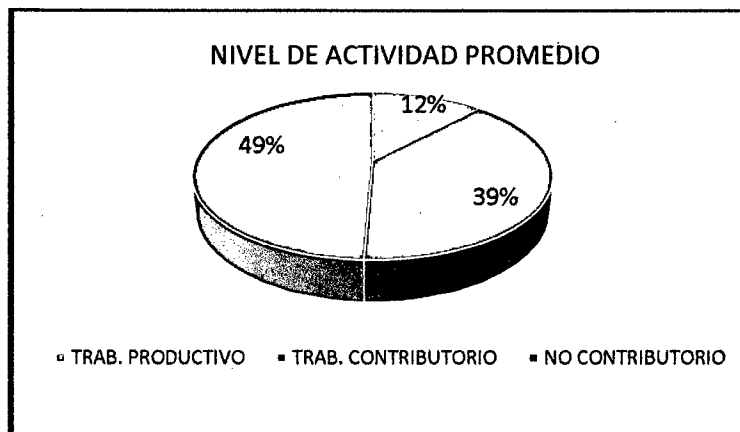


TABLA 22: Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de concreto en zapatas.

	Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
	(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) \cdot (MO)}$	$(R) = \frac{(T) \cdot (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
OBRA A	6.40	8.00	13.30	0.26	3.85	2.08
OBRA B	6.40	7.00	11.32	0.25	3.96	1.77
OBRA C	6.40	8.00	12.78	0.25	4.01	2.00
OBRA D	6.40	7.00	10.95	0.24	4.09	1.71
PROMEDIO	6.40	7.50	12.09	0.25	3.98	1.89

TABLA 23: Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de concreto en zapatas vs CAPECO.

	Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) m3	Productividad (m3/HH)	Rendimiento (hh/m3)	Velocidad (m3/Horas)
	(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) \cdot (MO)}$	$(R) = \frac{(T) \cdot (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
PROM.OBRAS.	6.40	7.50	12.09	0.25	3.98	1.89
CAPECO	8.00	12.20	25.00	0.26	3.90	3.13

EVALUACION DE RESULTADOS OBTENIDOS

- la actividad analizada se encuentra con un nivel de actividad del 12% del trabajo productivo.
- La medición de la actividad fue 384 observaciones ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de +/- 5%.
- Las tres actividades de mayor incidencia en la colocación de concreto son: “esperas”, “caminar con manos vacías” y “abastecer agregados”, esperas y caminar con manos vacías pertenece al trabajo no contributorio, abastecer agregados conforman el trabajo contributorio lo cual explica por qué esta actividad posee un bajo nivel de trabajo productivo.
- En cuanto a las cuadrillas, se puede observar que todos cuentan con similares tiempos de trabajo.
- Como se observa en la figura nivel de actividad promedio de la mano de obra en la actividad colocación de concreto en zapatas, todos tienen un TP muy similar. A pesar de la pequeña variación, se puede apreciar que la cuadrilla de la obra A que tiene menor trabajo productivo y la cuadrilla de la obra C es el que cuenta con un mayor tiempo de trabajo no contributorio.

- Es importante resaltar que los tiempos de cada obrero no son comparables ya que los trabajadores no realizan el mismo trabajo. Es por eso que en los resultados que arroja la carta balance no se puede hablar de que obrero trabajo más y cual trabajo menos.
- La cuadrilla de la obra A tiene una mayor velocidad que las tres cuadrillas restantes consecuentemente una mayor productividad, con menor utilización de recursos produce más que el resto de cuadrillas.

PROPUESTAS DE MEJORA

- Se sugiere distribuir mejor los obreros que están encargados del transporte de concreto, deben vaciar a diferentes zapatas para que no haya colas tanto en el vaciado como en el abastecimiento de concreto, es por ello que las “esperas” tienen mayor incidencia en esta actividad.
- Se sugiere rotar al personal que está encargado de abastecer los agregados con el personal que están transportando el concreto para evitar la fatiga.
- Se sugiere planificar la tarea antes de dar por iniciado el trabajo para ello se verificara que se cuente con todos los materiales así como revisar que los equipos se encuentren al 100% operativos para no estar paralizando la actividad.
- La ejecución de las actividades en un proyecto, en la mayoría de casos es manejada por el maestro o por la mano de obra no calificada, esto implica en ocasiones un mal manejo de los tiempos y tareas. Este problema radica en la mano de obra capacitada, una mala planeación del método de trabajo y demoras en la toma de decisiones por parte del encargado de la obra, por esto es necesario capacitar a todo el personal antes de dar inicio a la obra.
- Desde el comienzo de la obra se debe planear rutas libres para el paso del material, de esta forma evitar la congestión entre los trabajadores. Anticipando los materiales que se van a utilizar y tiempos de realimentación e instrumentación. Esto tiene que ver mucho con la logística de la obra.

➤ **B: COLOCACION DE LADRILLOS**

OBRA A:

En esta obra se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 24: Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la OBRA A

N° Medición	Operario 1	Operario 2	Peón
1	V	L	V
2	V	L	V
3	A	I	V
4	I	L	M
5	I	L	T
6	C	C	M
7	L	C	I
8	M	I	M
9	L	L	T
10	L	A	I
11	C	I	T
12	L	L	T
13	C	M	T
14	C	C	T
15	C	C	T
16	C	L	T
17	L	L	T
18	L	L	T
19	A	L	V
20	C	L	T
:	:	:	:
384	C	L	I

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
L	Colocar ladrillo
M	Preparación de mezcla
C	colocar mezcla
A	Aplomar
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
T	Transportar materiales
	Cortar ladrillos
	Limpiar el piso
E	Lectura de planos
D	Medir
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
V	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
RR	Nec. Fisiológicas Reprocesos

FIGURA 19: Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la OBRA A

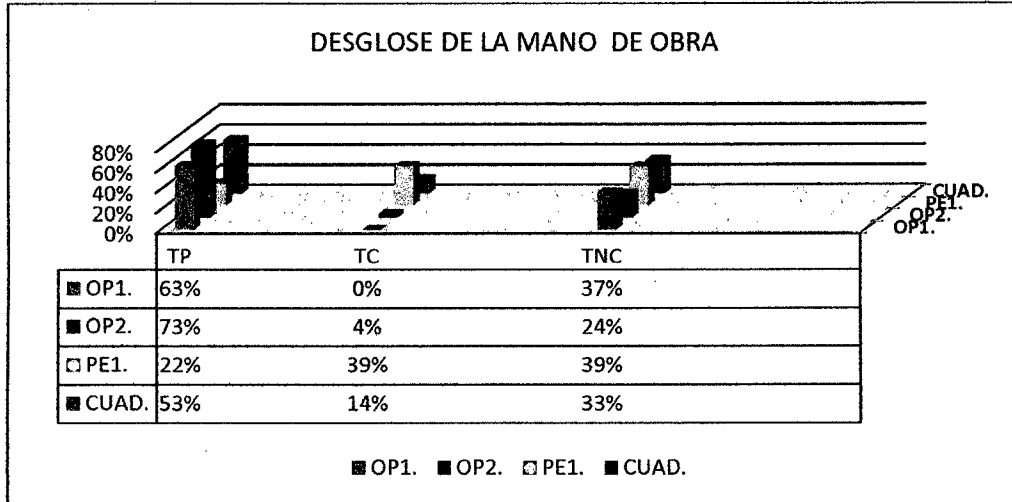


FIGURA 20: Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.

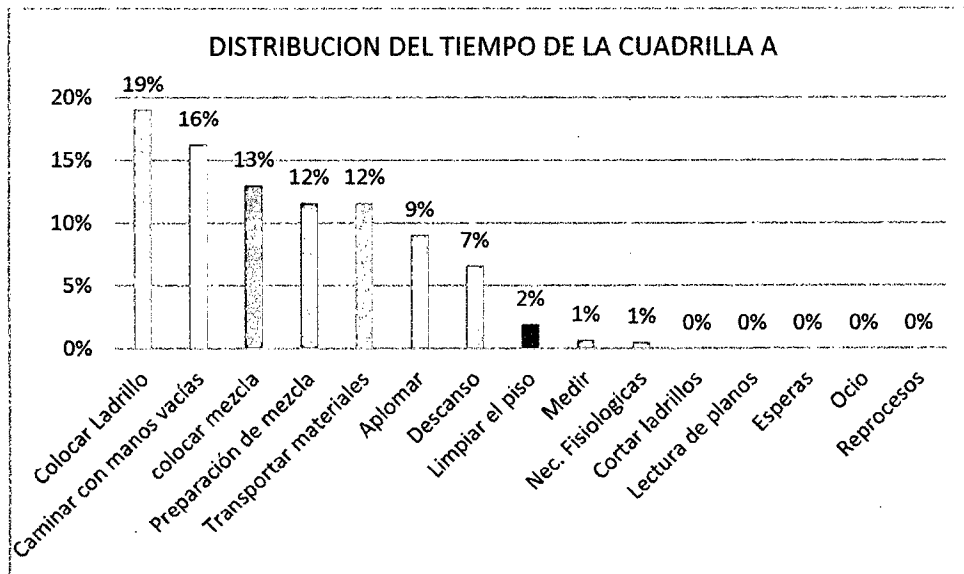


FIGURA 21: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos

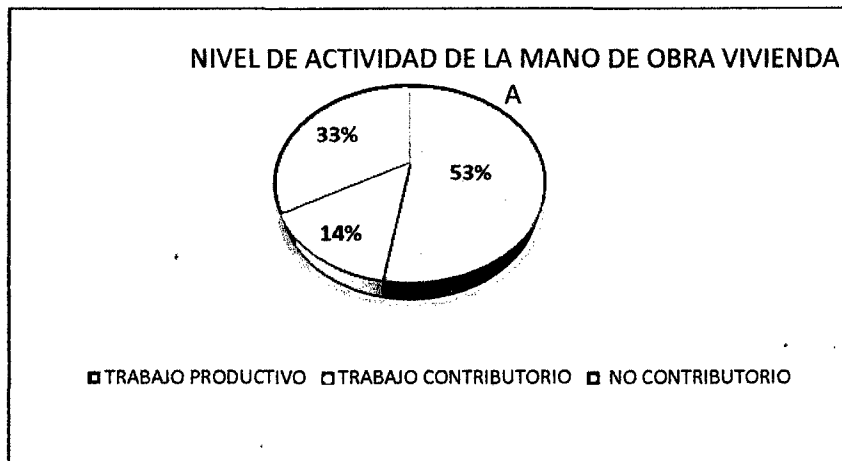


TABLA 25: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	3.00	478.00	24.90	0.04	74.69

OBRA B:

En esta obra se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 26: Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la OBRA B

N° Medicion	Operario 1	Operario 2	Peón
1	C	C	T
2	I	L	Z
3	L	L	Z
4	L	L	I
5	C	L	V
6	L	L	Z
7	C	A	T
8	A	C	I
9	C	C	I
10	Z	C	V
11	A	L	M
12	A	I	V
13	I	A	M
14	C	I	V
15	V	L	V
16	V	L	V
17	L	C	I
18	L	C	I
19	C	L	T
20	C	L	I
:	:	:	:
384	C	L	T

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
L	Colocar Ladrillo
M	Preparación de mezcla
C	colocar mezcla
A	Aplomar
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
T	Transportar materiales
	Cortar ladrillos
P	Limpiar el piso
E	Lectura de planos
D	Medir
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
S	Esperas
V	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
	Nec. Fisiologicas
RR	Reprocesos

FIGURA 22: Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la OBRA

B

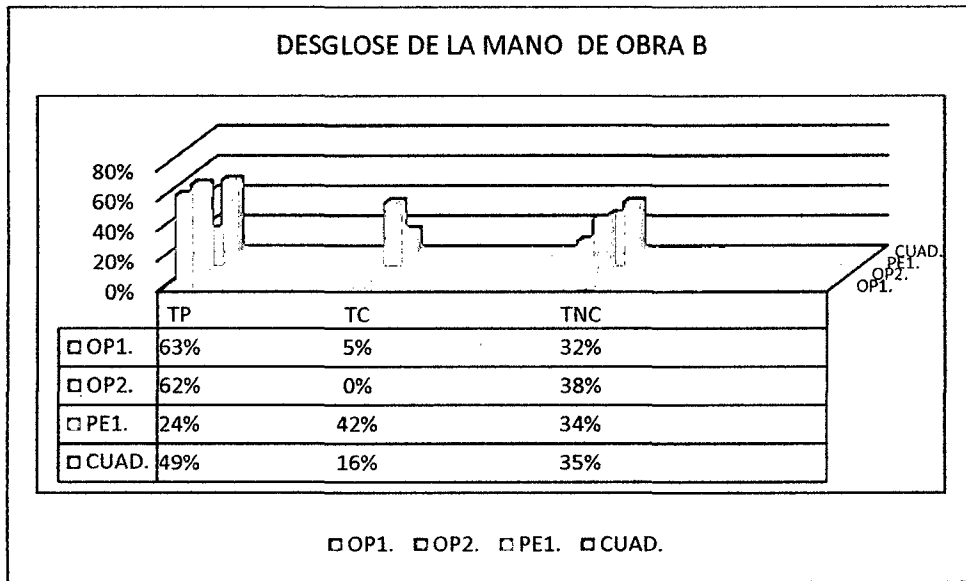


FIGURA 23: Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.

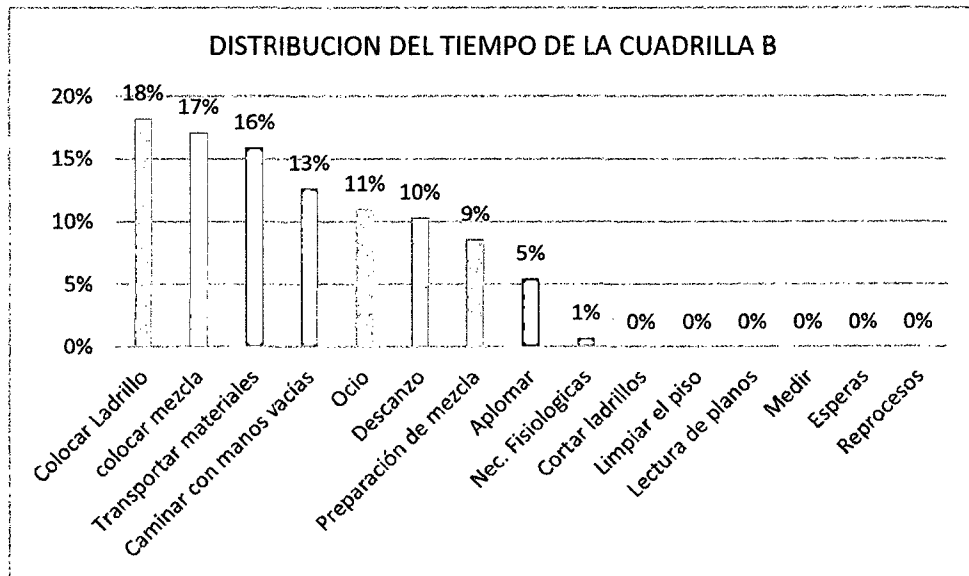


FIGURA 24: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos

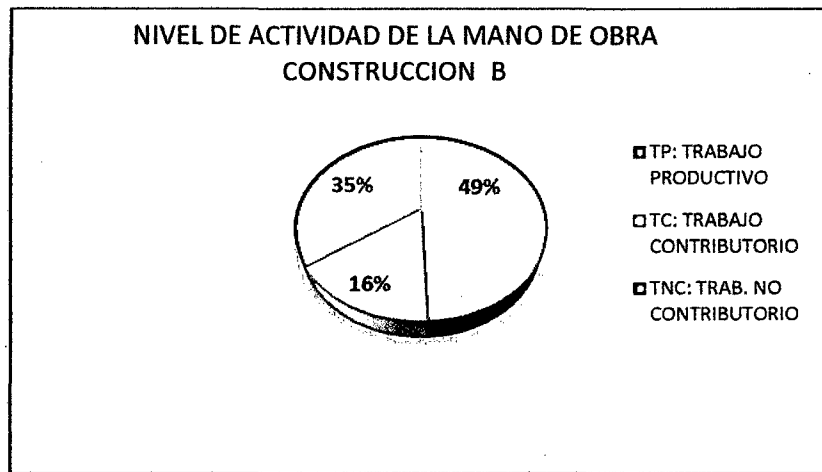


TABLA 27: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	3.00	424.00	22.08	0.05	66.25

OBRA C:

En esta obra se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 28: Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la OBRA

C

N° Medicion	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Peón
1	L	L	V	V
2	A	L	I	P
3	A	L	I	M
4	A	C	M	T
5	I	C	I	T
6	I	C	L	T
7	C	I	L	T
8	I	C	L	T
9	L	C	T	T
10	I	I	T	I
11	C	L	T	I
12	RR	L	I	P
13	C	L	L	V
14	C	I	L	I
15	I	A	I	M
16	I	A	L	I
17	A	V	I	V
18	A	L	L	V
19	I	L	I	V
20	I	I	L	V
:	:	:	:	:
384	V	L	M	T

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
L	Colocar Ladrillo
M	Preparación de mezcla
C	colocar mezcla
A	Aplomar
TRABAJO CONTRIBUTIVO	
T	Transportar materiales
(hatched)	Cortar ladrillos
(dots)	Limpiar el piso
E	Lectura de planos
D	Medir
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	
S	Esperas
V	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
RR	Nec. Fisiologicas
	Reprocesos

FIGURA 25: Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la OBRA C

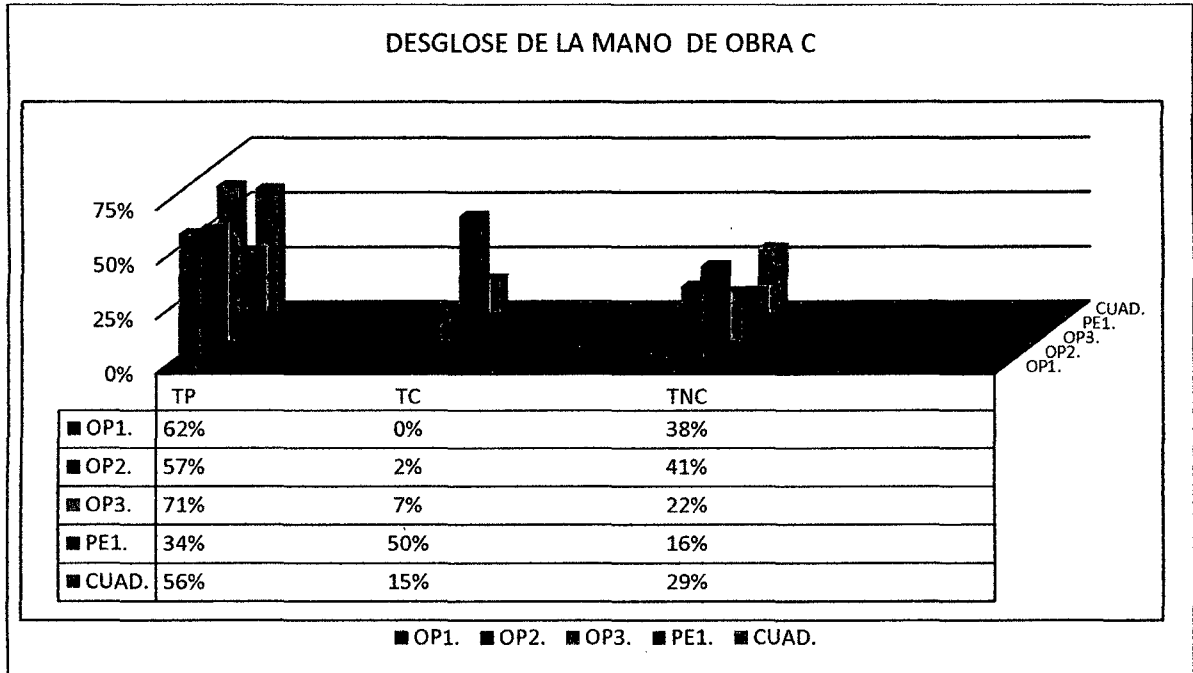


FIGURA 26: Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.

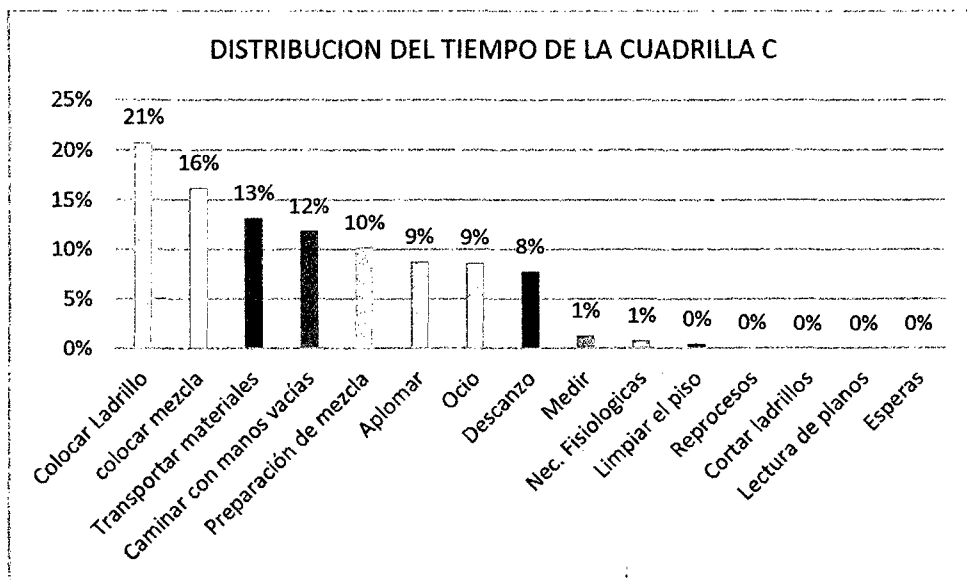


FIGURA 27: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos.

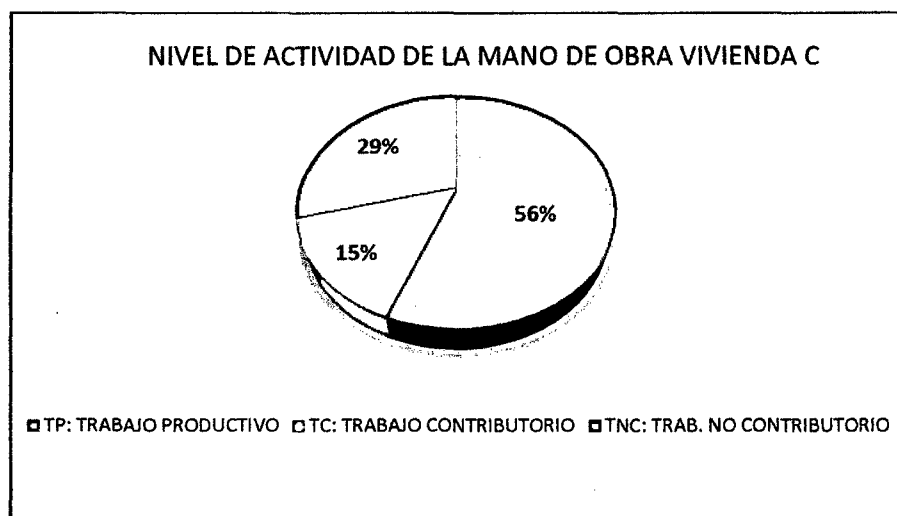


TABLA 29: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocacion de ladrillos

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	4.00	648.00	25.31	0.04	101.25

OBRA D:

En esta obra se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 30: Carta balance en la actividad de colocación de ladrillos en la OBRA D

Nº Medicion	Operario 1	Operario 2	Peón
1	A	L	T
2	L	C	T
3	C	L	T
4	C	C	T
5	C	C	I
6	I	L	M
7	I	L	T
8	L	L	M
9	Z	L	I
10	C	L	I
11	C	I	T
12	C	L	I
13	V	L	M
14	V	L	M
15	A	I	T
16	I	L	M
17	I	L	T
18	C	C	M
19	L	C	T
20	M	I	T
:	:	:	:
384	V	L	V

LEYENDA	
TRABAJO PRODUCTIVO	
L	Colocar Ladrillo
M	Preparación de mezcla
C	colocar mezcla
A	Aplomar
TRABAJO CONTRIBUTORIO	
T	Transportar materiales
	Cortar ladrillos
SP	Limpiar el piso
E	Lectura de planos
D	Medir
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
S	Esperas
V	Ocio
I	Caminar con manos vacías
Z	Descanso
	Nec. Fisiologicas
RR	Reprocesos

FIGURA 28: Desglose de la mano de obra en la colocación de ladrillos en la OBRA D

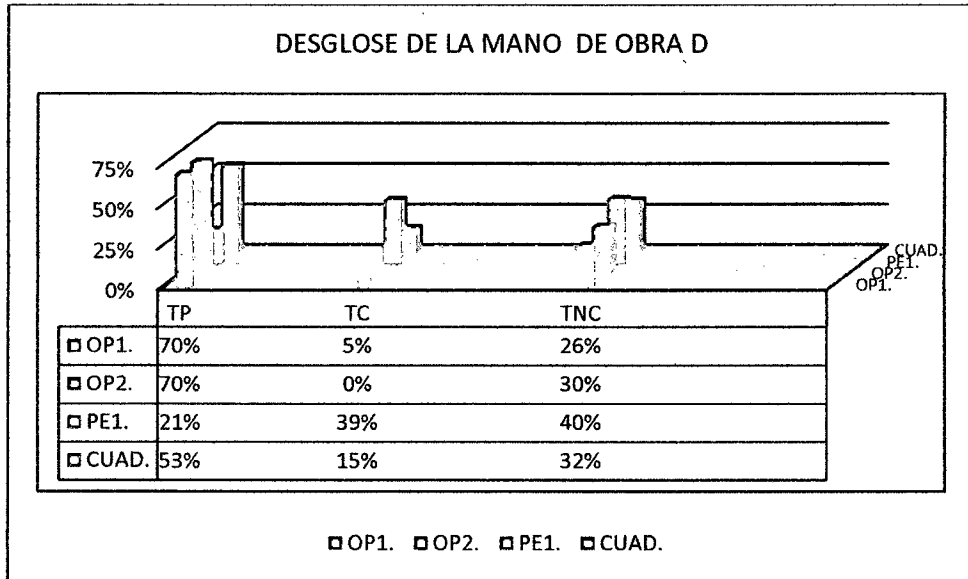


FIGURA 29: Distribución del tiempo de la cuadrilla en la actividad de colocación de ladrillos.

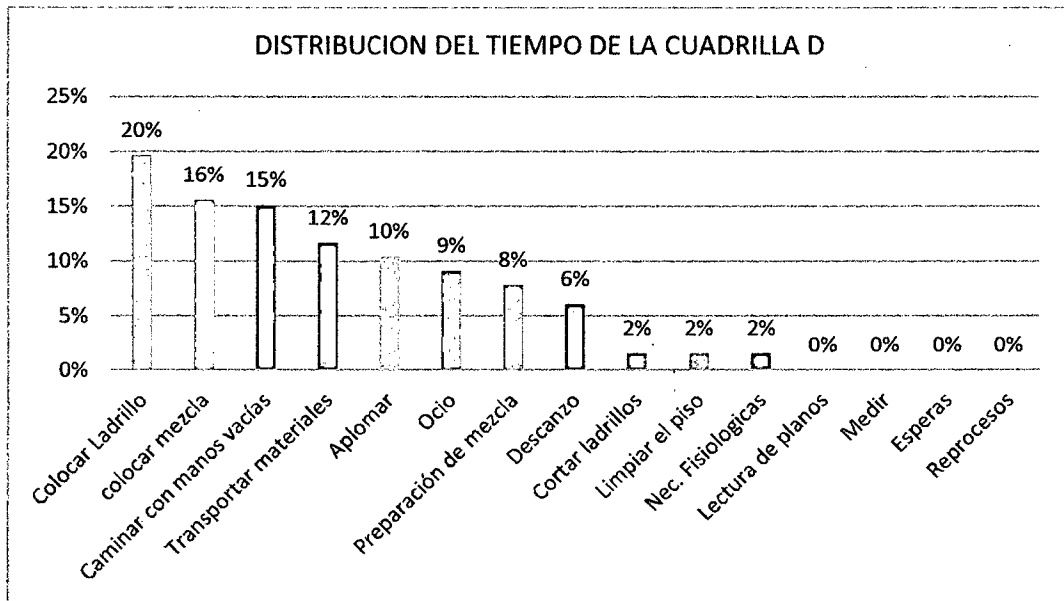


FIGURA 30: Nivel de actividad de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos

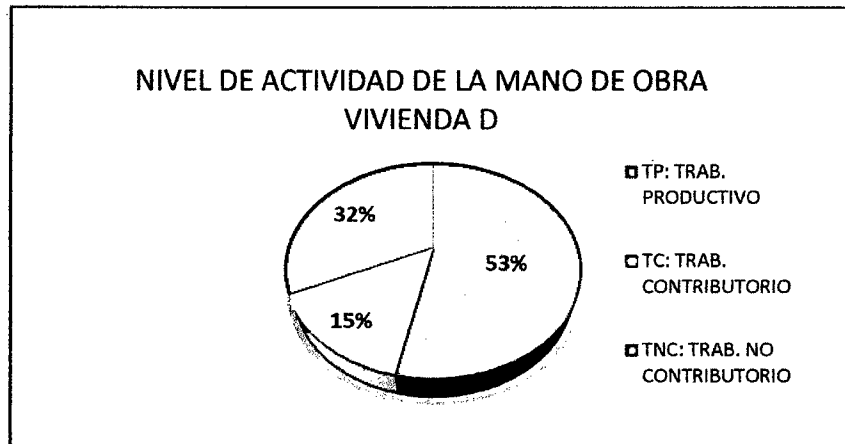


TABLA 31: Productividad–rendimiento-velocidad de la actividad colocación de ladrillos

Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
6.40	3.00	456.00	23.75	0.04	71.25

PROMEDIO DE LAS 4 CONSTRUCCIONES

TABLA 32: Distribución del tiempo promedio de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos

DISTRIBUCION DEL TIEMPO					
ACTIVIDADES	OBRA A	OBRA B	OBRA C	OBRA D	PROMEDIO
Colocar Ladrillo	19%	18%	21%	20%	19%
Preparación de mezcla	12%	9%	10%	8%	10%
colocar mezcla	13%	17%	16%	16%	15%
Aplomar	9%	5%	9%	10%	8%
Transportar materiales	12%	16%	13%	12%	13%
Cortar ladrillos	0%	0%	0%	2%	0%
Limpiar el piso	2%	0%	0%	2%	1%
Lectura de planos	0%	0%	0%	0%	0%
Medir	1%	0%	1%	0%	0%
Esperas	0%	0%	0%	0%	0%
Ocio	0%	11%	9%	9%	7%
Caminar con manos vacías	16%	13%	12%	15%	14%
Descanso	7%	10%	8%	6%	8%
Nec. Fisiológicas	1%	1%	1%	2%	1%
Reprocesos	0%	0%	0%	0%	0%

FIGURA 31: Distribución del tiempo promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de ladrillos.

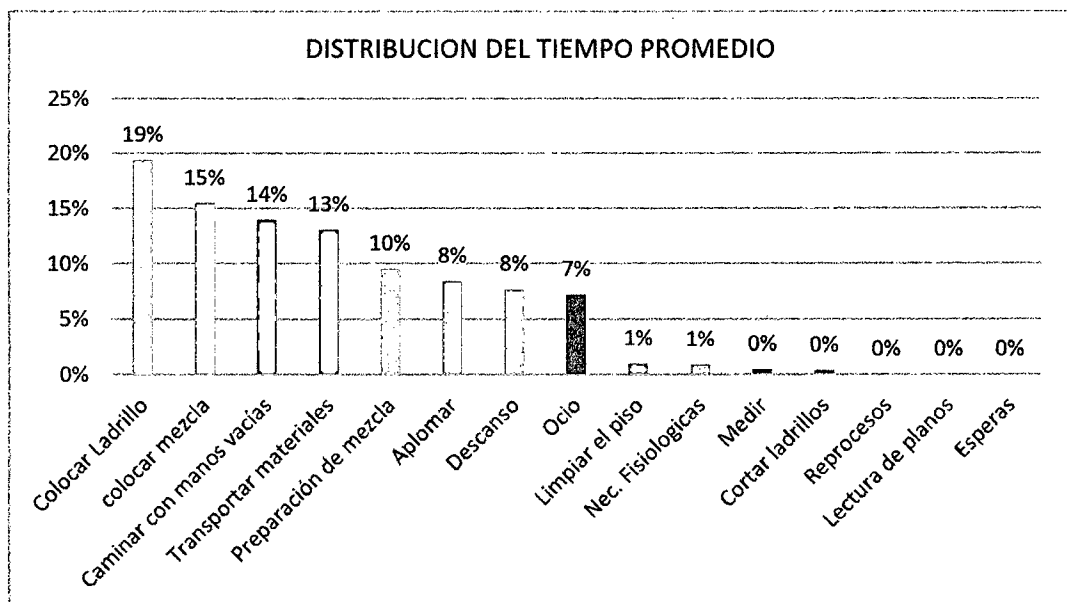


TABLA 33: Nivel de actividad promedio de las cuadrillas en la actividad de colocación de ladrillos.

NIVEL DE ACTIVIDAD PROMEDIO DE LA MANO DE OBRA.			
OBRAS	TRAB. PRODUCTIVO	TRAB. CONTRIBUTORIO	TRAB. NO CONTRIBUTORIO
OBRA A	53%	14%	33%
OBRA B	49%	16%	35%
OBRA C	56%	15%	29%
OBRA D	53%	15%	32%
PROMEDIO	53%	15%	32%

FIGURA 32: Nivel de actividad promedio de la mano de obra en la actividad colocación de ladrillos

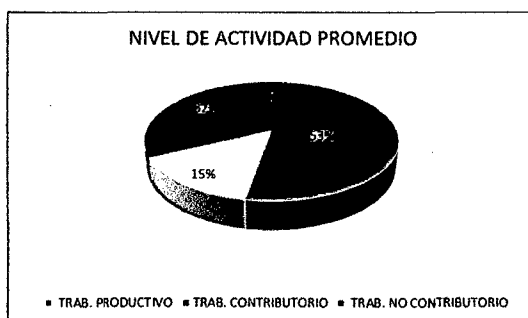


TABLA 34: Productividad–rendimiento–velocidad promedio de la actividad colocación de ladrillos.

	Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
	(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
OBRA A	6.40	3.00	478.00	24.90	0.04	74.69
OBRA B	6.40	3.00	424.00	22.08	0.05	66.25
OBRA C	6.40	4.00	648.00	25.31	0.04	101.25
OBRA D	6.40	3.00	456.00	23.75	0.04	71.25
PROMEDIO	6.40	3.25	501.50	24.01	0.04	78.36

TABLA 35: Productividad–rendimiento–velocidad promedio de la actividad colocación de ladrillos vs CAPECO.

	Tiempo (horas)	Mano de Obra (Hombres)	Producción o avance diario (8h) Pzas	Productividad (pzas/HH)	Rendimiento (hh/Pzas)	Velocidad (pzas/Horas)
	(T)	(MO)	(A)	$(P) = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$	$(R) = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$	$(V) = \frac{(A)}{(T)}$
PROM.OBRAS EST.	6.40	3.25	535.50	25.75	0.04	83.67
CAPECO	8.00	1.60	330.00	25.78	0.04	41.25

EVALUACION DE RESULTADOS OBTENIDOS

- La actividad analizada está en un orden de trabajo productivo del 53% en promedio.
- La medición de la actividad fue 384 observaciones ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de +/- 5%.
- Las tres actividades de mayor incidencia promedio en la colocación de ladrillos son: "colocación de ladrillos", "colocar mezcla" y "caminar con las manos vacías" lo cual explica porque se tiene una actividad de alto nivel de trabajo productivo.
- En cuanto a los a las cuadrillas, se puede observar que todos cuentan con similares tiempos de trabajo productivo y de trabajo no contributorio.
- La mayor velocidad y productividad la tiene la cuadrilla de la obra C. es la misma que tiene mayor trabajo productivo y consecuentemente menor trabajo no contributorio.

PROPUESTAS DE MEJORA

- Se sugiere distribuir de la mejor manera a los operarios, Cuando se utilice tres operarios el frente de trabajo de cada uno, debe ser el óptimo para que el peón se de abasto para los tres operarios sin ningún problema. A si se estará eliminando esperas en los operarios por falta de materiales.
- Cuando el peón se encuentre en espera, se le debe aprovechar para que realice actividades como las de hacer limpieza en el área de trabajo, esto ayudara para que evitar cualquier tipo de accidente cuando los obreros circulen por el área de trabajo.

C: NIVEL DE DESPERDICIO DE MATERIALES

Como segundo tema de estudio en la presente tesis es en nivel de desperdicio de los materiales. Para determinar el desperdicio de los materiales utilizaremos el método de Soibelman. Este método implica permanecer a tiempo completo en obra para realizar el constante seguimiento de los materiales estudiados para determinar sus flujos dentro de la obra y así identificar las causas de los desperdicios. Para esto se utilizaremos el formato que se muestra a continuación diseñado para controlar los metrados ejecutados, las cantidades de material recibido, el trato que se le da a cada material.

Los materiales elegidos fueron seleccionados tanto por su importancia en la obra como por la facilidad para obtener información sobre ellos. Se consideraron: Hormigón y cemento en zapatas.

La metodología se basó en determinar dos fechas base, las denominadas visita inicial (VI) y visita final (VF). En estas dos fechas se levantaron los mismos datos: Cantidad de material adquirido, cantidad de material almacenado y cantidad de material teóricamente necesaria para realizar los metrados logrados hasta el momento de la visita. Con estos datos se puede obtener el porcentaje de pérdidas ocurridas entre la visita inicial y la final:

$$p\acute{e}rdida(\%) = \frac{M_{real} + Alm(VI) - Alm(VF)}{M_{teo}}$$

Donde:

M_{real} = cantidad de material entre la fecha de adquisición (VI) e (VF)

$Alm(VI)$ = cantidad de material en almacén en la fecha (VI)

$Alm(VF)$ = cantidad de material en almacén en la fecha (VF)

M_{teo} = cantidad de material teóricamente necesario para la prestación de servicios entre las fechas (VI) y (VF)

➤ **DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO EN ZAPATAS**

OBRA A

TABLA 36 Metrado teórico de concreto para zapatas obra a

VOLUMEN DE CONCRETO PARA ZAPATAS OBRA A					
Descripción		Dimensiones			
ZAPATA	Nro Vec.	Longitud	Ancho	Altura	Parcial
Z1	6.00	1.50	1.50	0.30	4.05
Z2	6.00	1.20	1.20	0.30	2.59
Z4	8.00	1.00	1.00	0.30	2.40
Z5	6.00	0.80	0.80	0.30	1.15
TOTALES (m3)					10.19

Para 1m³ de concreto se requiere 8.23 bolsas de cemento y 1.19 m³ de hormigón entonces para 10.19 m³ de concreto se requiere 83.86 bolsas de cemento y 12.13 m³ de hormigón, aplicando la fórmula de Soibelman se obtiene:

TABLA 37 Porcentaje de perdida de hormigón y cemento

DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO						
MATERIAL	und	M.REAL	Alm(VI)	Alm(VF)	M.TEO	% PERDIDA
cemento	bls	89.00	104.00	104.00	83.86	6.13%
hormigón	m3	12.816	25.96	25.96	12.13	5.63%

OBRA B

TABLA 38: Metrado teórico de concreto para zapatas OBRA B

VOLUMEN DE CONCRETO PARA ZAPATAS OBRA B					
Descripcion		Dimensiones			
ZAPATA	Nro Vec.	Longitud	Ancho	Altura	Parcial
Z1	2.00	1.80	1.80	0.60	3.89
Z2	15.00	1.50	1.50	0.60	20.25
Z3	10.00	1.20	1.20	0.60	8.64
TOTALES(m3)					32.78

Para 1m³ de concreto se requiere 8.23 bolsas de cemento y 1.19 m³ de hormigón entonces para 32.78 m³ de concreto se requiere 269.78 bolsas de cemento y 39.01 m³ de hormigón, aplicando la fórmula de Soibelman se obtiene

TABLA 39: Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento

DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO						
MATERIAL	und	M.REAL	Alm(VI)	Alm(VF)	M.TEO	% PERDIDA
cemento	bls	298.00	348.00	348.00	269.78	10.46%
hormigón	m3	42.912	53.94	53.94	39.01	10.00%

OBRA C

TABLA 40: Metrado teórico de concreto para zapatas OBRA C

VOLUMEN DE CONCRETO PARA ZAPATAS OBRA C						
Descripción	Dimensiones					
ZAPATA	Nro Vec.	Longitud	Ancho	Altura	Parcial	
Z1	7.00	1.25	1.25	0.60	6.56	
Z2	16.00	1.00	1.00	0.60	9.60	
TOTALES (m3)						16.16

Para 1m3 de concreto se requiere 8.23 bolsas de cemento y 1.19 m3 de hormigón entonces para 16.16 m3 de concreto se requiere 133 bolsas de cemento y 19.23 m3 de hormigón

TABLA 41: Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento obra c

DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO						
MATERIAL	und	M.REAL	Alm(VI)	Alm(VF)	M.TEO	% PERDIDA
cemento	bls	138.00	178.00	178.00	133.00	3.76%
hormigón	m3	19.872	26.79	26.79	19.23	3.34%

OBRA D

TABLA 42 Metrado teórico de concreto para zapatas OBRA D

VOLUMEN DE CONCRETO PARA ZAPATAS OBRA D						
Descripción	Dimensiones					
ZAPATA	Nro Vec.	Longitud	Ancho	Altura	Parcial	
Z1	1.00	3.10	1.60	0.60	2.98	
Z2	4.00	2.20	2.20	0.60	11.62	
Z3	1.00	1.85	1.00	0.60	1.11	
Z4	2.00	2.00	0.80	0.60	1.92	
TOTALES (m3)						17.62

Para 1m³ de concreto se requiere 8.23 bolsas de cemento y 1.19 m³ de hormigón entonces para 17.92 m³ de concreto se requiere 145.03 bolsas de cemento y 20.97 m³ de hormigón.

TABLA 43: Porcentaje de pérdida de hormigón y cemento OBRA D

DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO						
MATERIAL	und	M.REAL	Alm(VI)	Alm(VF)	M.TEO	% PERDIDA
cemento	bls	147.00	200.00	200.00	145.03	1.36%
hormigón	m ³	21.168	27.06	27.06	20.97	0.94%

TABLA 44: Porcentaje promedio de pérdida de hormigón y cemento

PROMEDIO DE DESPERDICIO DE HORMIGON Y CEMENTO						
MATERIAL	und	OBRA A	OBRA B	OBRA C	OBRA D	PROMEDIO
cemento	bls	6.13%	10%	4%	1%	5.43%
hormigón	m ³	5.63%	10%	3%	1%	4.98%

- ✓ Los metrados reales del cemento se obtuvieron contando las bolsas que se utilizaron en la colocación del concreto en las zapatas.
- ✓ Los metrados reales del hormigón se obtuvieron contando las latas que se abastecieron a la mezcladora multiplicando por su volumen.

Vol. Hormigón= no de latas X volumen de lata.

Volumen lata= 0.018 m³

EVALUACION DE RESULTADOS OBTENIDOS

- El mayor porcentaje de pérdida de materiales está en la obra B debido a que se utilizó mayores metrados establecidos en el diseño, a ellos se suma también que una columna estuvo mal alineada, por lo que se tuvo que rehacer el trabajo.
- En la obra A y B las zapatas se excavó con retroexcavadora, este equipo excavo más de lo especificado en los planos es por ello que se produjo mayor desperdicio de los materiales y mano de obra.
- En la obra C y D la excavación de las zapatas se realizó manualmente con peones es por ello el menor porcentaje de desperdicio.

PROPUESTAS DE MEJORA

- Se sugiere que si se va a realizar la excavación de zapatas con equipo como retroexcavadora, se debe tener cuidado con los lados que no se excave dimensiones mayores a lo establecido por las especificaciones técnicas, es preferible excavar dimensiones menores ya que el perfilado se puede realizar manualmente, de esta manera estaremos evitando la pérdida de los materiales y de la mano de obra.

- Se sugiere utilizar una canaleta en la descarga de concreto, así estaremos previniendo que se desperdicie el concreto.

- Se sugiere que los accesos por donde se va a transitar para transportar el concreto estén acondicionadas, para que no se volteen los buggies y así prevenir el desperdicio de los materiales.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

➤ Colocación de concreto en zapatas:

- En la tabla 27: Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de concreto en zapatas vs CAPECO se observa que la productividad de la actividad colocación de Concreto en zapatas es menor en un 4% que la establecida por Capeco.
- Los niveles de actividad promedio para la colocación de concreto en zapatas en promedio es trabajo Productivo: 12% trabajo contributorio 39% trabajo no contributorio 49%.
- Se propuso acciones de mejora para reducir el porcentaje de trabajo no contributorio, ya que es el 49% de tiempo que se está desperdiciando , este tipo de trabajo es muy preocupante porque no agrega ningún valor a la ejecución de la actividad.
- Se rechaza la hipótesis formulada porque la productividad de la colocación de concreto en zapatas es menor en 5% con respecto a CAPECO y el trabajo productivo es el 12%.

➤ Colocación de ladrillo:

- En la tabla 35: Productividad–rendimiento-velocidad promedio de la actividad colocación de ladrillos vs CAPECO se observa que la productividad de la actividad colocación de ladrillos es similar a la establecida por Capeco
- Los niveles de actividad promedio para la colocación de ladrillos en promedio es trabajo Productivo: 53% trabajo contributorio 32% trabajo no contributorio 15%.

- Se propuso acciones de mejora para reducir el porcentaje de trabajo no contributivo, este tipo de trabajo es muy preocupante porque no agrega ningún valor a la ejecución de la actividad.
- Se rechaza la hipótesis formulada porque la productividad de la colocación de ladrillos en muros es igual a CAPECO y el trabajo productivo es el 53% difiriendo en un 8% respecto a la hipótesis planteada.

➤ **Desperdicio de materiales:**

- Se determinó un desperdicio del 5.43% y 4.98% de cemento y hormigón respectivamente en las obras estudiadas, estas pérdidas se produjeron porque las zapatas tienen mayores dimensiones a lo especificado en el diseño y por errores en proceso constructivo por lo que se tuvo que reconstruir una zapata es por ello que se utilizó mayores materiales.
- Se propuso acciones de mejora para reducir el porcentaje de desperdicio de materiales en zapatas.
- Se ha verificado la validez de la hipótesis formulada.

RECOMENDACIONES:

- Se sugiera como tema de tesis el complemento a la presente investigación con el estudio de otras partidas de alto porcentaje de incidencia del costo directo en la ejecución de edificaciones y/o de otro tipo de obras civiles.
- Se sugiere que para tener un porcentaje exacto de pérdida de cada material en todo el proyecto, se monitoree permanentemente el uso que se da a cada recurso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Galarza M. 2011. Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control- año 2011. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.26p.

Ghio, V.2001 Productividad en obras de construcción. 1ra ed. Lima.PE, editorial de la PUCP. 59 – 86 p.

Buleje K. 2012. Productividad en la construcción de un condominio aplicando Conceptos de la filosofía lean construcción- año 2012. Título de ingeniero civil. Lima, PE. PUCP.03p.

Botero L. 2003. Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción- año 2003.Revista universidad Eafit. Medellín, CO. Universidad EAFIT.

Luna R. 2009. Identificación de fuentes de pérdida en la construcción de edificaciones para vivienda en la ciudad de Loja mediante el empleo del sistema de información de niveles de actividad"- año 2009. Título de ingeniero civil. Loja, ECU. UCDL.52p.

Amorós J. 2007. Estudio de los rendimientos de mano de la obra y su productividad en las edificaciones de la UNC- año 2007. Maestro en Ciencias. Cajamarca, PE. UNC.145p.

CAPECO. 2003. Costos y presupuestos en edificaciones. CAPECO, Lima. 376 p.

Torres R. 2009. Gestión de Pérdidas y Desperdicios en el Uso del Concreto Premezclado en Obras de Edificaciones de Gran Altura. Universidad Nacional de Ingeniería. facultad de ingeniería civil .Boletín de investigación n0. 03:18-23.

Formoso C. et al (1999) Method for Waste Control in Building Industry. (IGLC-7). Berkeley, California, USA.

Pons J. (2014) Introducción a Lean Construction.1ª edición. Madrid. Edita: Fundación laboral de la construcción.74 p.

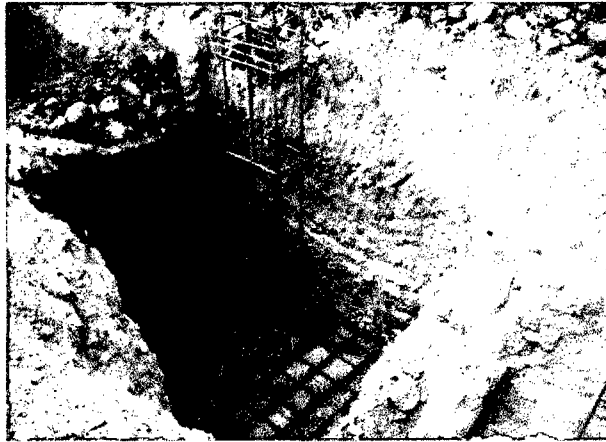
ANEXOS



Fotografía N°01 – Colocación de ladrillos obra A La cuadrilla consta de 2 operarios y un peón: operario 01 colocando mortero, operario 2 aplomando y peón transportando ladrillos.



Fotografía N°02– Colocación de concreto en zapatas obra B, la ausencia de una canaleta en el vaciado del concreto genera desperdicio del concreto.



Fotografía N°03– Dimensiones de la zapata de la obra B mucho mayor a lo especificado en el plano, lo que permitirá un mayor volumen de concreto, en consecuencia mayor porcentaje de desperdicio.



Fotografía N°04– Si observamos la fotografía solamente un trabajador esta en actividad en la obra C, es por ello el alto porcentaje de trabajo no contributivo.