

**UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME FINAL DE TESIS:**

**“ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES EN OBRAS DE  
CONSTRUCCIÓN CIVIL EN IQUITOS METROPOLITANO – LORETO:  
MÉTODOS DE CONTROL Y MEDICIÓN”**

**Requisito para optar el título profesional de  
Ingeniero Civil**

**Autores:**

Bach. JORGE AYRTON CABRERA BELLIDO

Bach. PÁUL ODISEO VÁSQUEZ SANGAMA

Two handwritten signatures in blue ink. The top signature is more stylized and cursive, while the bottom signature is more legible and appears to be 'Paulo V. S.'.

**Asesor:**

Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ulises Irigoín'.

**IQUITOS – PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

Estas labores van dedicadas en primer lugar a Dios, nuestros padres y mi familia por su infinito apoyo. A nuestros grandes maestros cuyas palabras aún siguen enseñándonos con el paso del tiempo. Y a nuestros entrañables amigos que nos acompañan, en cada etapa de la vida, con su respaldo incondicional.

Jorge Ayrton Cabrera Bellido

Dedico este trabajo de investigación a Dios, como ente primordial y motor de todo lo que nos rodea, a mis padres por su apoyo infinito y a mi familia por su colaboración y soporte. A nuestros grandes maestros que nos enseñaron lo bonito de esta carrera, y cuyas palabras aún siguen ilustrándonos con el paso del tiempo. Así mismo, como olvidar a nuestros entrañables amigos que nos acompañan y renuevan nuestras energías para no caer, y nos acompañan en las diversas etapas de nuestra vida.

Paul Odiseo Vásquez Sangama

## **AGRADECIMIENTO**

Expresemos un agradecimiento profundo a Dios, nuestro creador, por guiar nuestro camino y permitir que hoy gocemos del logro de nuestro esfuerzo en la que fielmente nos acompañó, a nuestros padres por la paciencia, apoyo constante y sus sabios consejos, que supieron encaminarnos y enseñarnos a no rendirnos hasta lograr nuestros objetivos, los mismos que son el motivo para despertarnos llenos de fuerzas para seguir adelante, a nuestros tíos por todo el cariño y comprensión que siempre nos brindan junto con su respaldo y apoyo incondicional, y por todo lo recibido durante los años vividos.

A la Universidad Científica del Perú, nuestra casa de estudios y alma máter, que nos impartió la enseñanza debida con los docentes de gran calidad que nos inculcaron sus conocimientos e hicieron amar nuestra carrera, por todas las enseñanzas impartidas en nuestra formación académica y por habernos brindado todas las facilidades para conseguir los objetivos trazados, y enseñarnos a usar los conocimientos en las aulas de nuestra Facultad.

Nuestro agradecimiento especial al Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, por su asesoría y apoyo permanente desde la formulación del proyecto de investigación hasta la sustentación y defensa de esta tesis.

JACB y POVS

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ- UCP



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

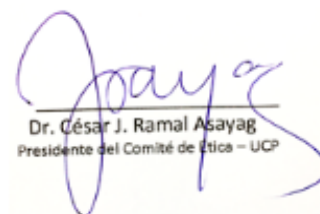
La Tesis titulada:

**"ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN IQUITOS METROPOLITANO -LORETO: MÉTODOS DE CONTROL Y MEDICIÓN"**

De los alumnos: **JORGE AYRTON CABRERA BELLIDO Y PÁUL ODISEO VÁSQUEZ SANGAMA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **14% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 12 de mayo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética - UCP

CJRA/r1-a  
115-2021

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°101-2020-UCP-FCEI de fecha 20 de febrero de 2020, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Carmen Patricia Cerdeña del Águila, Dra. Miembro
- Ing. Marco Antonio Rodríguez Luna, Mg. Presidente
- Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg. Miembro

Como Asesores: Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M. Sc.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 15.30 horas del día 26 de agosto del 2021, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por la Secretaria Académica del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: "ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN IQUITOS METROPOLITANO – LORETO: MÉTODOS DE CONTROL Y MEDICIÓN".

Presentado por los sustentantes:

**JORGE AYRTON CABRERA BELLIDO  
Y  
PÁUL ODISEO VÁSQUEZ SANGAMA**

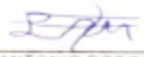
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**


Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron:


El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión: **ABSUELTAS**

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

  
MARCO ANTONIO RODRIGUEZ LUNA  
ING. CIVIL  
CIP 116998  
Miembro

  
Presidente

  
Miembro

Contáctanos:

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Terepoto – Perú  
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

## HOJA DE APROBACIÓN

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ- UCP.....	IV
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS .....	V
HOJA DE APROBACIÓN.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes del estudio.....	1
1.2. Bases teóricas .....	11
1.2.1. Características del sector de la construcción .....	11
1.2.2. El proceso de producción de obras de edificación .....	12
1.2.3. Ejecución en el proceso de producción de obras de edificación 14	
1.2.4. Materiales predominantes en la construcción de edificaciones 16	
1.2.4.1. Concreto .....	16
1.2.4.2. Agregados.....	16
1.2.4.3. Cemento y agua.....	17

1.2.4.4.	Fierro de construcción.....	18
1.2.4.5.	Acero corrugado .....	18
1.2.4.6.	Ladrillo .....	19
1.2.4.7.	Concepto de desperdicio de materiales.....	19
1.2.4.8.	Clasificación de los desperdicios de materiales.....	21
1.2.4.9.	Principales causas de los desperdicios de los materiales en las construcciones .....	27
1.2.4.10.	La ley de Pareto o Principio 80/20 .....	31
1.3.	Definición de términos básicos .....	33
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....		38
<b>2.1.</b>	<b>Nombre del proyecto</b> .....	38
<b>2.2.</b>	<b>Planteamiento del problema</b> .....	38
2.2.1.	Descripción del problema .....	38
<b>2.3.</b>	<b>Formulación del problema</b> .....	41
2.3.1.	Problema general .....	41
	¿Cómo son los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano – Loreto? .....	41
2.3.2.	Problemas específicos .....	41
<b>2.4.</b>	<b>Objetivos</b> .....	42
2.4.1.	Objetivo general .....	42
2.4.2.	Objetivos específicos .....	42
<b>2.5.</b>	<b>Hipótesis</b> .....	42
<b>2.6.</b>	<b>Variables</b> .....	43
2.6.1.	Identificación de las variables .....	43
2.6.2.	Definición conceptual y operacional de las variables ....	43
2.6.2.1.	Definición conceptual.....	43



2.6.2.2. Operacionalización de las variables .....	45
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	48
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	48
3.1.1. Tipo de investigación: .....	48
3.2. Población y muestra.....	49
3.3. Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	49
3.3.1. Instrumentos de recolección de datos .....	50
3.3.2. Procedimientos de recolección de datos .....	50
3.4. Alcance del trabajo .....	56
3.5. Identificación.....	57
3.5.1. Procesamiento y análisis de datos .....	67
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	69
4.1. Resultados de evaluación de desperdicios. ....	82
a) Ladrillo.....	82
b) Cemento: .....	87
c) Concreto:.....	90
d) Evaluación del acero de refuerzo.....	91
4.2. Planes de intervención.....	92
a) Intervención para el ladrillo:.....	92
b) Intervención para el mortero: .....	97
c) Intervención para el concreto: .....	98
d) Intervención para el acero: .....	98
4.3. Planes de control y seguimiento .....	98
4.4. Indicador de productividad de materiales.....	102
a) Ladrillo: .....	102

b) Cemento:.....	104
c) Concreto:.....	111
d) Acero de refuerzo estructural .....	114
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	118
5.1. Discusión .....	118
5.2. Conclusiones .....	121
5.3. Recomendaciones .....	122
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	124
Anexo N° 01. Matriz de consistencia: .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Pérdida directa de materiales (SKOYLES, 1976) .....</b>	<b>3</b>
<b>Tabla 2. Índices de pérdidas de materiales.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 3. “Índice de desmonte” .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 4. Estimación de desmonte.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 5. Definición conceptual .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 6. Operacionalización de variables.....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 7. Componentes de la obra A .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 8. Componentes de la guardería de prevención y torres.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 9. Distribución del costo de los recursos de la edificación “A” .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 10. Distribución del costo de los recursos de la edificación “B” .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 11. . Partidas del presupuesto contratado.....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 12. Recursos más significativos en edificación de ETSI.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 13. Partidas del presupuesto contratado- obra “B”. .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 14. Cantidad de recursos más significativos en edificación “B”.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 15. Resultados evaluados de desperdicios de ladrillo KK. ....</b>	<b>84</b>

<b>Tabla 16. Impacto del desperdicio de asentado de ladrillo sobre la mano de obra de cuadrilla.....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 17. Niveles de actividades de cuadrilla de asentado de ladrillo: Operarios .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla 18. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo: Ayudantes .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 19. Medición de residuos de mortero en partida de tarrajeo de muros. ....</b>	<b>89</b>
<b>Tabla 20. Resultados evaluación de desperdicio de ladrillo KK al usar máquina de corte.....</b>	<b>95</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Factores externos que producen desperdicios.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2. Desperdicio de materiales.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 3. Distribución del costo de la edificación “A”.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 4. Distribución del costo de los recursos de la edificación “B” .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 5. Distribución de costo de los materiales de la obra “A” .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 6. Distribución del costo de los materiales (sin gestión de almacenes) de la obra “A” .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 7. Distribución del costo de los materiales de la obra “B”.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 8. Distribución del costo de los materiales de la obra “B”-I.....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 9. Niveles de actividades de cuadrilla de asentado de ladrillo .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 10. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo Operarios .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 11. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo: Ayudantes. .....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 12. Proceso de corte de unidades de ladrillo.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 13. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria.....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 14. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria (OPERARIOS). .....</b>	<b>94</b>
<b>Figura 15. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria (Peones).....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 16. Índice de RSC (m<sup>3</sup> de desmonte eliminado/m<sup>2</sup> de área techada) 99</b>	
<b>Figura 17. Índice de RSC (HH trabajadas /m<sup>3</sup> de desmonte eliminado)....</b>	<b>101</b>
<b>Figura 18. IPM que refleja el consumo mensual de unidades de ladrillo KK .....</b>	<b>103</b>
<b>Figura 19. Evolución del consumo de unidades de ladrillo KK (h=0.14m). 104</b>	
<b>Figura 20. Evolución de consumo de cemento en asentado de ladrillo (bls/m<sup>2</sup>) .....</b>	<b>105</b>

<b>Figura 21. Evolución de consumo de cemento para asentado de ladrillo en obra “B” (bls/m2)</b> .....	106
<b>Figura 22. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de muros en obra “A”</b> .....	108
<b>Figura 23. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de muros en obra “B”</b> .....	109
<b>Figura 24. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de cielo raso en Obra</b> .....	110
<b>Figura 25. Evolución del consumo de cemento para tarrajeo de cielo raso Obra “B”</b> .....	111
<b>Figura 26. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B” (Cimentación)</b> .....	112
<b>Figura 27. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B” (columnas y placas)</b> .....	113
<b>Figura 28. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B” (vigas, losas)</b> .....	114
<b>Figura 29. Evolución del consumo de Acero en partida de cimentaciones obra “B”</b> .....	115
<b>Figura 30. Evolución del consumo de acero en partidas de elementos verticales obra “B”</b> .....	116
<b>Figura 31. Evolución del consumo de acero en elementos horizontales obra “B”</b> .....	117

## RESUMEN

La investigación “Análisis de los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano - Loreto: métodos de control y medición”, fue realizada en dos obras de edificación que se ejecutaron durante los años 2016 y 2017 en Iquitos, Perú. El estudio, en el marco del principio de Pareto, consideró fundamentalmente las partidas de albañilería y concreto, por ser las de mayor incidencia en la generación de desperdicios y mayor influencia en los presupuestos; y para su evaluación tomó los valores promedio del Índice de Residuos de Construcción estimados por la Universidad Politécnica de Hong Kong en la cual se analizaron trece (13) obras en un país con mayor tecnología y control de calidad más riguroso. Los resultados de porcentajes de desperdicios alcanzados en promedio oscilan en 0.10m<sup>3</sup> de desmonte por cada m<sup>2</sup> de área techada, lo cual muestra niveles de desperdicio semejantes para obras de edificación, y para las dos obras no superan los más permisibles en la industria y tampoco se aleja más allá de los porcentajes previstos en los expedientes técnicos; sin embargo, sí contribuyen al deterioro ambiental.

**Palabras clave:** Desperdicios; índice de residuos de construcción.

## **ABSTRACT**

The research "Analysis of waste materials in civil construction works in metropolitan Iquitos - Loreto: control and measurement methods", was carried out in two building works that were executed during the years 2016 and 2017 in Iquitos, Peru. The study, within the framework of the Pareto principle, fundamentally considered the masonry and concrete items, as they were the ones with the greatest incidence in the generation of waste and the greatest influence on budgets; and for its evaluation, it took the average values of the Construction Waste Index estimated by the Hong Kong Polytechnic University in which thirteen (13) works were analyzed in a country with more technology and more rigorous quality control. The results of percentages of waste achieved on average oscillate in 0.10m<sup>3</sup> of waste for each m<sup>2</sup> of roofed area, which shows similar levels of waste for building works, and for the two works they do not exceed the most permissible in the industry and neither is it goes beyond the percentages provided for in the technical files; however, they do contribute to environmental degradation.

**Keywords:** Waste; construction waste

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes del estudio

Con la finalidad de contextualizar, la investigación, se presenta un resumen de los principales trabajos de investigación relacionados al tema. De esta forma podremos apreciar los aspectos que han sido cubiertos al respecto y el alcance de éstos. Los cuales son:

**SKOYLES (1976); SKOYLES (1978); SKOYLES & SKOYLES (1987)**, en el Reino Unido, bajo el auspicio de Building Research Establishment (BRE) y del Chartered Institute of Building (CIOB), abarcó el estudio de 21 materiales en un total de 114 obras y es considerado uno de los primeros y más ambicioso intento por medir las verdaderas cantidades de desperdicios que se producen en obra.

La metodología utilizada por estos investigadores se basó en la clasificación de los desperdicios en dos categorías: pérdidas directas y pérdidas indirectas. Los tipos de pérdidas indirectas reconocidos por los autores son tres: Pérdidas por sustitución; Pérdidas por producción; Pérdidas por negligencia. La estimación de las pérdidas directas se realizó mediante el levantamiento de tres datos: materiales recibidos; materiales almacenados y metrado inicial.

Estos autores fueron de la propuesta de efectuar correcciones, debido justamente a las pérdidas indirectas; dichas correcciones varían de acuerdo al tipo de pérdida indirecta: Por Sustitución, debe calcularse la cantidad de material que se colocó en lugar del material original y convertirse a metrado equivalente. Por Producción, se debe estimar la cantidad de material que se utilizó en procedimientos no previstos y transformarla a las unidades utilizadas en el metrado inicial. Por Negligencia, el metrado inicial debe ser multiplicado por un factor de amplificación.

Por ejemplo, si a una cierta área se le debe aplicar un recubrimiento de 2cm y en lugar de eso se aplica uno de 3 cm. Deberá multiplicarse ésta



área por la relación 3/2. Una vez que se ha recolectado toda esta información, para un período de tiempo determinado, se puede proceder a estimar el porcentaje de pérdidas directas mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida directa} = C \text{ recibido} - \left[ (\text{CMreal} + \text{CMequivalente}(\text{pérdidas indirectas})) \times \frac{\text{Cmate}}{\text{Unidad de metrado}} + C \text{ almacenada} \right]$$

Donde:

C recibido : cantidad de material que se recibió durante el periodo que duró la medición.

CM real : cantidad de metrado inicial, se calcula con las valorizaciones de los subcontratistas.

CM equivalente: cantidad de metrado equivalente que se obtiene de las correcciones realizadas a las pérdidas indirectas.

C mate/Unidad metrado: Representa la cantidad de material teórico utilizado por unidad de metrado.

C almacenada: cantidad de materiales que quedaron en el almacén luego de finalizar el levantamiento de datos.

Por otro lado, las pérdidas indirectas se determinarán calculando el costo de cada una de las tres categorías identificadas:

- i. Por Substitución: Consiste en determinar la diferencia de costos entre los materiales utilizados y los que deberían haber sido colocados.
- ii. Por Negligencia: Se debe calcular el costo de los materiales que se colocaron en exceso en la estructura.

iii. Por Producción: Debe determinarse el costo de los materiales que se utilizaron en procedimientos imprevistos.

**Skoyles (1976)**, logró ponderar índices de pérdidas directas, cuya tabla se presenta a continuación, para no distorsionar la información: Tabla . Pérdida directa de materiales.

**Tabla 1. Pérdida directa de materiales (SKOYLES, 1976)**

Material	N° Obras	Rango de resultados	Índice de pérdidas directas (%)	
			Promedio	Usual
Concreto de infra-estructura	12	3-18	8	2.5
Concreto en superestructura	3	-	2	2.5
Acero	1	-	5	2.5
Ladrillos corrientes	68	1-20	8	4.0
Ladrillos caravista	62	1-22	12	5.0
Ladrillos estructurales huecos	2	-	5	2.5
Ladrillos estructurales macizos	3	9-11	10	2.5
Bloques ligeros	22	1-22	9	5.0
Bloques de concreto	1	-	7	5.0
Tejas	1	-	10	2.5
Madera(Tablas)	3	12-22	15	5.0
Madera (Planchas)	2	-	15	5.0
Mortero (Paredes)	4	2-7	5	5.0
Mortero (Techos)	4	1-4	3	5.0
Cerámica (Paredes)	1	-	3	2.5
Cerámica (Pisos)	1	-	3	2.5
Tubería de cobre	9		7	2.5
Tubería de PVC	1	-	3	2.5
Conexiones de cobre	7	-	3	-
Placas de vidrio	3	-	9	5
Ventanas prefabricadas	2	-	16	-

Fuente: Skoyles (1976).

**Pinto (1989)**, que fue la primera que se realizó en Brasil, se basó en el estudio de un único edificio, El Flat Hotel, de 18 pisos que cuenta con 3 658 m<sup>2</sup> de área construida, ubicado en la ciudad de Sao Paulo. Estudió los materiales considerados como potenciales fuentes de desperdicio: concreto, acero, sellos, cemento, cal hidratada, arena, mortero y cerámicas. En el proceso como primer paso realizó un metrado de todas las estructuras donde estuvieran involucrados los materiales en estudio, a continuación, determinó las cantidades teóricas de material que se debería utilizar por unidad de metrado; paralelamente, llevó el control de todos los materiales recibidos en obra y de los que salían del almacén para ser utilizados. Además realizó visitas periódicas para verificar si se habían realizado modificaciones del proyecto en campo, y tomar medidas de las dimensiones reales ejecutadas (espesores de losa, recubrimientos, etc.)

Pinto 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.

**Tabla 2. Índices de pérdidas de materiales**

Material	Desperdicio calculado (%)	Expectativa usual de pérdidas (%)
<b>Madera (en general)</b>	47.5	15
<b>Concreto premezclado</b>	1.5	5.0
<b>Acero CA 50/60</b>	26.0	20.0
<b>Sellos</b>	13.0	5.0
<b>Cemento CP 32</b>	33.0	15.0

<b>Cal Hidratada</b>	102.0	15.0
<b>Arena lavada</b>	39.0	15.0
<b>Mortero</b>	86.5	10.0
<b>Cerámica (pared)</b>	9.5	10.0
<b>Cerámica (piso)</b>	7.5	10.0

Fuente: Pinto, (1989)

**Universidad Politécnica de Hong Kong (1993)**, por encargo de la Asociación de Construcción de Hong Kong, realizó una investigación, que tuvo como finalidad el cumplimiento de dos objetivos: cuantificar e identificar la naturaleza de los distintos tipos de desmonte en construcción civil y determinar sus causas. Fue motivada por el poco espacio con el que cuenta este país para el depósito de desperdicios. Se llevó a cabo en 32 obras, en las cuales se tenían asignados estudiantes, quienes levantaban información constante, turnándose para estar presentes en todo momento durante la construcción.

Para determinar los volúmenes de desmonte producidos por las obras se clasificaron los desperdicios en cinco categorías y para cada una se determinó el denominado “índice de desmonte”, los cuales, para no distorsionar la información, se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 3. “Índice de desmonte”**

<b>Categoría</b>	<b>Índice de desmonte</b>	<b>Volumen de desmonte (m3)</b>
<b>Granular inerte proveniente del vaciado</b>	11	Metrado (m3)x Índice de desmonte (%)
<b>Granular inerte proveniente de materiales cerámicos</b>	15	Metrado (m2)x Espesor (m)x Índice de desmonte
<b>Restos de madera de encofrado o actividades temporales</b>	100	Metrado (m2)x Espesor (m)x #reutilizaciones <sup>8</sup>
<b>Materiales condicionados</b>	5	Volumen de materiales (m3) x índice (%)
<b>Otros desmontes</b>	Despreciable	

Fuente: Politécnico de Hong Kong (1993).

A manera de comprobación se calcularon los valores reales de desmonte producidos por una obra, observándose una variación de 13.3% en relación a los obtenidas mediante las fórmulas de estimación. Conteniendo la certeza que se podía obtener de estas estimaciones se procedió a aplicar los cálculos en trece obras obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 4. Estimación de desmonte**

Datos		Estimación de desmonte (m3)					
Tipo de edificación	Área construida	Granular		Envolturas	Madera	Total	m3/m2
		Concreto	Otros				
Vivienda	55,817.00	3,838.00	602.00	231.00	596.00	3,267.00	0.09
Vivienda	4,300.00	188.00	54.00	23.00	31.00	296.00	0.07
Vivienda	3,162.00	198.00	72.00	31.00	45.00	346.00	0.11
Vivienda	12,574.00	957.00	408.00	176.00	327.00	1,868.00	0.15
Oficina	3,302.00	193.00	30.00	12.00	42.00	277.00	0.08
Oficina	2,814.00	159.00	25.00	9.00	39.00	232.00	0.08
Oficina	109,415.00	5,225.00	994.00	386.00	949.00	7,554.00	0.07
Edificio	87,360.00	4,588.00	1,572.00	702.00	0.00	6,862.00	0.08
Edificio	86,497.00	4,709.00	1,390.00	615.00	531.00	7,245.00	0.08
Edificio	5,250.00	291.00	164.00	80.00	49.00	584.00	0.11
Edificio	102,780.00	9,272.00	3,179.00	1,302.00	1,549.00	15,302.00	0.15
Colegio	8,390.00	497.00	96.00	40.00	79.00	712.00	0.08
Otros	2,870.00	178.00	71.00	32.00	84.00	365.00	0.13
<b>Total</b>	<b>484,531.00</b>	<b>30,293.00</b>	<b>8,657.00</b>	<b>3,639.00</b>	<b>4,321.00</b>	<b>46,910.00</b>	<b>0.10</b>

Fuente: Politécnico de Hong Kong (1993).

**Santos (1995)**, estudió una obra compuesta por tres bloques de edificios residenciales, proponiéndose observar las pérdidas que ocurren

durante los procedimientos de asentamiento de ladrillos y aplicación de tarrajeo, que incluyen los siguientes materiales: cemento, arena, ladrillos macizos y huecos. Encontró pérdidas promedio de hasta: 3 163 bolsas de cemento; 325 m<sup>3</sup> de arena, 27 500 unidades de ladrillo huecos y 40 468 unidades de ladrillo macizo.

**Galarza Meza Marcos (2011)**, en su trabajo de tesis “Desperdicio de materiales en Obras de Construcción Civil “Métodos de Medición y Control” para optar el título de ingeniero civil por la Pontificia Universidad Católica del Perú, señala: Los materiales pueden llegar a representar cerca del 30% del costo de un proyecto y sin embargo, en muchos casos las empresas solo realizan verificaciones mensuales de los estados de sus consumos de materiales para las partidas de control, las cuales están a cargo de los jefes de almacén quienes le dedican poco o nulo análisis al tema de la productividad de los recursos [16]. El índice de desmonte por m<sup>2</sup> que se estimó en la investigación osciló entre los 0.10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y los 0.15 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

La obras estudiadas generaban alrededor de 29 m<sup>3</sup> de desmonte semanal y solamente en el vaciado de sótano se produjo una pérdida de 37% de concreto, respecto al presupuestado, equivalente a 183 m<sup>3</sup>, generando desmontes que a la vez insumen mano de obra en la limpieza y traslado, así como acumulación en similares volúmenes en botadores. Llegó a las siguientes conclusiones:

Es posible reducir los niveles de desperdicio de las obras de edificio minimizando así el impacto que pueden llegar a tener en el medio que las rodea. a) Al reducir los desperdicios de materiales se mejora la productividad de la mano de obra. b) La reducción de los desperdicios significa beneficios económicos para la empresa.

**Torrado y Serrano (2013)**, intentaron establecer una correlación entre las variaciones mecánicas de los agregados y el caudal de los ríos en

donde se localizaban las canteras. Por conveniencia fueron seleccionadas las cuencas de Suratá y Pescadero, del Departamento de Santander. Durante un periodo de cinco meses se tomaron muestras de estas canteras, y se analizaron con las normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y por las Normas del Instituto Nacional de Vías, observándose que la cantera de Suratá cumplió en un 86% de los ensayos, mientras que la cantera de Pescadero lo hizo en un 71.3% de los ensayos. Además, se concluyó que como no se observó relación directa entre el caudal de los Ríos Pescadero y Suratá y las variaciones mecánicas de los agregados, de lo cual se concluye que los cambios en las propiedades mecánicas pueden deberse al proceso de selección y ajuste del material con fines comerciales [17].

**Chávez Cabrera, Claudia Estefany (2016)**, en su investigación “Evaluación del porcentaje de desperdicios de materiales de Construcción Civil Medición y Método de Control”, para optar el título de ingeniero civil por la Universidad Privada del Norte, en el año 2016, aplicó la Filosofía Lean Construcción para estudiar el porcentaje de desperdicios de materiales en obras de edificación en el distrito de Baños del Inca en Cajamarca; y, aplicando el Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa determinó las causas por las que se producen los desperdicios. Asimismo para determinar el tiempo productivo, contributivo y no contributivo utilizado por el personal obrero, aplicó la Carta Balance, llegando a las siguientes conclusiones: El porcentaje de desperdicios en ladrillos fue de 1.95%, mortero de 1.61%, concreto 1.28% y madera 21% [15]. Y Los TP son de un 25 – 33%, TC de 34 - 53% - y el TNC 23 – 33%. [15].

**Contrato de ejecución de obra N° 026-2016-IN/DGI** de fecha 06 de octubre 2016 celebrado entre El MINISTERIO DEL INTERIOR, a través de la DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURA, a quien se le denomina LA ENTIDAD y de la otra parte EL CONSORCIO ETP, conformado por las empresas CONSTRUKSELVA S.R.L. y CONASSA R.R. LTDA, a quien se le denomina EL CONTRATISTA, cuyo objeto es la

ejecución de la obra: “Ampliación de los servicios de la Escuela Técnico Superior Iquitos de la Policía Nacional del Perú – Primera Etapa, con código SNIP 258581”, por el monto total ascendente a S/ 39 999 999.99 (Treinta y Nueve Millones Novecientos Noventa y Nueve Mil Novecientos Noventa y Nueve con 99/100 SOLES), a todo costo sin incluir IGV por estar exonerado EL CONTRATISTA de esta obligación.

**Contrato de ejecución de obra N° 012-2016-LP N° 002-2016-CS-MDB** de fecha 27 de setiembre 2016 celebrado entre la Municipalidad Distrital de Belén, a quien se le denomina LA ENTIDAD y de la otra parte EL CONSORCIO BAGAZÁN, conformado por las empresas CONSTRUKSELVA S.R.L. y CONASSA R.R. LTDA, a quien se le denomina EL CONTRATISTA, cuyo objeto es la ejecución de la obra: “Mejoramiento y Ampliación de la Institución Educativa Inicial , Primaria y Secundaria de la IEPSM N° 60014 PP. JJ SANTO CRISTO DE BAGAZÁN, distrito de Belén – Maynas – Loreto, por el monto total ascendente a S/ 16 500 000 (Dieciseis Millones Quinientos Mil y 00/100 SOLES), a todo costo sin incluir IGV por estar exonerado EL CONTRATISTA de esta obligación.

**Las empresas CONSTRUKSELVA S.R.L. y CONASSA S.R.LTDA.,** constituyentes del Consorcio ETP y Consorcio Bagazán, ambas obtuvieron el 2016 08 05 la Certificación ISO 9001: 2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 por ICONTEC, que Certifica que el Sistema de Gestión de la organización de cada una de estas empresas ha sido auditado y aprobado con respecto a los requisitos especificados en las indicadas certificaciones, siendo estos certificados aplicable al siguiente alcance “Ejecución de Obras Civiles: edificaciones urbanísticas, hospitalarias, infraestructura vial, saneamiento, hidráulicas y eléctricas”. La aprobación está sujeta a que el sistema de gestión se mantenga de acuerdo con los requisitos especificados, lo cual será verificado por ICONTEC. Así,



CONSTRUKSELVA S.R.L tiene el Certificado CO – SC -CER480661 (ISO 9001:2008); el Certificado CO - SA-CER480670 (ISO 14001: 2004); y, el Certificado El Certificado CO - OS-CER480664 (OHSAS 18001:2007). Por su parte CONASSA S.R. LTDA tiene el Certificado CO – SC -CER480661 (ISO 9001:2008); el Certificado CO - SA-CER480670 (ISO 14001: 2004); y, el Certificado El Certificado CO - OS-CER480664 (OHSAS 18001:2007).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. Características del sector de la construcción**

El sector de la construcción es una actividad clasificada como industrial, cuyo proceso de producción gestiona recursos humanos, materiales, técnicos y financieros, para ejecutar obras específicas de infraestructura en los campos urbanístico, habitacional, vial, represas e infraestructura de riego, portuario, hospitalario, energético, recreativo y obras de edificación en las áreas destinadas a vivienda, comercio e industria, tanto en las ciudades como en el campo; sin embargo, según Casas y Barona (2019) en la construcción, a pesar de la tendencia hacia la búsqueda de industrializar sus procesos, si relacionamos la construcción con la industria en general, encontramos que en la industria los avances tecnológicos y las formas de producción de éste se encuentran más adelantadas, mientras que en la actividad constructora apenas se está pasando de la manufactura a la industrialización y en muchos países, pobres como Perú, se discute aún la conveniencia o inconveniencia de este paso. El sector construcción se caracteriza por:

- Organización flexible
- Planifica a corto plazo
- Requiere de financiación para la producción
- Industria al aire libre
- Producto estático no almacenable
- Producción, en un gran porcentaje a pedido.
- Producción concentrada (operarios móviles en torno a un producto fijo).

- Uso de “n” número de materiales elaborados y semielaborados en su proceso de producción, con especificaciones complejas.
- Costo por unidad elevado.
- No puede realizar “costos experimentales totales”
- Control parcial sobre el proceso de producción, responsabilidades dispersas y poco definidas
- Riesgos altos en la inversión
- Alta rotación de personal
- Mano de obra poca calificada
- No puede inducir al consumo
- Generalmente las ventas son a crédito
- Productos de larga duración

### **1.2.2. El proceso de producción de obras de edificación**

El proceso de producción de obras de edificación es un proceso integral, que partiendo de la necesidad de un espacio construido y en la conservación del existente, define la estructura de un objeto físico a través de la concepción y creación de una forma arquitectónica espacial; y, por medio de la técnica e ingeniería, la determinación y planificación del modo de construirla. En este sentido, la acción de edificar constituye un proceso de síntesis y, como tal, debe contemplar uno a uno la multiplicidad de factores que intervienen para definir la estructura del objeto; de ello se desprende que el proceso es fruto de un conjunto de aportes estrechamente relacionados de competencias profesionales tan diferenciadas y específicas como: urbanista, arquitecto, ingeniero civil, constructor, etc. (Casas y Figueroa, 1989 en Casas y Barona, 2019).

A través del enfoque de sistemas y el conocimiento de los procesos constructivos y procedimientos constructivos se puede llevar correctamente la gestión de toda obra. El conocimiento de los procesos constructivos y procedimientos constructivos se obtiene la siguiente información:

- a) Orden de ejecución.
- b) Detalles constructivos.
- c) Necesidades de cada ejecución.
- d) Tiempos de ejecución estimados de acuerdo a a), b) y c).

Gestionar una obra significa cumplir con las siguientes acciones:

- a) Contratar y subcontratar de forma adecuada
- b) Tener previsión: Planificar técnica y económicamente los costos directos y los costos indirectos
- c) Organizar la obra
- d) Optimizar técnicamente: Detectar errores técnicos o mejorar detalles constructivos y Solucionar problemas técnicos adecuadamente
- e) Optimizar plazo de ejecución y recuperar plazo, si el caso lo requiere
- f) Optimizar económicamente y defender económicamente la obra

El proceso de producción de obras de edificación, comprende las siguientes fases: Planeación, ejecución, funcionamiento y control.

- a. **La planeación:** abarca la investigación y formulación del plan, el diseño y tramitología de proyectos.
- b. **La ejecución:** comprende la planeación de la ejecución en sí de la obra, la organización técnico administrativa, los métodos y procedimientos o

estudios de tiempos y movimientos, el control de producción.

- c. **El funcionamiento:** incluye la administración y el mantenimiento.
- d. **El control:** como una actividad que se ejerce en el desarrollo de todas y cada una de estas fases, se puede considerar como una fase independiente.

### **1.2.3. Ejecución en el proceso de producción de obras de edificación**

Casas y Barona (2019), señalan para el desarrollo de esta fase, se requiere del conocimiento y competencias de profesional ingeniero civil, y técnico del oficio con el objeto de cumplir las órdenes emanadas del diseño, de las normas y especificaciones técnicas de construcción mediante una organización y uso de los recursos disponibles, consistentes con las circunstancias en que ha de efectuarse la obra. Se utilizarán las órdenes dadas por la fase anterior, la de planeación, y toda la información proveniente de ésta, así como de la última fase, la de funcionamiento (Casas y Barona, 2019). Una cabal comprensión de las especificaciones técnicas de construcción, los análisis de precios unitarios, los presupuestos, la programación, etc., no es posible evitar la generación de desperdicios, aun cumpliéndose rigurosamente las siguientes labores:

#### **Planeación de obra**

- Desde el punto de vista físico: análisis del sitio, dependencia, plan de desarrollo físico.
- Desde el punto de vista funcional: organización de la obra, plan de operación, plan de seguridad.

## **Organización técnico administrativa de la obra**

- Asignación de recursos:
  - Físicos: materiales, tipo, propiedades, instrucciones para su trabajo y mantenimiento, suministros y tolerancias.
  - Técnicos: maquinaria, equipo, herramientas, instrucciones para su trabajo y características.
  - Humanos: personal calificado, no calificado, directivo, operativo. Organización del trabajo, estructura organizativa.

## **Métodos y procedimientos: estudios de tiempos y movimientos**

- Actividad; operaciones, transporte, inspección, almacenamiento, demora.
- Trabajo: tipo de trabajo, directo o indirecto, independiente y combinado; elementos de trabajo, hombre, máquina.
- Medida de trabajo, unidad de producción.
- Tiempo, duración de la actividad.

## **Control de producción**

- Administración: personal, contratos, costos y presupuestos, programación, almacén, compras, consumos.
- Técnico: calidad, seguridad, estabilidad.

## **1.2.4. Materiales predominantes en la construcción de edificaciones**

### **1.2.4.1. Concreto**

Producto artificial constituido por la mezcla básicamente de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, constituyentes de dos componentes: agregados (fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida) y pasta (fase continua del concreto). La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, une los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial. La calidad del concreto depende de la calidad de la pasta y del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente confeccionado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta y todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con pasta.

### **1.2.4.2. Agregados**

Los agregados, llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones

están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011.

Las características más importantes de los agregados son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores referenciales establecidos en las Normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto. La granulometría es una propiedad fundamental definitoria en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

#### **1.2.4.3. Cemento y agua**

En la fabricación de un volumen de cemento portland que se insume en la construcción se genera CO<sub>2</sub> en volumen similar. Para contribuir con la disminución de los gases de efecto invernadero, es necesario evitar su desperdicio.

El agua que se insume en la fabricación del concreto es potable. Su producción es costosa y el volumen que se usa en la construcción equivale al volumen que la población deja de disponer para su consumo.



#### **1.2.4.4. Fierro de construcción**

**Aceros Arequipa (2020)**, describe a los fierros de construcción, como barras de acero de sección redonda con la superficie estriada, o con resaltes, para facilitar su adherencia al concreto al utilizarse en la industria de la construcción. Se fabrican cumpliendo estrictamente las especificaciones que señalan el límite de fluencia, resistencia a la tracción y su alargamiento. Las especificaciones señalan también las dimensiones y tolerancias. Se les conoce como barras para la construcción, barras corrugadas, fierros de construcción o fierro corrugado. Las barras para construcción se identifican por su diámetro, que puede ser en pulgadas o milímetros. Las longitudes usuales son de 9 y 12 metros de largo.

#### **1.2.4.5. Acero corrugado**

Se usa como refuerzo para el concreto armado, en estructuras sismos resistentes y donde se requiera el soldado de las estructuras.

Usos:

Se usa como refuerzo para el concreto armado, en estructuras sismos resistentes y donde se requiera el soldado de las estructuras.

Normas Técnicas:

ASTM A706 / A706M-16, Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement.

NTC 2289 (Décima actualización) Norma Técnica Colombiana, Barras Corrugadas y Lisas de Acero de Baja Aleación, para refuerzo de concreto.

Decreto 1513. Reglamento Técnico Aplicable a Barras corrugadas para Refuerzo de Concreto en construcciones Sismorresistentes que se fabriquen importen o comercialicen en Colombia.

#### **1.2.4.6. Ladrillo**

El portal de **Arquitectura, Ingeniería y Construcción (2020)**, denomina al ladrillo como un elemento de construcción, generalmente hecho con masa de barro cocida, que tiene forma de paralelepípedo rectangular y que permite levantar muros y otras estructuras

#### **1.2.4.7. Concepto de desperdicio de materiales**

**Ghio (2001)**, lo define como “toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”. Por su parte, Formoso (1996) amplía el concepto indicando que se refiere a “toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación”.

**Paliari (1999)**, sin embargo, sostiene que las pérdidas son un concepto relativo ya que se debe determinar en primer lugar una situación de referencia. Es decir definir, para cada realidad, un

rendimiento estimado o aceptable de los recursos, considerando así como desperdicio a todo lo que supere este límite.

Para estimar el desperdicio de materiales se utiliza normalmente los consumos promedios del sector como situación de referencia; sin embargo, este criterio no es el ideal ya que cada obra tiene características propias (tecnología, tipo de mano de obra, procedimientos, etc.) que requieren estimaciones más precisas para un control adecuado. También puede utilizarse los consumos promedio de edificaciones similares o los consumos establecidos en normas técnicas, cuando existan).

Este planteamiento se opone a definiciones como la de Melinghender (1976) quien por el contrario sostiene que los desperdicios son “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta” o a la de Conwat Quality quien plantea que son “la diferencia entre las formas con las que las cosas se hacen ahora y la forma con podrían ser hechas si todo fuera perfecto”.

Definitivamente, para aproximar un concepto sobre desperdicios es necesario considerar las características particulares de cada proyecto y de cada etapa del mismo (circunstancias, procedimientos constructivos, equipos, calidad de la mano de obra, etc.); por ejemplo, no es lo mismo el desperdicio de concreto que se puede tener vaciando una cimentación que el que se obtiene vaciando elementos verticales. Por otro lado, es fundamental también realizar el contraste con la situación ideal, de esta manera se puede mantener el control de la brecha que existe entre lo real y lo perfecto, lo que contribuye al análisis de las causas de estos desperdicios. Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, Albert Dante Quispe Vilca ( ), en su tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil “ Gestión de

los desperdicios de materiales en obras de construcción civil: Métodos de control y medición”, considera como desperdicio de materiales a 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.

#### **1.2.4.8. Clasificación de los desperdicios de materiales**

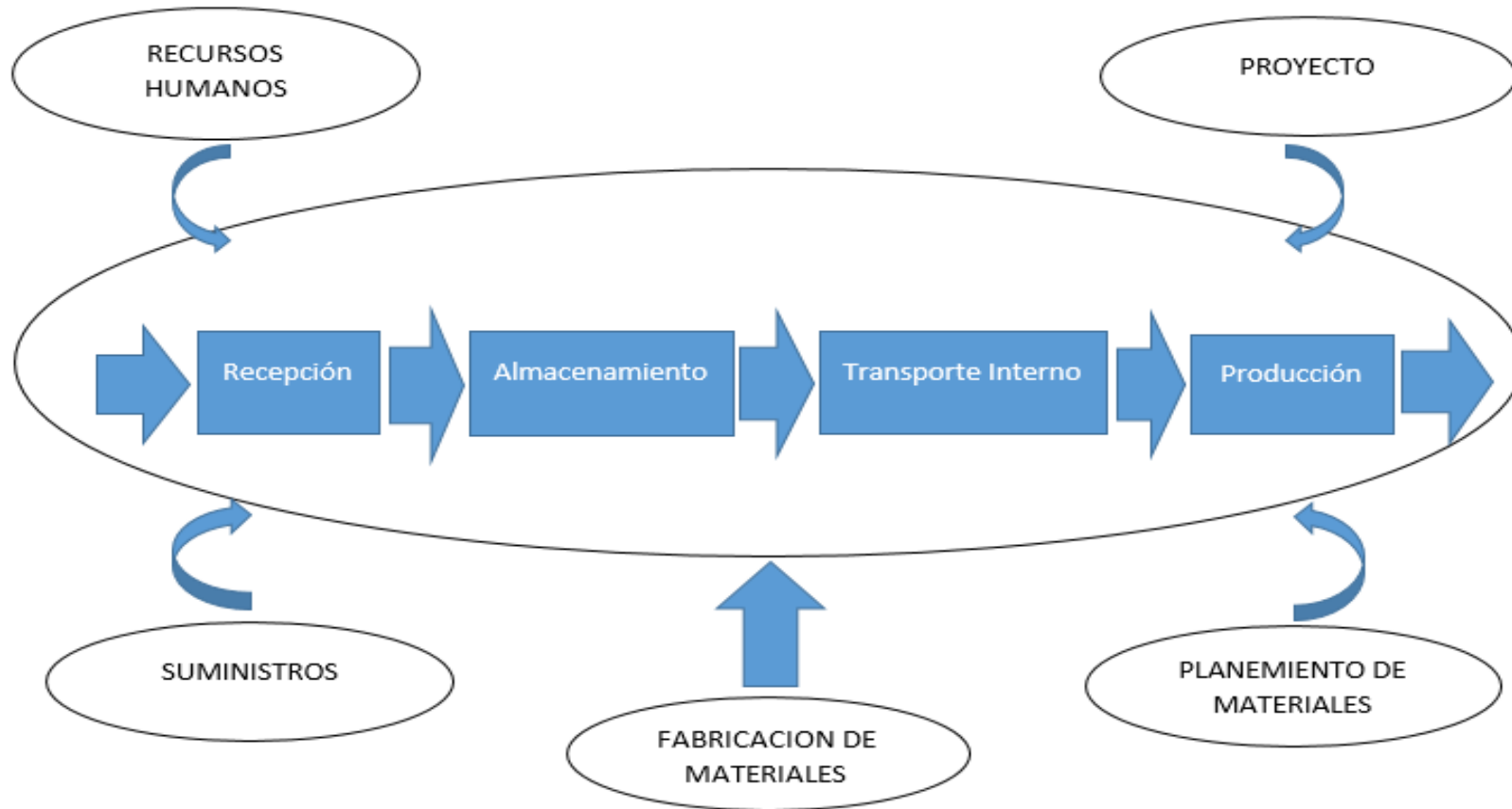
**Galarza (2011)**, no obstante a diferenciarse la industria de la construcción de la de maquinarias, considera la clasificación de desperdicios de materiales que utiliza la empresa Toyota presentada por Pires (1998):

- a) Pérdidas por superposición: se refieren a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.
- b) Pérdidas por transporte: se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurren al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuya al máximo.
- c) Pérdidas por almacenamiento: son los costos en los que se incurre por ocupar el espacio de almacenamiento y el riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

- d) Pérdidas por movimiento: se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.
- e) Pérdidas por espera: está compuesto por aquellos periodos de tiempo en los cuales los recursos generan gasto pero no están siendo utilizados debido a diferentes motivos.
- f) Pérdidas por productos defectuosos: son los costos adicionales en los que se incurre cuando un producto no ha sido fabricado de acuerdo a las características de calidad solicitadas por el proyecto.
- g) Pérdidas del propio proceso: se refiere a actividades que no son necesarias para lograr el producto final según las especificaciones solicitadas y que están incluidas dentro del proceso mismo.

Por su parte, Formoso et al (1998), clasifican a los desperdicios considerando la etapa del proceso en que se ocasiona la pérdida (recepción, almacenamiento, transporte interno y producción) y el origen de la misma (proyecto, recurso humano, proveedores, fabricación de materiales y planeamiento), representado por el siguiente gráfico:

**Figura 1. Factores externos que producen desperdicios**



Fuente: Formoso et al (1998)

Esta visión de las pérdidas tiene el inconveniente de presentar solo factores externos (proveedores, fabricantes, proyecto, etc.) como posibles causantes de desperdicio, los cuales no pueden ser manipulados con facilidad por los responsables de obra para mejorarlos. Utilizando este tipo de clasificación no se podría identificar a los agentes de desperdicios que se encuentran dentro del alcance del proyecto (Galarza, 2011).

Skoyles & Skoyles (1987), plantean una división de desperdicios o pérdida de materiales en dos tipos: directa e indirecta. La pérdida directa, es el desperdicio más evidente y el más sencillo de diagnosticar, se refiere básicamente a todo el material que es eliminado de la obra como desmonte, el cual se ocasiona cuando existen procesos improductivos que generan residuos excesivos. Estos residuos son perjudiciales para el proyecto de diversas maneras: costo generado por la compra, almacenamiento, transporte y manipulación de un material que termina siendo eliminado de la obra, más los costos adicionales en los que se incurre para la limpieza de la obra y para la disposición final de los desperdicios; asimismo, estos residuos contribuyen a la contaminación del medio ambiente, existiendo el riesgo de que junto con el desmonte se eliminen materiales con componentes nocivos (Skoyles & Skoyles, 1987). El desperdicio indirecto, se refiere a todo material que es colocado dentro de la obra sin que esté considerado en los planos o especificaciones técnicas del proyecto. Bajo esta categoría se pueden encontrar a los espesores excesivos de tarrajeo, el uso de materiales de mayor calidad, características distintas o el material que se consume en trabajos que no han sido considerados en la propuesta inicial pero que son necesarios para el desarrollo del proyecto. Este tipo de desperdicios podría asociarse con un defectuoso control de calidad dentro del proyecto, en todos los casos se refiere a utilizar material

adicional para esconder fallas en algún producto o cambiar las características de un material especificado para algún trabajo por otro de calidad superior innecesariamente (Skoyles & Skoyles, 1987).

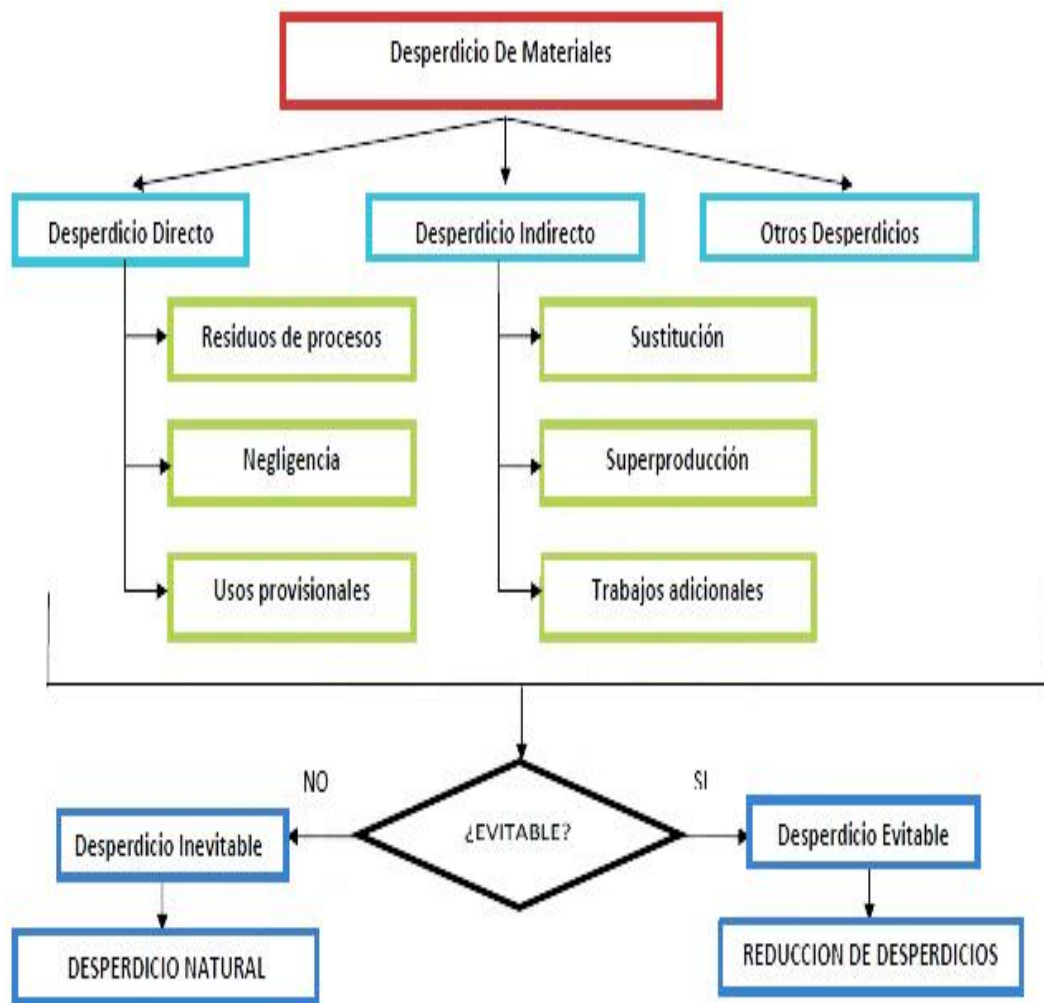
Skoyles & Skoyles, (1987), paralelamente a la división en desperdicios directos e indirectos, plantean dividir a los desperdicios en función a la capacidad de las empresas constructoras para minimizarlos, es decir en evitables o no evitables; si bien es cierto, esta característica es relativa, resulta importante al momento de evaluar la posibilidad de manejar procesos (Skoyles & Skoyles, 1987). Las pérdidas evitables son aquellas cuyo costo de eliminación es menor que el costo de los desperdicios que generan; y, las no evitables, son aquellas cuyo control generará mayor gasto que el que generan por sí mismas.

Galarza (2011), en su trabajo de investigación, presenta un esquema, según el cual los desperdicios se clasifican en tres grandes categorías: Directos, indirectos, otros desperdicios (los causados por motivos extraordinarios como robo, vandalismo, etc.). El desperdicio directo a su vez comprende tres sub-categorías: residuos de proceso (todo el material sobrante que generan los procesos constructivos); pérdidas directas por negligencia (material que es desperdiciado debido a malas prácticas en el manejo del mismo); y las pérdidas de material debido a usos provisionales (todos aquellos materiales que se pierden debido a que no se encuentran cumpliendo las funciones para las que fueron diseñadas). El Desperdicio Indirecto por su parte, también tienen tres sub-categorías: indirecto por sustitución; indirecto por superproducción; y, desperdicio debido a trabajos adicionales (Galarza, 2011).



Según el gráfico, 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 (Galarza, 2011).

**Figura 2. Desperdicio de materiales**



**Fuente: Galarza (2011).**

#### **1.2.4.9. Principales causas de los desperdicios de los materiales en las construcciones**

Galarza (2011) recomienda “Identificar las causas de los desperdicios es fundamental para plantear una estrategia de disminución de los mismos, se debe determinar el problema raíz, para poder analizarlo y plantear la mejor forma de eliminarlo” (Galarza, 2011). En la actividad constructora existen diversas causas y circunstancias ya estudiadas que brindan lineamientos genéricos para determinar el origen y tipología de desperdicios y analizar sus consecuencias; así, 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: Las causas descritas brindan lineamientos generales para determinar el origen y tipología del desperdicio y analizar sus consecuencias

- 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 desintereses en el cuidado de los materiales y equipos.
- b) Falta de supervisión sobre la mano de obra: Genera bajos rendimientos del personal, así mismo un mal uso de los 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 en forma inadecuada para el transporte de recursos a destiempo cuando esta operación no ha sido planteada eficientemente.

- d) Mala distribución de instalaciones en obra: Genera obstáculos que se interponen en el recorrido del personal para el acarreo de material o una disposición ineficiente en cuanto a la ubicación de elementos claves como almacenamiento de cemento para su consumo de acuerdo a su antigüedad de puesta en almacén de obra, etc.
- e) Actitud del trabajador: La predisposición de los trabajadores para realizar sus tareas es un elemento clave, pues finalmente son ellos los que utilizan con diligencia o no 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: Generan 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) Cambio 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.

Otros autores, considerando que existen cierto número de partidas sobre las cuales prácticamente gravita toda la gestión de la obra, han analizado en detalle, cuáles pueden ser los motivos que ocasionan pérdida de materiales para los recursos más valiosos en el proceso de construcción de edificaciones. Entre otros materiales predominan los siguientes:

**Concreto premezclado:** Soibelman (1993) propone cuatro posibles causas de desperdicio para este material:

- a) Diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada.
- b) Uso de equipos en mal estado.
- c) Espesor excesivo de los elementos estructurales.

La diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada, se da por fallas en los sistemas de calidad de los proveedores de concreto premezclado. El uso de equipos en mal estado (bombas, encofrados, tuberías) que facilitan la filtración de materiales, así mismo se señala a los pedidos excesivos como un motivo importante de pérdida de material; en este caso Formoso & Jobim (1998) detectaron índices de desperdicio de hasta 25% en algunos casos debido a este motivo (Galarza, 2011).

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, es otra causa fundamental de desperdicios (Soibelman, 1993 y Formoso & Jobim, 1998). Para esta causa Formoso & Jobim (1998) detectaron índices de desperdicio de hasta 25% en algunos casos debido a este motivo (Galarza, 2011). Finalmente ambos autores 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 & Jobim (1998) encontró en una de las obras analizadas espesores de losa hasta 15% mayores a las especificadas en los planos del proyecto (Galarza, 2011).

- a) **Mortero:** Soibelman (1993) y Formoso & Jobim (1998) coinciden en que las causas principales de su desperdicio corresponden a la colocación de capas de mayor espesor al especificado en el proyecto en los revestimientos de muro, cielo raso, en los muros de ladrillo debido a los diferentes espesores de las unidades de ladrillo, etc.; asimismo, el material utilizado para reparar irregularidades, modificaciones o re

trabajos muy comunes en labores de albañilería (Galarza, 2011).

- b) **Ladrillos:** Existe consenso sobre las posibles causas de desperdicio de materiales; por un lado se encuentran la rotura de unidades de ladrillo por las deficientes condiciones de su recepción y almacenamiento, así como por el corte artesanal en obra para obtener medios o tercios de piezas debido a la poca o nula modulación de los muros de albañilería. En el primer caso Formoso & Jobim (1998) 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%.
  
- c) **Cemento:** El cemento es un componente fundamental del mortero; y, valen las observaciones indicadas para este material. Adicionalmente se considera como causa importante de desperdicio las malas condiciones de su almacenamiento.
  
- d) **Acero:** Finalmente está el acero, para el cual se establece como principal motivo de desperdicio el corte de la varillas para la elaboración de las piezas y estribos de acuerdo a las dimensiones establecidas en el proyecto.

#### 1.2.4.10. La ley de Pareto o Principio 80/20

Este principio define literalmente, que el 80% de los resultados provienen del 20% de los esfuerzos dedicados. Que el 20% de las causas provocan el 80% de las consecuencias. Que el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados.

Este patrón fue descubierto en 1906 por el economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), cuando creó una fórmula matemática para describir patrones de distribución desigual de la riqueza en Italia, y encontró que el 20% de la población poseía el 80 % de la riqueza. Es el doctor Joseph M. Juran, pionero del movimiento por la calidad Total quien dio nombre a esta ley en los años cuarenta (Braga, 1980), al establecer la existencia de un principio universal que nombró “los pocos esenciales o vitales y los muchos triviales”, estableció que unos pocos esenciales son la causa de muchos triviales; así el 20% de los defectos causaban el 80 % de los problemas (Wald, s.f.). Y que este patrón se repetía no sólo en lo económico, sino en prácticamente todos los ámbitos de la vida.

Si un problema tiene diversas causas identificadas, el 20% de ellas resuelven el 80% del problema, en tanto que el 80% de las causas solo resuelven el 20%. Ello significa que reducir los problemas más significativos provocará una mejora general, que reducir los pequeños, aunque no exactamente en los porcentajes 80% y 20%, las cantidades si se acercan al principio de Pareto.

En el presente trabajo, esperamos que todas las causas de desperdicios tengan la misma importancia o valor; sin embargo, este valioso principio sugiere que la estrategia de dar la misma importancia a todas las partes es equivocada. Aplicando este principio a la evaluación de desperdicios indicaría que el 80% del valor de los desperdicios se debe al 20% de partidas generadoras del mayor volumen de desperdicios y que tan solo

el 20% del valor de los desperdicios procede del 80% de las partidas: En consecuencia una cantidad reducida de insumos y materiales intervinientes en pocas partidas son determinantes del 80 % de los desperdicios.

### 1.3. Definición de términos básicos

- **Procedimiento constructivo:** Acciones que llevan a construir una infraestructura de una forma determinada, buscando la eficacia.
- **Trabajo productivo:** Actividad que le agrega valor al producto final.
- **Trabajo contributorio:** Actividad que contribuye con la ejecución de la obra final; por ejemplo cortar unidades de ladrillo.
- **Residuos:** Material o subproductos que se generan durante la construcción. Al eliminar la generación de residuos, el operario convierte el trabajo contributorio en productivo y el ayudante reduce el tiempo utilizado en trabajos no contributorios al realizar mayor cantidad de tareas que contribuyen con la construcción del producto final.
- **Pérdidas Directas:** Categoría de desperdicios que incluyen todos los desperdicios que puedan verse claramente durante el proceso de construcción. Pueden observarse en el desmonte que se elimina periódicamente.



- **Residuos de proceso:** todo el material sobrante que generan los procesos constructivos, a manera de ejemplo se pueden mencionar los restos de ladrillos que se producen al cortar las unidades para modular el muro, los saldos de mortero que sobran al final de la jornada porqué se preparó excesivo material, etc.
- **Pérdidas directas por negligencia:** material que es desperdiciado debido a malas prácticas en el manejo del mismo, como cemento que se malogra por almacenamiento en zonas húmedas o ladrillos rotos por apilarlos de manera inadecuada.
- **Pérdidas de material debido a usos provisionales:** 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 como bancos, los encontrados que se utilizan como mesa, etc.
- **Pérdidas Indirectas:** Categoría de desperdicios que por su naturaleza es más difícil de detectar, ya que muchas veces se confunde con el trabajo valioso. Dentro de esta clasificación las pérdidas pueden observarse en forma física o financiera. Se reconocen tres tipos: perdidas por sustitución, perdidas por producción y perdidas por negligencia.
- **Desperdicio indirecto por sustitución:** Desperdicio que ocurre cuando se utiliza un material de mayor calidad o más costoso en reemplazo de otro, sin sustento técnico, ya sea por equivocación o por urgencia; por ejemplo 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. Para corregir debe calcularse la cantidad de material que se colocó en lugar del material original y convertirse a metrado equivalente.

- **Desperdicio indirecto por superproducción:** Desperdicio que ocurre cuando se utilizan materiales para un procedimiento necesario, pero no planeado o se fabrica un producto final de dimensiones mayores a las solicitadas por los documentos técnicos, así por ejemplo, tarrajeo de mayor espesor, vaciado de concreto de mayor espesor, malla de acero armada con una separación menor, etc. Para corregir se debe estimar la cantidad de material que se utilizó en procedimientos no previstos y transformarla a las unidades utilizadas en el metrado inicial.
- **Desperdicio indirecto debido a trabajos adicionales:** Consumo de material que se generan debido a actividades que no se consideraron inicialmente en el proyecto, sin embargo deben ejecutarse para completar los trabajos solicitados; por ejemplo, los resanes, etc.
- **Pérdidas por negligencia:** Cuando se utiliza mayor cantidad de materiales en algún procedimiento. Cuando se coloca mayor cantidad de material que la que está especificada en el proyecto el metrado inicial debe ser multiplicado por un factor de ampliación: por ejemplo, si a una cierta área se le debe aplicar un recubrimiento de 2 cm. Y en lugar de eso se aplica uno de 3 cm. Deberá multiplicarse esta área por la relación 3/2).

- **Materiales Recibidos:** Materiales que ingresaron a la obra durante el periodo de muestreo.
- **Materiales Almacenados:** Materiales cuyo stock ha sido inventariado, tanto al inicio como al término del periodo de muestreo.
- **Metrado Inicial:** Es la cantidad de material a colocarse en la estructura, según los planos del proyecto. Para estimar este dato se pueden utilizar los planos del proyecto o las valorizaciones de subcontratistas.
- **Medio ambiente:** Entorno que incluye espacio físico y las relaciones entre sus factores ambientales (agua, suelo, aire) y los elementos intangibles como la cultura, que afecta y condiciona la vida de animales, plantas y especialmente de las personas o la sociedad. Influye en la vida del ser humano y condicionan la de las generaciones futuras.
- **Impacto ambiental:** Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por efecto de la ejecución de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin esta (MINAM, 2012).
- **Plan de manejo ambiental:** Instrumento, producto de una evaluación ambiental que, de manera detallada, establece las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, rehabilitar o compensar los impactos negativos que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los Planes de Relaciones Comunitarias, Monitoreo,

Contingencia y Abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. (MINAM, 2012).

- **Construcción de obras civiles:** Proceso de ejecución de proyectos de infraestructura diversa para el desarrollo rural y urbano, como habilitación urbana (incluye agua, desagüe y energía), edificaciones, puentes, presas, caminos (pistas, puertos y aeropuertos y ambientación y mantenimiento de ríos para desarrollo de transporte fluvial), tanques metálicos y otros. La construcción actual se complementa o integra y se dirige hacia el terreno donde la mano de obra cada día se va sustituyendo por equipos y hasta por robots que ejecutan acciones patrones estándar, lo que disminuye errores y evita desperdicios.

## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Nombre del proyecto**

“Análisis de los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano -Loreto: Métodos de control y medición”

### **2.2. Planteamiento del problema**

#### **2.2.1. Descripción del problema**

Hoy en día en muchas partes del Perú, las empresas constructoras no controlan los desperdicios de materiales de construcción en sus obras, ya que por lo general solo se realizan controles mensuales, los cuales son hechos por el jefe de almacén quien mayormente no le dedican tiempo al control de la productividad de sus recursos.

En la ciudad de Iquitos los procesos constructivos en su mayoría son tradicionales, con una mano de obra poco capacitada o que por lo general adquieren sus conocimientos en forma empírica, lo cual también genera el mal uso de los materiales y aumenta los desperdicios de estos.

La gran competitividad que existe en la actualidad en el rubro de la construcción civil obliga a las empresas pertenecientes a esta industria a buscar optimizar, al máximo sus procesos, logrando la mayor productividad posible en el uso de sus recursos [1].

En la actualidad uno de los recursos más controlados por los responsables de los proyectos es la mano de obra, existe una gran cantidad de herramientas y metodologías difundidas con la finalidad de mejorar la productividad de este recurso (cartas balance, medición

de nivel general de actividad, etc.), sin embargo, se deja de lado la oportunidad de mejorar la eficiencia en el uso de otros recursos como son los materiales, equipos o subcontratos [2], [3], [4], [5].

Los materiales pueden llegar a representar cerca del 30% del costo de un proyecto y sin embargo, en muchos casos las empresas solo realizan verificaciones mensuales del estado de sus consumos de materiales para las partidas de control, las cuales están a cargo de los jefes de almacén quienes le dedican poco o nulo análisis al tema de la productividad de los recursos [6].

En el presente trabajo se presentará la realidad de los consumos de materiales en dos obras de edificación peruanas, relacionando los principales datos de estudios realizados, al respecto, en otros países como el Reino Unido, Estados Unidos o Brasil. Se aplicará durante todo el proceso los principios de mejora de productividad, desde la recopilación de datos, análisis de la información, pasando por sopesar las posibles intervenciones efectuadas en la mejora de los procesos; así como, se buscará contrastar con la realidad local y hasta propender la verificación final de los mismos [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Para los materiales seleccionados se establecen controles de consumo y se analizan las tendencias de los indicadores y paralelamente los encargados del proyecto van tomando medidas de mejora, modificando procesos o tecnologías. Paralelamente se mantiene un indicador de la generación de residuos sólidos para la obra el cual va alterándose según los hallazgos de los ingenieros encargados del proyecto [14].

Al analizar la productividad de mano de obra de una cuadrilla es importante considerar la pérdida directa y la indirecta; en la actividad de tarrajeo de muros por ejemplo, un operario que está colocando un espesor de tarrajeo mayor al especificado estaría realizando un trabajo improductivo pese a que en apariencia el obrero pueda estar trabajando eficientemente. Del mismo modo un albañil que está generando residuos de ladrillo al cortar las unidades realiza trabajo contributorio y a la vez incrementa la tarea de limpieza de los ayudantes. En este sentido, en diversos estudios en otros países se ha demostrado que al eliminar la generación de residuos, el operario convierte el trabajo contributorio en productivo y así, el ayudante reduce el tiempo utilizado en trabajos no contributorios al realizar mayor cantidad de tareas que contribuyen con la construcción del producto final.

La gran competitividad que existe en la actualidad en el rubro de la construcción civil obliga a las empresas pertenecientes a esta industria a buscar optimizar al máximo sus procesos, logrando la mayor productividad posible en el uso de sus recursos. La gestión moderna de la ejecución de obras, ahora está enfocada a la mejora de la productividad, enfocada en la reducción del costo de consumo de los materiales y reducción de los residuos sólidos de construcción generados por las obras. En las obras de edificación el control de materiales significativos, por el costo que representan para el proyecto, se centra en el acero y concreto; y, en los que involucran una gran generación de desmonte, el mortero y otros materiales de albañilería. Si todas estas mediciones y controles se efectuaran a lo largo de los proyectos y se lograra incorporar al sistema de gestión de la obra, generaría beneficios que fueran reconocidos por la empresa constructora encargada de la ejecución. Es necesario evaluar indicadores de desperdicios en la construcción de edificaciones en la ciudad de Iquitos y buscar internalizar estos resultados en las

empresas y en las instituciones públicas responsables de su contratación.

La presente investigación aborda el análisis, control y medición de los desperdicios, orienta a la mejora de los procesos constructivos, logrando así reducir el excesivo desperdicio de los materiales y contribuir con la ecoeficiencia durante la construcción de edificaciones.

## **2.3. Formulación del problema**

### **2.3.1. Problema general**

¿Cómo son los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano – Loreto?

### **2.3.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo influye la falta de control de los desperdicios de los materiales en las empresas constructoras y en el medio ambiente?
2. ¿Cuál es el nivel de desperdicios de los materiales de construcción de obras en la ciudad metropolitana de Iquitos?
3. ¿Cuál es el volumen de desmonte producidos por las obras en la ciudad metropolitana de Iquitos?
4. ¿Cómo influye la falta de control de los desperdicios de materiales en la rentabilidad de las empresas constructoras?



5. ¿Qué consecuencias medio ambientales negativas genera el mal uso de los materiales de construcción?

## **2.4. Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general**

Analizar los desperdicios de materiales en obras de construcción civil en Iquitos metropolitano – Loreto, así como los métodos de control y medición de los mismos.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia de la falta de control de los desperdicios de los materiales en las empresas constructoras y en el medio ambiente.
2. Determinar el nivel de desperdicios de los materiales de construcción de obras en la ciudad metropolitana de Iquitos determinar los volúmenes de desmonte producidos por las obras
3. Determinar los volúmenes de desmonte producidos por las obras en la ciudad metropolitana de Iquitos
4. Determinar los efectos ambientales negativos del mal uso de los materiales de construcción en la calidad de ejecución de una obra.

## **2.5. Hipótesis**

“El nivel de desperdicios de materiales de construcción en las obras de Iquitos superan los máximos permisibles y supera los porcentajes previstos en los expedientes técnicos

de obras de edificación, generando pérdidas en las empresas constructoras, además de las consecuencias ambientales negativas”.

## 2.6. Variables

### 2.6.1. Identificación de las variables

Se identifican las siguientes variables:

**Variable independiente X:** Control de los procesos constructivos

**Variable dependiente Y:** Desperdicios de los materiales

**Variable interviniente Z:** Efectos ambientales negativos.

### 2.6.2. Definición conceptual y operacional de las variables

#### 2.6.2.1. Definición conceptual

**Tabla 5. Definición conceptual**

Variable	Definición	Indicadores	Escala de medición
Variable Independiente	Control de los procesos constructivos.  Realización de control en todas las fases que se llevan a cabo durante el proceso de	- Avance diario ejecutado por partida -Cantidad de insumos consumido por día por partida -Cantidad de mano de obra por día por partida -Partidas, que en su productividad	La medición de partidas, que en su productividad consumen irregularmente el uso de insumos o materiales y de las partidas que están generando residuos significativos innecesariamente.

	producción de obras de edificación.	<p>consumen irregularmente el uso de insumos o materiales</p> <p>-Partidas que están generando residuos significativos innecesariamente por día</p> <p>-Mejora de los procesos constructivos.</p> <p>-Mejora de la productividad.</p>	
Variable dependiente	Desperdicios de los insumos y materiales de construcción	<p>-Diferencia de cantidad de insumos utilizados diariamente con relación a metraje de obra ejecutado.</p> <p>-Diferencia de desperdicios de materiales resultantes diariamente con relación a lo presupuestado y al metraje de obra ejecutado</p> <p>-Cantidad de desmontes de la construcción</p>	Intervención en partidas, que en su productividad consumen irregularmente el uso de insumos o materiales y en las partidas que están generando residuos significativos innecesariamente.
Variable interviniente Z	Efectos ambientales negativos	-Consumo de recursos naturales indebido.	Análisis de la generación de residuos sólidos que son eliminados por cada

		<p>-Incremento de horas de ruido generado durante ejecución de mayores metrados.</p> <p>-Material particulado generado por los mayores desechos de construcción.</p> <p>-Incremento de vibración por ejecución de mayores metrados ejecutados.</p> <p>-Incremento de área y volumen que ocupa mayores desechos de construcción.</p>	<p>construcción, análisis del ruido, polvo y vibraciones en obra en forma técnica.</p> <p>Utilización de informes técnicos de la flora y fauna de la zona de estudio en donde se explota los recursos naturales para la construcción.</p> <p>Medición de área y volumen que ocupan la cantidad de desmontes generados en cada construcción</p>
--	--	---	--

Fuente: Los autores (2021).

### 2.6.2.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 6. Operacionalización de variables**

<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice (cantidad de)</b>
X: Control de los procesos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance diario ejecutado por partida</li> <li>• Cantidad de insumos consumido por día por partida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m, m2, m3.</li> <li>• Bols, Und, m2, m3, Kg.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de M. de O. por día por partida</li> <li>• Partidas que en su productividad consumen irregularmente el uso de insumos o materiales</li> <li>• Partidas que están generando residuos significativos por día</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HH</li> <li>• N° de partida</li> <li>• N° de partida</li> </ul>
--	---	--

<b>Variable dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice (cantidad de)</b>
Y: Desperdicio de los insumos y materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia de cantidad de insumos utilizados diariamente con relación a metraje de obra ejecutado.</li> <li>• Diferencia de % de desperdicios de insumos por día con relación a lo presupuestado y al metraje de obra ejecutado</li> <li>• Cantidad de desmontes de construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• m2, m3, Bols, Und, Kg.</li> <li>• Cantidad de %</li> <li>• m3</li> </ul>
<b>Variable Interviniente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice (cantidad de)</b>

<p>Z: Incremento de los efectos ambientales negativos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de recursos naturales indebido</li> <li>• Incremento de horas de ruido por ejecución de mayores metrados.</li> <li>• Material particulado generado por los mayores desechos de construcción.</li> <li>• Incremento de vibración por ejecución de mayores metrados ejecutado</li> <li>• Incremento de mayor área y volumen que ocupa mayores desechos de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Und</li> <li>• decibelio</li> <li>• <math>\mu\text{m}</math> (micrómetro)</li> <li>• Hz (hercios)</li> <li>• M2- M3</li> </ul>
---	---	---

Fuente: Los autores (2021).

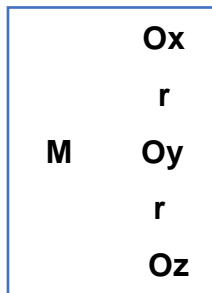
## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación es del tipo descriptiva correlacional. Es descriptiva, porque las variables se estudian tal y como se encontraron en la realidad durante la ejecución de dos edificaciones en la ciudad metropolitana de Iquitos. Es correlacional, porque se analiza la relación de las variables, y la incidencia de la variable independiente en la dependiente, midiendo un grado de asociación.

#### 3.1.2. Diseño de investigación:



Donde:

M : Muestra

O<sub>x</sub> O<sub>y</sub> O<sub>z</sub> : Observaciones a cada una de las variables

r : Relación entre las variables

Se observa y describe cada variable en forma independiente. Se establece la relación entre las variables. La magnitud de la relación se calculó mediante el análisis no paramétrico aplicando Chi Cuadrada ( $X^2$ ), coeficiente de Sperman y Kendall, coeficiente para tabulación cruzadas.

## **3.2. Población y muestra**

### **3.2.1. Población:**

Edificaciones públicas ejecutadas en los últimos diez (10) años en la ciudad metropolitana de Iquitos.

### **3.2.2. Muestra:**

Obtenida a conveniencia de los investigadores, en razón a haber participado en los controles de calidad durante la ejecución de las edificaciones que se señalan a continuación:

- “Ampliación de los servicios de la Escuela Técnica Superior Iquitos de la Policía Nacional del Perú – Primera Etapa, con Código SNIP 258581”.
- “Mejoramiento y ampliación de la institución educativa inicial, primaria, secundaria de la IEPSM N° 60014 PPJJ Santo Cristo de Bagazán, distrito de Belén- Maynas- Loreto”

## **3.3. Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos**



La técnica que se empleó en la recolección de los datos fue la observación.

### **3.3.1. Instrumentos de recolección de datos**

Instrumentos: Lista de cotejo, cuadros de datos estadísticos, Guía de observación y Guía de análisis.

### **3.3.2. Procedimientos de recolección de datos**

- Implementó la investigación con los insumos e instrumentos adecuados.
  - Elaboración de los instrumentos de recolección de datos.
  - Recojo de los datos de campo.
  - Análisis de datos de campo
  - Obtención de información a través del procesamiento de los datos de campo y revisión bibliográfica pertinente.
  - Resultados y discusión de resultados
- 
- Este trabajo ha sido realizado en base a los resultados obtenidos durante la ejecución de las obras de construcción de dos edificaciones en la ciudad metropolitana de Iquitos, las cuales se denominaron Obra “A” y Obra “B”, ambos de similares características estructurales.
  
  - La obra A esta ubicada en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto. Denominada “Ampliación de los servicios de la Escuela Técnica Superior Iquitos de la Policía Nacional del Perú – Primera Etapa, con Código SNIP 258581”, comprende:

**Tabla 7. Componentes de la obra A**

Pabellón educativo 1F	: 643.68M2
Pabellón educativo 1F	: 643.68M2
Pabellón educativo 1F	: 643.68M2
Dormitorio alumnos	: 666.74M2
Dormitorio alumnas	: 662.34M2
Auditorio casino y cafetería	: 210.84M2
Polígono de tiro y armería , Polideportivo: losas deportivas,	: 171.80M2
campo de entrenamiento	: 1597.00M2
Servicios generales	: 24.02M2
Vivienda y hospedaje de oficiales	: 411.45M2

Fuente: Los autores (2021).

**Tabla 8. Componentes de la guardería de prevención y torres**

Vigilancia	: 113.60M2
Administración	: 641.67M2
Comedor	: 159.34M2
Tópico y lavandería	: 190.72M2
Caseta de subestación	: 68.09M2
Cerco y acceso	: 66.68M2
Tanques cisterna y elevado	: 20.73M2

Fuente: Los autores (2021).

- La obra B, por su parte está ubicada en el distrito de Belén, provincia de Maynas, región Loreto. Denominada, “Mejoramiento y ampliación dela institución educativa inicial, primaria, secundaria de la IEPSM N° 60014 PPJJ Santo Cristo de Bagazán, distrito de Belén- Maynas- Loreto”. Cuyo presupuesto al año 2016, ascendió a **S/ 17 053 090.09**: Comprende la siguiente infraestructura básica:

**- En el Módulo A:**

Primer piso: SS HH damas y caballeros, depósito, descanso, corredor, aulas 01, 02, 03 y 04 – Primaria, salida primaria, sala de psicomotricidad, ingreso secundario, montacargas, depósito de residuos.

Segundo piso: SS HH damas y caballeros, deposito, descanso, corredor, sala de profesores primaria, aulas 05, 06, 07, 08 y 09, montacargas, tópico y SS HH.

Tercer piso: SS HH damas y caballeros, depósito, descanso, corredor, sala de profesores secundaria, aulas 01, 02, 03, 04 y 05 – Secundaria, montacargas y almacén de banda de música.

**- En el Módulo B:**

Sótano: Depósito; SS.HH varones; SS.HH mujeres

Primer piso: Dirección y SSHH; Secretaría- SSHH y Sub dirección Primaria; Psicopedagogía y Sub dirección Secundaria, Secretaría, Jefatura académica y Contabilidad SS.HH damas; SS.HH varones, Corredor.

Segundo piso: Dirección y SSHH; Secretaría- SSHH y Sub dirección Primaria; Psicopedagogía y Sub dirección Secundaria, Secretaría, Jefatura académica y Contabilidad, SS.HH damas; SS.HH varones, Corredor.

**- En el Módulo C:**

Primer piso : 3 aulas de inicial (157.08m<sup>2</sup>); 3 baños (31.82m<sup>2</sup>); 1 corredor (97.92m<sup>2</sup>).

Segundo piso : 3 aulas de primaria (157.08m<sup>2</sup>); 1 corredor (97.92m<sup>2</sup>).

Tercer piso : 3 aulas de secundaria (157.08m<sup>2</sup>); 1 corredor (97.92m<sup>2</sup>)

**- En el Módulo D:**

Primer piso : 3 aulas de Inicial (164.82m<sup>2</sup>); 3 baños (6.15m<sup>2</sup>); 1 corredor (55.44m<sup>2</sup>).

Segundo Piso: 2 aulas de Primaria (113.32m<sup>2</sup>); 1 depósito de educación física (26.18m<sup>2</sup>); 1 cuarto de máquinas (28.83m<sup>2</sup>); 1 corredor (55.44m<sup>2</sup>).

Tercer Piso: 3 aulas de Secundaria (169.32m<sup>2</sup>); 1 corredor (55.44m<sup>2</sup>).

- **En el Módulo E:**

Primer piso: 1 cafetín (55.63 m<sup>2</sup>), 1 cocina-recepción (19.00m<sup>2</sup>), 1 SSHH (4.25m<sup>2</sup>); Despensa (5.23m<sup>2</sup>), 1 biblioteca – sala de lectura (84.45m<sup>2</sup>), 1 corredor (76.32m<sup>2</sup>).

Segundo piso: 1Sala de innovación Primaria: 85.42m<sup>2</sup>, 1 Sala de innovación Secundaria: 84.44m<sup>2</sup>, 1 corredor: 76.32m<sup>2</sup>.

Tercer piso: 3 aulas de secundaria: 169.32m<sup>2</sup>, 1 corredor (76.32m<sup>2</sup>)

- **En el bloque F:**

Primer piso: Sub dirección y Dpto. Psicología (24.62m<sup>2</sup>); secretaría y SS.HH. (22.30m<sup>2</sup>); 2 aulas Inicial 4-5 (112.88m<sup>2</sup>); 1 aula inicial 6 (52.36m<sup>2</sup>); 1 escalera (29.78m<sup>2</sup>); 1 corredor (144.89m<sup>2</sup>).

Segundo piso: Laboratorio de física y química (78.95m<sup>2</sup>); depósito (27.54m<sup>2</sup>); aula laboratorio nivel Primaria (54.54m<sup>2</sup>); aula 13 nivel Primaria (52.36m<sup>2</sup>); 1 escalera (29.78m<sup>2</sup>); 1 corredor (144.89m<sup>2</sup>).

Tercer piso: Laboratorio de física y química (78.95m<sup>2</sup>); depósito (27.54m<sup>2</sup>); aula laboratorio nivel Primaria (54.54m<sup>2</sup>); aula nivel Primaria (52.36m<sup>2</sup>); 1 escalera (29.78m<sup>2</sup>); 1 corredor (144.89m<sup>2</sup>).

Auditorio: Sótano, SSHH damas (21.66m<sup>2</sup>); depósito (4.64m<sup>2</sup>); SSHH varones (21.51m<sup>2</sup>); auditorio (259.13m<sup>2</sup>); corredor (36.39m<sup>2</sup>); rampa (8.99m<sup>2</sup>)

Obras exteriores: muros de ladrillo, Cerco posterior (320.89m<sup>2</sup>); cerco frontal (31.00m<sup>2</sup>); duchas (85m<sup>2</sup>); puente nivel 2 (10.52m<sup>2</sup>); puente nivel 3 (10.52m<sup>2</sup>); jardín lado izquierdo (9.85m<sup>2</sup>); jardín lado derecho (32.62m<sup>2</sup>); casa de bombas (22.54m<sup>2</sup>). –

- **Patio de formación:** Patio principal (415.01m<sup>2</sup>); losa deportiva (312.22m<sup>2</sup>).
- **Veredas:** Interiores espesor 12.5 cm (97.18m<sup>2</sup>); Exteriores espesor 12.5cm (284.54m<sup>2</sup>).
- **Cunetas:** Cunetas con rejillas metálicas (711.49m) y cunetas bajo piso (37.60m).
- **Cisterna y tanque elevado**

La estructura de la edificación corresponde a un sistema dual; es decir está formado por placas, columnas y vigas de concreto armado la cuales brindan rigidez en ambas direcciones en caso de sismo. Las divisiones y cerramientos en la mayoría de los casos han sido construidos con muros de ladrillo king kong asentados

mayoritariamente en amarre de soga con columnas y vigas de confinamiento.

La investigación se fue desarrollando durante la ejecución de estos proyectos de edificación, con el objetivo de determinar las partidas en la que se presentan la mayor cantidad de desperdicios y cuantificándose los desperdicios de materiales e insumos que se presentaron en tales partidas, habiéndose encontrado la forma más adecuada de mantener su control y medición.

#### **3.4. Alcance del trabajo**

En el presente trabajo, se determinó porcentajes de desperdicios específicos, los cuales posteriormente pueden ser extrapolados a otros proyectos de edificación debido a similares condiciones empresariales e idénticas tecnologías y sistemas de gestión que existen en nuestro medio.

Este sistema permitirá identificar las partidas y materiales en los cuales se deben intervenir ya sea para mejorar un proceso o modificar la tecnología o los materiales utilizados. Pese a que la ejecución de las dos obras se hizo en periodos distintos se presenta la metodología de trabajo incluyendo los resultados para ambos proyectos en paralelo, con el objetivo de ilustrar comparativamente la ejecución de actividades en procesos idénticos. La metodología de trabajo se planteó en 5 etapas: a) Identificación, b) Medición, c) Evaluación, d) Intervención, e) Control.

### 3.5. Identificación.

En esta etapa se determinó cuáles eran los materiales y las partidas a controlar a lo largo del proyecto. En ambas obras se aplicó estrictamente los protocolos para la ejecución de cada partida específica que el contratista había incluido en su sistema de gestión; y, a cuyo cumplimiento estaba obligado, en razón a que constituía exigencia de las certificaciones ISO 9001: 2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007, logradas en agosto de 2016, cuya aprobación de su **sistema de gestión** estaba sujeta a verificación a fin se mantenga de acuerdo con los requisitos especificados.

Este proceso se realizó tanto de manera cualitativa como cuantitativa. El control sobre un material dependió del costo que le puede ocasionar desperdiciarlo o eliminarlo, por el gran volumen de desmonte que representan los residuos, para asegurar la calidad de algunos procesos en donde puede estarse utilizando mayor material para corregir defectos, por la escasez del material en el mercado, para mejorar la productividad de la mano de obra, por el daño que puede representar para el medio ambiente la eliminación del material, etc. En las dos obras, tanto el Consorcio ETP (RUC N° 20601512565) como el Consorcio Bagazán (RUC N° 20601529999) se plantearon como objetivo del control: disminuir el volumen de desechos a eliminar y obtener mayor rentabilidad al generar menos volumen de desperdicios; planteándose dos maneras de identificar los materiales a controlar: La primera fue por observación del desmonte y la segunda a través del análisis valorizado diario de los avances en relación con los presupuestos y análisis de precios unitarios.

Al término de la jornada diaria se cumplía con el orden y limpieza en obra y se cuantificaba el desmonte generado antes de iniciar la



jornada siguiente, esto con la finalidad de apreciar que tipo de materiales eran eliminados en mayor volumen y con mayor frecuencia. Se identificó que los materiales que estaban siendo eliminados como desmonte (perdida directa) para ambas obras, devenían de las partidas de albañilería (ladrillo, mortero, etc.) y de las partidas de concreto reforzado (restos de concreto y retacería de acero, ésta última se recogía para su venta como chatarra).

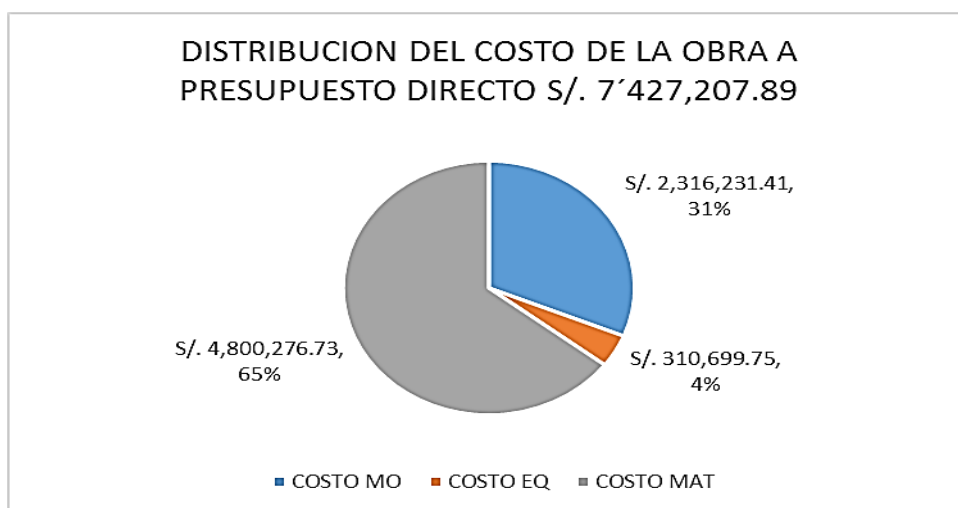
En los montículos se apreciaba no solamente retazos de ladrillo King Kong, sino también unidades de ladrillo enteras y en buen estado que dejaban las cuadrillas de asentado de ladrillo, en la mayoría de sectores donde se cumplía con la partida, debido al sobreabastecimiento de ladrillos para la jornada y los retazos por el corte de unidades más de las necesarias para la trabazón de las unidades en los muros en cada jornada; es decir, se despachaba más de lo necesario para concluir con el trabajo de la jornada. Del mismo modo se preparaba más volumen de mortero del necesario para las partidas de asentado de ladrillo, tarrajeo de muros, cielo raso, contrapiso, etc. El exceso de mortero proveniente de las sobras, en la partida genérica de Arquitectura, además de generar un gran volumen de desmonte traía consigo grandes dificultades para su eliminación, ya que se endurecía rápidamente obligando a los ayudantes de limpieza a realizar un esfuerzo adicional para su recojo.

El análisis valorizado diario de los avances se elaboró en función a los presupuestos y análisis de precios unitarios de los proyectos, y sirvió para determinar, en primer lugar, la incidencia de los materiales en el costo final de obra, posteriormente con ayuda de gráficos de Pareto se determinó cuáles eran los materiales cuyo costo tenía mayor incidencia en el presupuesto de la obra y en qué partidas estaban insumidos, de esta manera el consumo en exceso de éstos implicaría pérdidas significativas para el proyecto.

**Tabla 9. Distribución del costo de los recursos de la edificación “A”**

COSTO MO	COSTO EQ	COSTO MAT	TOTAL
S/. 2,316,231.41	S/. 310,699.75	S/. 4,800,276.73	S/. 7,427,207.89
31.19%	4.18%	64.63%	100.00%

**Figura 3. Distribución del costo de la edificación “A”**



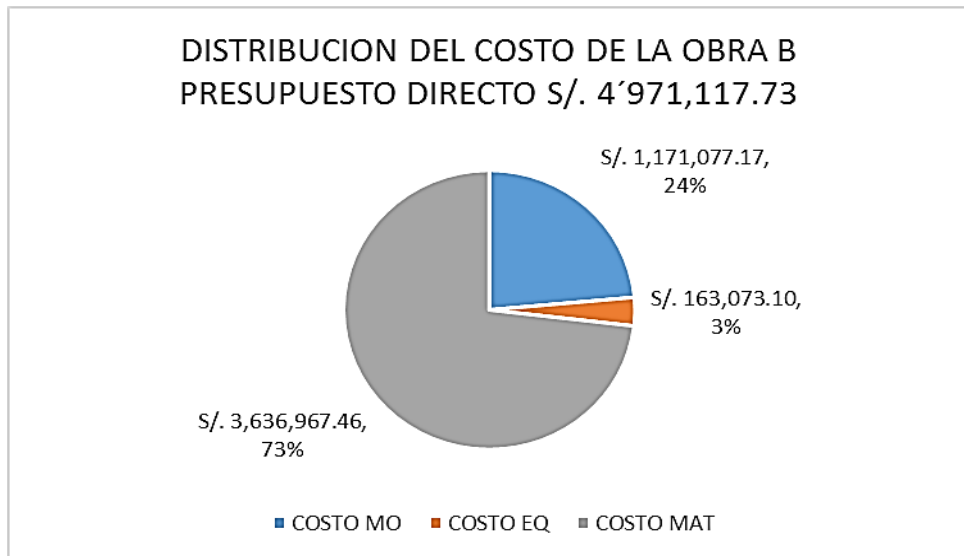
Fuente: Los autores (2021)

**Tabla 10. Distribución del costo de los recursos de la edificación “B”**

COSTO MO	COSTO EQ	COSTO MAT	TOTAL
S/. 1,171,077.17	S/. 163,073.10	S/. 3,636,967.46	S/. 4,971,117.73
23.56%	3.28%	73.16%	100.00%

Fuente: Los autores (2021)

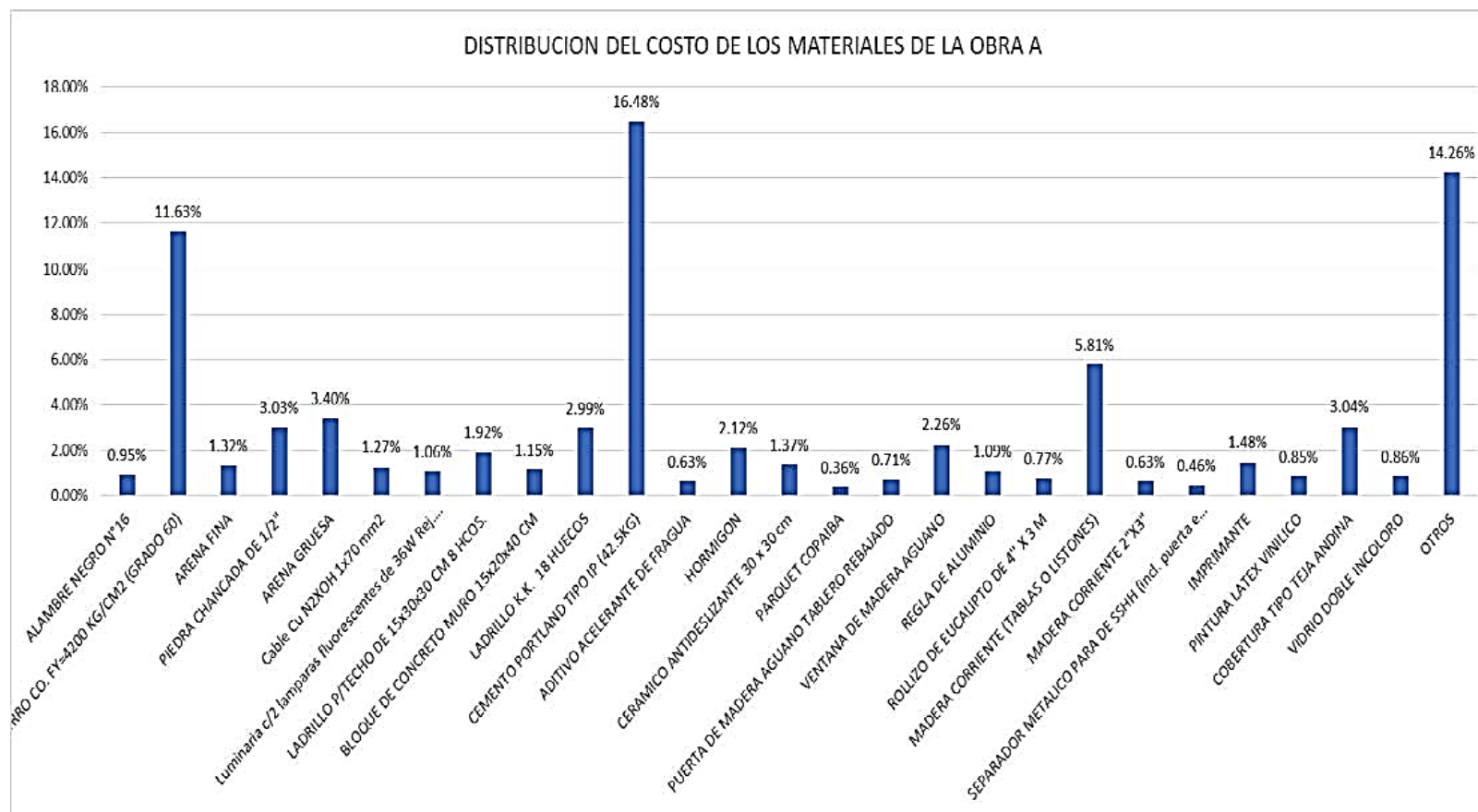
**Figura 4. Distribución del costo de los recursos de la edificación “B”**



Fuente: Los autores (2021)

En las obras de edificación los materiales representan cerca del 73% del costo del proyecto, un valor mucho mayor que el de la mano de obra, razón suficiente que obliga a controlarlos lo suficientemente en la gestión de proyectos, fundamentalmente en aquellos que tienen mayor impacto en el presupuesto.

**Figura 5. Distribución de costo de los materiales de la obra “A”**



Fuente: Los autores (2021)

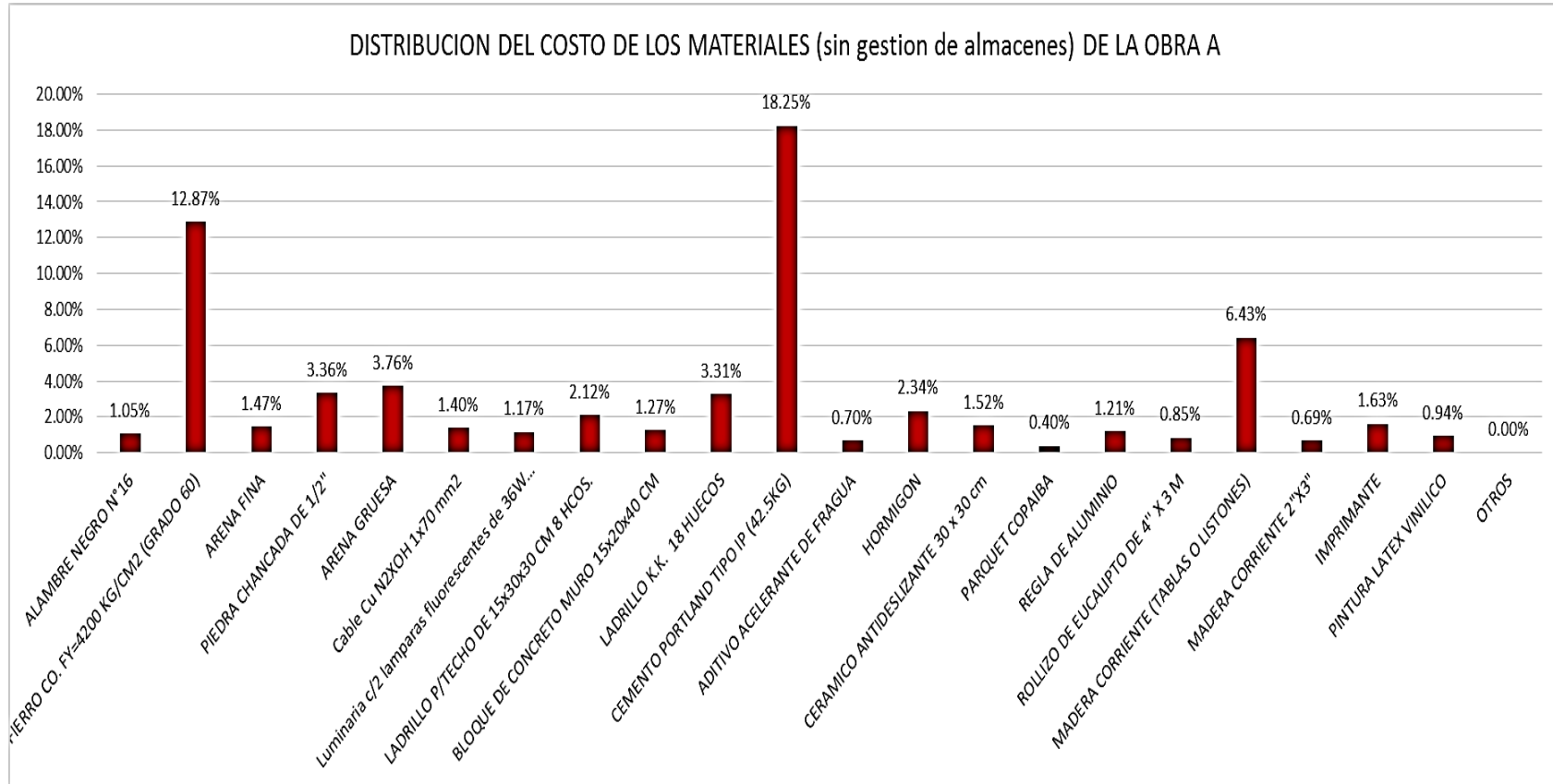
Luego de revisar todos los documentos del expediente técnico de cada uno de las obras, así como la información específica señalada, se definieron las partidas y los correspondientes materiales sobre los que se mantuvo un control estricto; asimismo, se tomó en cuenta los objetivos de las empresas ejecutoras de los proyectos en los cuales se desarrolló la investigación. Se seleccionaron los materiales más representativos de la partida genérica de Estructuras, como son el cemento, agregados y fierro de construcción, debido a que tienen una alta incidencia en el costo de la obra, así mismo se decidió controlar al ladrillo, cemento, agregado y enchapes que se utilizan para elaborar el mortero para asentado y tarrajeo de muros, siendo estos materiales los más representativos de la partida de Arquitectura y que generan el mayor volumen de desmonte en la obra.

Como la obra A se inició antes que la obra B, siendo de similar arquitectura y estructuración, la experiencia que se adquirió en la primera se fue aplicando desde su inicio en la segunda. Habiéndose identificado las principales causas de desperdicios para los materiales seleccionados, la forma en que se realizaron las mediciones de campo en la obra A también se aplicaron para la obra B. Con el objetivo de aproximar la representatividad del material en la generación del volumen de desperdicios totales, los valores se reajustaron en base a los metrados totales de cada partida, a los consumos finales de materiales y a las cantidades de insumos adquiridos para cada obra.

En el caso del ladrillo y cemento se decidió trabajar sobre los puntos que ocasionan mayor cantidad de desmonte; así para evaluar la cantidad de desmonte total ocasionado se muestreó las pérdidas de material sobrante y las pérdidas del proceso. Se tomó el caso del tarrajeo interior y se realizaron mediciones del material sobrante al

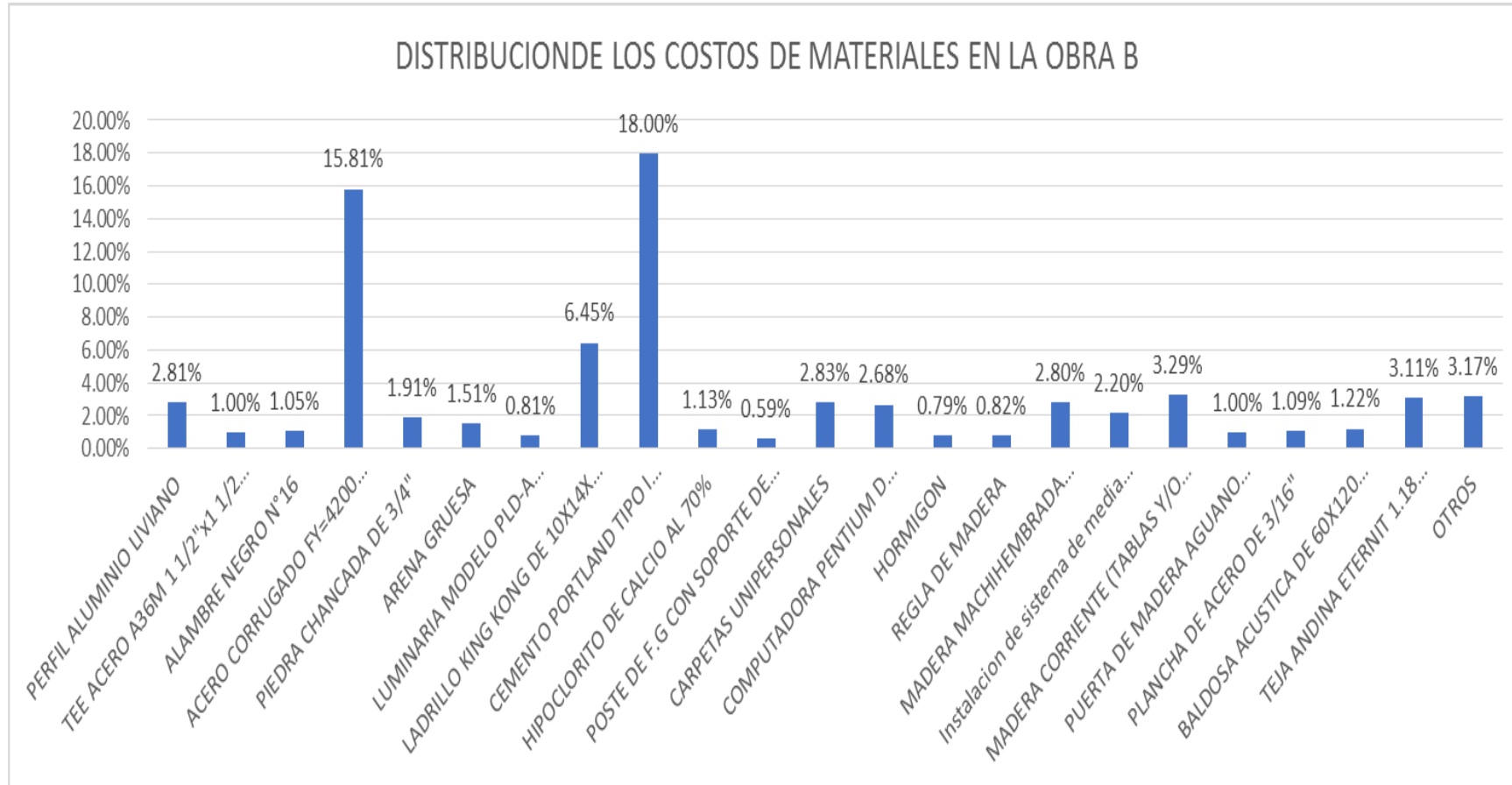
final del día, amontonándolo en mantas plásticas y pesándolo con una balanza calibrada; luego, para obtener la cantidad de desperdicio se dividió el peso obtenido entre el peso unitario promedio del mortero equivalente a 1 243 kg/m<sup>3</sup>. Finalmente para tener un ratio más detallado se dividió la cantidad de mezcla entre el área que se tarrajeó, obteniéndose el desperdicio de mortero en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

**Figura 6. Distribución del costo de los materiales (sin gestión de almacenes) de la obra “A”**



Fuente: Los autores (2021)

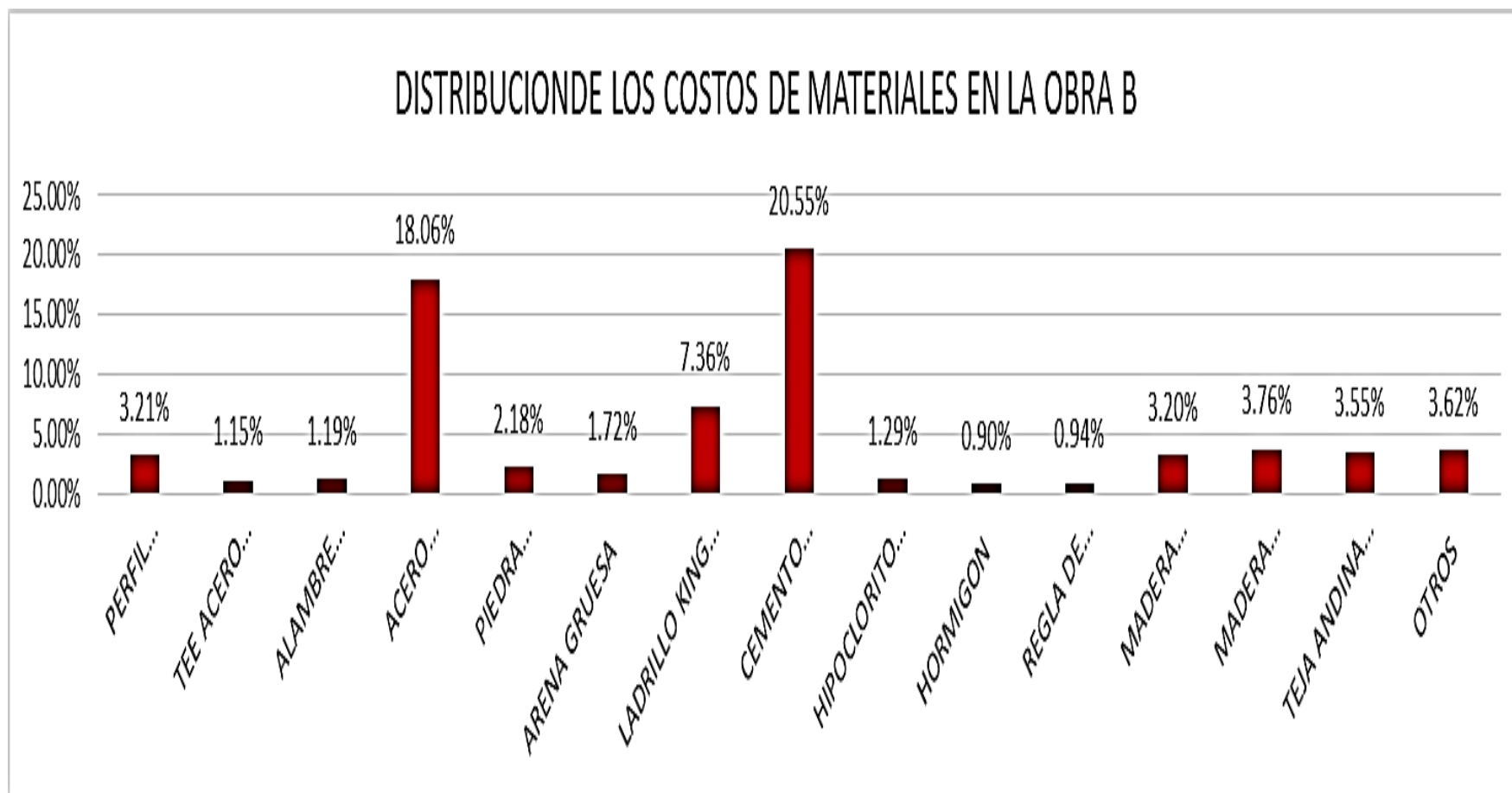
**Figura 7. Distribución del costo de los materiales de la obra “B”**



Fuente: Los autores (2021)



**Figura 8. Distribución del costo de los materiales de la obra “B”-I**



Fuente: Los autores (2021)

### **3.5.1. Procesamiento y análisis de datos**

El contratista al contar con la certificación ISO 9001 estaba obligado a cumplir con la mejora continua en la gestión de la organización y a vez en el desempeño durante la ejecución de las obras, para lo que contaba con protocolos e instrumentos para la toma de datos.

El contratista desde el inicio de ejecución de los trabajos subdividió la obra en sectores, correspondiendo cada uno a los ambientes, para lo cual había asignado un Jefe de frente. Cada sector estaba referido a una ubicación (ejes) y nivel de emplazamiento (primer nivel, segundo nivel, etc.); y, las actividades según el presupuesto correspondían a los diversos elementos (zapatas, columnas, vigas muros losas, etc.) y a cada una de las partidas genéricas (Arquitectura, Estructuras, etc.), y se había calendarizado por fechas día a día para cada semana de trabajo. Entonces, el Contratista dispuso en obra diariamente un primer formato a ser llenado por el Ing. Jefe de Producción, para su reporte semanal a la gerencia; para cuyo efecto el indicado ingeniero, recibía información diaria de los técnicos, practicantes de ingeniería y responsables de control de materiales de la jefatura de almacén. Para entonces, el Contratista, había elaborado Protocolos de trabajo para cada una de las actividades (protocolo de excavación, protocolo de colocación de concreto simple, protocolo de encofrado, protocolo de instalación de armadura de acero, protocolo de colocación de concreto armado, protocolo de desencofrado, protocolo de asentado de ladrillo, protocolo de revestimiento de muros, colocado de protocolo de revestimiento de pisos, etc.).

Cada protocolo tenía un número de código, y estaba estructurado para contener información precisa de fecha, bloque, módulo, nivel, elemento, partida, referencia de ubicación (eje), plano de referencia, descripción de la actividad, observaciones/comentarios, columnas de verificación ( C: cumple: NC: no cumple; NA: ninguna de las anteriores; Observación, firma de maestro de obra, residente de obra, supervisor de obra, inspector de obra; nombre de la obra; cliente o propietario de la obra ni debidamente codificado.

El control de calidad incluía el proceso desde la adquisición de insumos y materiales, el registro de llegada y puesta en almacén, el parte diario de pedido de materiales, el registro de salida y su destino, control de stock de almacén, el reingreso de material no usado diario; a parte el control de avance de obra diario y su compatibilización por el ingeniero de producción, maestro de obra y capataces.

Toda la información del manejo de almacenes, rendimientos y avances se llevó día a día en formatos preexistentes y tabulados en formato digital Excel. Los datos registrados en formato Excel eran reportados al ingeniero residente, quien a la vez puso a disposición de nosotros los investigadores para su procesamiento y generación de información. La generación de información se estableció usando los Bench Mark de rendimiento, generación de residuos por partidas e índices de productividad.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

A continuación se muestra cuáles son los materiales más incidente en el costo de obra de los dos proyectos:

**Obra A:** Ampliación de los servicios de las Escuela Técnica Superior Iquitos de la Policía Nacional del Perú”. Agosto 2015.

Monto Presupuesto: S/. 41 248 336.55 al 2015

**Tabla 11. . Partidas del presupuesto contratado**

<b>Partida Arquitectura</b>	<b>Metrado</b>	<b>U</b>
Muro de ladrillo tubular artesanal 0.21x0.10x0.15 de 0.30x0.40 aparejo de soga	10092.91	M2
Muro de ladrillo King Kong de 0.24x0.12x0.09 aparejo de cabeza	1513.04	M2
Muro de ladrillo tubular artesanal 0.21x0.10x0.15 aparejo de soga	25.50	M
Tarrajeo primario rayado mezcla c:a=1:5 e= 1.5 cm	2329.86	M2
Revoques y enlucidos en muros interior mezcla c:a=1:5 e= 1.5 cm	12871.84	M2
Revoques y enlucidos en muros exterior mezcla c:a=1:5 e= 1.5 cm	11949.19	M2
Tarrajeo frotachado en columnas c:a=1:5 e=1.5cm	5240.44	M2
Tarrajeo frotachado en vigas c:a=1:5 e=1.5cm	6406.68	M2
Tarrajeo con impermeabilizante	2487.48	M2
Revestimiento de plancha de metal expandido con superboard	54.65	M2

Vestidura de derrames de 0.15m mezcla c:a=1:5 e=1.5 cm	4587.61	M
Revestimiento de gradas mezcla c:a=1:4 e=40 mm	358.96	M2

Acabado de cemento pulido para graderías color natural mezcla c:a=1:4 e=0.48 mm	1080.90	M2
Tarrajeo en fondo de escalera mezcla c:a=1:5 e=1.5 cm	205.63	M2
Enchape de cerámica de 0.20x0.20 color piscina celeste (polideportivo)	132.00	M2
Enchapado de cerámico de 0.20x0.30m color gris oscuro	179.96	M2
Enchapado de cerámico de 0.20x0.30m color blanco	53.61	M2
Enchapado de porcelanato de 0.60x0.60m color negro	353.03	M2
Solaqueo de estructuras menores de concreto con cemento	8.21	M2
Cielo raso mezcla c:a=1:5 e=1.5 cm	4173.96	M2
Contrapiso de mortero mezcla c:a=1:4 e=40 mm	8119.48	M2
Piso cemento pulido impermeabilizado de 50 mm color natural	759.22	M2
Piso Diamont Brite con cemento portland modificado con polímeros (polidepotivo)	111.72	M2
Piso de cerámico de 0.20x0.20m color piscina celeste (polideportivo)	375.00	M2
Piso de cerámico de 0.30x0.30m alto tránsito autodeslizante color gris oscuro	1070.17	M2
Piso de porcelanato de 0.60x0.60m alto tránsito autodeslizante color gris claro	5216.77	M2

Enchapado de porcelanato de 0.60x0.60m autodeslizante color gris claro	367.30	M2
Piso de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.15$ acabado semipulido color natural	87.73	M2
Piso de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.15$ acabado pulido color natural	1789.07	M2
Piso de adoquines de concreto rectangular compacto de 6mm de espesor	6916.29	M2
Encofrado normal en pisos de concreto	136.53	M2
Piso de concreto de 2" sin colorear acabado semipulido color natural (tk cisterna y elevado)	127.75	M2
Sardinel de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ de ancho y $h=0.30\text{m}$	95.06	M3
Sardinel de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.10\text{m}$ de ancho y $h=0.35\text{m}$	115.92	M3
Sardinel de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$ de ancho y $h=0.40\text{m}$	41.43	M3
Encofrado normal para sardineles de concreto	1823.10	M2
Veredas de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.15\text{m}$ acabado semipulido color natural	9599.43	M2
Encofrado normal en veredas de concreto	517.80	M2
Piso de concreto $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ $e=0.20\text{m}$ acabado semipulido color natural	1477.30	M2
Sobrepiso de 4" de concreto mezcla $c:a=1:10$	129.42	M2
Zócalo de cemento pulido	294.00	M2
Zócalo de cerámica de $0.20 \times 0.30\text{m}$ $h=1.20\text{m}$ y $1.80\text{m}$ color blanco	1864.81	M2
Contrazócalos de cemento pulido $h=0.10$	599.02	M
Contrazócalos de cemento pulido $h=0.25$	727.31	M
Contrazócalo sanitario de cemento pulido impermeabilizado de $0.05 \times 0.10\text{m}$	1977.05	M

Contrazócalos de porcelanato de 0.60x0.60m h=0.10m color gris claro	2919.40	M
Contrazócalos de porcelanato de 0.60x0.60m h=0.10m color gris claro en escaleras	112.83	M
Vestidura de derrames	2602.36	M
Tarrajeo frotachado pasos de escalera	128.47	M2
Tarrajeo frotachado contrapasos de escalera	71.18	M2
Tarrajeo pulido bancas	329.24	M2
<b>Partida Estructuras</b>		
Cimiento mezcla c:a= 1:8 + 25% de concreto reciclado para base de tachos de basura	2.84	M3
Cimiento corrido c:a=1:8 +25% de concreto reciclado	947.75	M3
Encofrado para cimientos corridos	2472.77	M2
Falsazapatas concreto mezcla c:a=1:12	88.91	M3
Solado mezcla c:a=1.12, espesor =4"	2647.79	M2
Bases y dados de concreto de cimiento de pérgolas mezcla c:a=1:8+25% concreto reciclado	63.50	M3
Encofrado normal para dados de concreto para pérgolas	263.52	M2
Bases de concreto mezcla c:a=1:8 +25% concreto reciclado	13.45	M3
Encofrado normal para bases de concreto	53.50	M2
Sobrecimiento concreto mezcla c:a= 1:6 + 25% concreto reciclado	273.37	M3
Sobrecimiento encofrado normal	3399.78	M2
Gradas de concreto: concreto f'c=175kg/cm2	3.89	M3
Gradas de concreto: encofrado normal	15.58	M2
Rampas de concreto: concreto f'c=175kg/cm2	7.41	M3
Base para rampas: mezcla c:a=1:10 espesor =4"	1.09	M2

Rampas: encofrado normal	21.13	M2
Cunetas: concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$	786.26	M3
Cunetas: encofrado normal	9037.91	M2
Falso piso: mezcla c:a=1:10	7540.85	M2
Losas deportivas: concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$	18.24	M3
Losas deportivas: encofrado normal	153.00	M2
Zapatatas: Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	1092.37	M3
Zapatatas acero corrugado	43011.91	kg
Viga de cimentación concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	184.27	M3
Viga de cimentación encofrado normal	1383.04	M2
Viga de cimentación acero.	28932.63	kg
Losas de cimentación: concreto $f'c=245\text{kg/cm}^2$	53.66	M3
Losas de cimentación: encofrado	91.17	M2
Losas de cimentación: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	3792.58	kg
Plateas de cimentación: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	134.40	M3
Plateas de cimentación: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	5910.82	kg
Sobrecimiento reforzado: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	242.06	M3
Sobrecimiento reforzado: encofrado	2158.74	M2
Sobrecimiento reforzado: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	13062.09	kg
Muros de contención: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	5.20	M3
Muros de contención: encofrado	38.70	M2
Muros de contención: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	437.67	kg
Placas: concreto $f'c=245\text{kg/cm}^2$	56.34	M3
Placas: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	300.96	M3
Placas: encofrado	2280.87	M2
Placas: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	28874.17	kg
Muro y losa en poza aceite en subestación: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	2.15	M3
Muro y losa en poza aceite en subestación: encofrado	28.90	M2



Muro y losa en poza aceite en subestación: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	194.58	kg
Tanque de compensación y sumidero en polideportivo: concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	9.69	M3
Tanque de compensación y sumidero en polideportivo: encofrado	27.40	M2
Tanque de compensación y sumidero en polideportivo: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	728.79	kg
Piscina semiolímpica: concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	159.03	M3
Piscina semiolímpica: encofrado	258.56	M2
Piscina semiolímpica: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	13643.37	kg
Estructuras menores dormitorios alumnos (as): concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	24.10	M3
Estructuras menores dormitorios alumnos (as): encofrado	474.06	M2
Estructuras menores dormitorios alumnos (as): acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	2164.45	kg
Rampas de concreto: concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	174.48	M3
Rampas de concreto: encofrado	351.65	M2
Rampas de concreto: acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	6303.90	kg
Columnas: concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	594.71	M3
Columnas: encofrado	6076.29	M2
Columnas: acero corrugado	109885.79	kg
Columnas de confinamiento: concreto $f'_c=175\text{kg/cm}^2$	285.58	M3
Columnas de confinamiento: encofrado	3352.86	M2
Columnas de confinamiento: acero corrugado	41866.30	kg
Vigas: concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$	776.55	M3
Vigas: encofrado	6076.63	M2
Vigas: acero corrugado	88619.50	kg
Vigas de confinamiento: concreto $f'_c=175\text{kg/cm}^2$	121.16	M3

Vigas de confinamiento: encofrado	1608.53	M2
Vigas de confinamiento: acero corrugado	11706.12	kg
Losas macisas: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	91.17	M3
Losas macisas: encofrado	559.00	M2
Losas macisas: acero corrugado	6692.17	kg
Losas macisas en muebles empotrados: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	7.11	M3
Losas macisas en muebles empotrados: encofrado	87.50	M2
Losas macisas en muebles empotrados: acero corrugado	782.50	kg
Losa aligerada $h=0.17$ y $h=0.20$ m concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	345.27	M3
Losa aligerada encofrado	3941.54	M2
Losa aligerada acero corrugado	26378.02	kg
Ladrillo de arcilla de $0.12 \times 0.30 \times 0.30$ ; 8 huecos	30866.77	U
Ladrillo de arcilla $0.15 \times 0.30 \times 0.30$ ; 8 huecos	3174.89	U
Escaleras de concreto: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	75.83	M3
Escaleras de concreto: encofrado	388.55	M2
Escaleras de concreto: acero corrugado	6009.76	kg
Graderías de concreto: concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .	160.46	M3
Graderías de concreto: encofrado	295.38	M2
Graderías de concreto: acero corrugado	6484.97	kg
Gradas de concreto: concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	26.37	M3
Gradas de concreto: encofrado	44.69	M2
Gradas de concreto: acero corrugado	600.97	kg

Fuente: Los autores (2021)

En esta tabla se muestra la cantidad de recursos más significativos en edificación de Ampliación de los servicios de la Escuela Técnica Superior Iquitos de la PNP. 2015.

**Tabla 12. Recursos más significativos en edificación de ETSI.**

<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Und.</b>
Acero fy=4200 kg/cm2 $\Phi$ 1/4"	287267.15	kg
Acero fy=4200 kg/cm2 grado 60	477308.88	kg
Alambre negro #8	13442.68	kg
Alambre negro # 16	26764.98	kg
Arena	8637.79	M3
Piedra chancada $\Phi$ 1/2"	3312.85	M3
Ladrillo tubular 0.10x0.15x0.21 sogá	300430.08	U
Ladrillo King Kong 0.09x0.12x0.24; 18huecos	108182.35	U
Ladrillo hueco 0.12x0.30x0.30	31786.77	U
Ladrillo hueco 0.15x0.30x0.30	3276.14	U
Cemento portland tipo I	108594.75	Bls
Concreto reciclado	1673.48	M3
Porcelanato 0.60x0.60 de alto tránsito antideslizante color gris claro	723.46	M2
Porcelanato 0.60x0.60 de alto tránsito antideslizante color negro	5848.29	M2
Cerámica 0.20x0.30 color gris oscuro	188.96	M2
Cerámica vitrificada 0.30x0.30m alto tránsito antideslizante color gris oscuro	1123.68	M2
Cerámica 0.20x0.30 color blanco	2014.34	M2
Cerámica 0.20x0.20 color piscina celeste	532.35	M2
Adoquín rectangular de concreto color	7123.78	M2
Madera tornillo cepillada	200339.28	P2
Madera nacional para encofrado	109233.35	P2
Reglas de madera	7740.59	P2
Capataz	8388.5019	HH

Operario	173664.65	HH
Oficial	84923.00	HH
Peón	147702.40	HH

Fuente: Los autores (2021)

Una vez que se retiran estos materiales del análisis se aprecia el importante impacto de las partidas correspondiente a la partida genérica de Estructuras, como son el cemento, acero de construcción, agregados y madera; sin embargo, también son influyentes las estructuras metálicas para la cobertura . Y luego, tienen significativa influencia en el costo total, los insumos correspondientes a la partida genérica de Arquitectura, como son cemento, ladrillo, madera y enchapes, siendo menos influyentes los materiales para puertas, ventanas, sistema electromecánico y de saneamiento, dado a que su control es menos importante, porque es poco probable que una vez retirados de almacén, se produzcan desperdicios durante el proceso de instalación.

**Obra B:** Mejoramiento y Ampliación de la institución educativa inicial, primaria y secundaria de la IEPSM N° 60014 PPJJ Santo Cristo de Bagazán, distrito de Belén - Maynas- Loreto. Mayo 2016.

**Tabla 13. Partidas del presupuesto contratado- obra “B”.**

<b>Partida Arquitectura</b>	<b>Metrado</b>	<b>U</b>
Muro de ladrillo tubular aparejo de canto	5808.50	M2
Revoques y enlucidos en muros interior y exterior	11673.19	M2
Tarrajeo frotachado en vigas y columnas	6430.91	M2
Tarrajeo primario rayado	1551.21	M2
Enlucido en cielo raso	3849.18	M2
Vestidura de derrames	2602.36	M
Tarrajeo frotachado pasos de escalera	128.47	M2
Tarrajeo frotachado contrapasos de escalera	71.18	M2
Tarrajeo pulido bancas	329.24	M2
Tarrajeo pulido impermeabilizado en canaletas	1214.32	M2
Tarrajeo frotachado en canaletas	1112.64	M2
Tarrajeo frotachado en muro de contención	113.14	M2
Tarrajeo pulido impermeabilizado en interior de cisterna y tanque elevado	143.48	M2
Enlucido de fondo de escalera	113.14	M2
Tarrajeo frotachado mueble de mortero	208.12	M2
Tarrajeo frotachado en losa de cisterna	185.19	M2
Tarrajeo frotachado en losa aligerada	8.70	M2
Tarrajeo frotachado en cunetas	334.72	M2
Contrazócalo de porcelanato	409.84	M2
Contrazócalo de cerámica color	2490.43	M
Zócalo de mayólica blanca	1274.46	M2
Falso piso e= 0.10m mezcla c:a =1:6	2618.02	M2
Contrapiso e=2” mezcla c:a= 1:4 +5% desperdicio	5260.81	M2

Piso de porcelanato claro	2736.32	M2
Piso cerámico	4429.99	M2
Piso cemento pulido en obras exteriores	60.43	M2
Piso en patio de formación acabado frotachado	727.23	M2
Piso de porcelanato en escalera	140.22	M2
Mortero en losa deportiva	312.22	M2
Enchape de mesa de mortero	309.13	M2
Veredas mortero $f'c=175\text{kg/cm}^2$	381.73	M2
Uñas de veredas mortero $f'c= 175\text{kg/cm}^2$	12.03	M3
Encofrado y desencofrado de veredas	127.34	M2
<b>Partida Estructuras</b>		
Mortero simple (M.S) solado mezcla c:a= 1:8 e=2"	1241.56	M2
M. S cemento mezcla c:a= 1:8 + 5% desperdicios	179.43	M3
M. S sobrecimiento mezcla c:a= 1:6 + 5% desp.	33.11	M3
Sobrecimiento encofrado	441.42	M2
Mortero armado (M.A) Zapatas $f'c=210\text{kg/cm}^2$	296.87	M3
Zapatas acero corrugado $\Phi 5/8"$ +5% desp.	9443.28	kg
Zapatas acero corrugado $\Phi 1/2"$ + 5% desp.	4441.41	kg
Zapatas acero corrugado $\Phi 3/8"$ + 5% desp.	2705.21	kg
Viga de cimentación mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	160.80	M3
Viga de cimentación encofrado	1043.66	M2
Viga de cimentación acero $\Phi 5/8"$ +5% desp.	10190.04	kg
Viga de cimentación acero $\Phi 3/8"$ +5% desp.	6584.28	kg
Columnas mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	398.72	M3
Columnas encofrado	4386.26	M2
Columnas acero corrugado $\Phi 5/8"$ +5% desp.	27236.96	kg
Columnas acero corrugado $\Phi 1/2"$ + 5% desp.	6121.65	kg
Columnas acero corrugado $\Phi 3/8"$ + 5% desp.	16196.21	kg
Vigas mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	610.40	M3
Vigas encofrado	3630.00	M2

Vigas acero corrugado $\Phi$ 5/8" +5% desp.	46028.42	kg
Vigas acero corrugado $\Phi$ 1/2" + 5% desp.	1269.93	kg
Vigas acero corrugado $\Phi$ 3/8" + 5% desp.	24659.40	kg
Losa aligerada h=0.20 m mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	306.27	M3
Losa aligerada encofrado	3500.24	M2
Losa aligerada acero corrugado $\Phi$ 1/2" + 5% desp	13536.83	kg
Losa aligerada acero corrugado 1/4" + 5% desp.	3500.24	kg
Losa aligerada ladrillo de techo 0.30x0.30x0.15	29154.40	U
Losa nervada mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	86.80	M3
Losa nervada encofrado	1093.03	M2
Losa nervada acero corrugado $\Phi$ 5/8" +5% desp.	6441.65	kg
Losa nervada acero corrugado $\Phi$ 1/2" + 5% desp.	804.14	kg
Losa nervada acero corrugado $\Phi$ 3/8" + 5% desp.	6948.77	kg
Escaleras mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$	34.11	M3
Escaleras encofrado	315.26	M2
Escaleras acero corrugado $\Phi$ 1/2" + 5% desp.	5061.00	kg
Canaletas mortero $f'c=175\text{ kg/cm}^2$	58.87	M3
Canaletas encofrado	945.54	M2
Canaletas acero corrugado $\Phi$ 3/8" + 5% desp.	3197.69	kg
Muebles mortero $f'c=175\text{ kg/cm}^2$	9.17	M3
Muebles encofrado	126.23	M2
Muebles acero corrugado $\Phi$ 3/8" + 5% desperdicio	714.89	kg
Cunetas mortero $f'c=175\text{ kg/cm}^2$	23.43	M3
Cunetas encofrado	334.72	M2
Cunetas acero corrugado $\Phi$ 3/8" + 5% desperdicio	1456.03	kg
Muro de contención y muros armados mortero $f'c=175\text{ kg/cm}^2$	174.25	M3
Muro de contención encofrado	573.26	M2
Muro de contención acero $\Phi$ 1/2" + 5% desp	5180.64	kg
Muro de contención acero $\Phi$ 3/8" + 5% desp	2405.79	kg

Fuente: Los autores (2021)

**Tabla 14. Cantidad de recursos más significativos en edificación “B”**

<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Acero fy=4200 kg/cm2 $\Phi$ 1/4”	2840.47	kg
Acero fy=4200 kg/cm2 $\Phi$ 3/8”	65049.77	kg
Acero fy=4200 kg/cm2 $\Phi$ 1/2”	38608.08	kg
Acero fy=4200 kg/cm2 $\Phi$ 5/8”	103919.88	kg
Alambre negro #8	2789.18	kg
Alambre negro #16	10359.63	kg
Arena	4913.00	M3
Agua	3035.14	M3
Ladrillo tubular 0.105x0.165x0.21	163178	Und
Cemento portland tipo I	39642.63	Bls
Curador de concreto	207.06	Gln
Porcelanato de 0.60x0.60 color beige	450.82	M2
Porcelanato antideslizante 0.60x0.60	154.24	M2
Porcelanato e 0.60x0.10	2736.32	M2
Cerámica alto tránsito antideslizante	4651.49	M2
Cerámica vitrificada 0.30x0.10m	2614.95	M2
Madera copaiba o similar	2713.84	P2
Madera tornillo o similar	11982.86	P2
Madera catahua o similar (andamios)	7052.58	P2
Madera catahua o similar	109233.35	P2
Madera tornillo o similar 1”x3”	267.99	P2
Reglas de madera	2075.35	P2
Madera rolliza	1248.06	M
Madera shungo de 5” Huacapú o quinilla	1054.24	M
Listón de 2”x3”x4m	43.70	Und
Listón de 3”x3”x4m	15.00	Und
Madera corriente cepillada	427.00	P2



Madera catahua o similar	98.29	P2
Madera tornillo o similar seca al horno	2441.26	P2
Capataz	8388.5019	HH
Operario	89764.09	HH
Oficial	34122.59	HH
Peón	100911.88	HH

Fuente: Los autores (2021)

#### 4.1. Resultados de evaluación de desperdicios.

Para reducir el volumen de material de desecho a eliminar y el costo por la eliminación de los desperdicios se evaluó los materiales de mayor incidencia en uso y en generación de desperdicios:

##### a) Ladrillo

Las unidades del ladrillo King Kong de dimensiones de 0.09mx0.12mx0.24m y ladrillo tubular de 0.10mx0.15mx0.21m utilizados, fueron transportados a obra en camiones, por lo proveedores y se acumularon en un lugar designado por el Ing. Residente; y, con forme su necesidad eran subidos a los pisos superiores por los trabajadores de la obra.

Los muros de ladrillo se ejecutaron de forma tradicional por los operarios que con ayuda de cordel y plomada van asentando las unidades de arcilla sobre mortero preparado, en base a cemento, arena y agua por los peones quienes, además, fueron los encargados del armado y desarmado de plataformas, del orden y limpieza de la zona de trabajo, recojo de residuos y

apilado de unidades de ladrillo sobrantes, en tanto el operario albañil podía continuar la jornada de trabajo en otro muro.

En esta actividad se determinó los siguientes puntos de ocurrencia de desperdicios:

- Rotura de unidades: producidos durante el transporte y el almacenamiento, y de las dos la forma de apilar los ladrillos resultó ser más significativa.
- Pérdidas por material sobrante eliminado: Se da una vez que se han terminado de construir los muros y se tienen ladrillos sobrantes, que aún estando apilados no son reutilizados y terminan siendo abandonados en el lugar de trabajo luego de que la cuadrilla pasa a la siguiente zona. Se corrige, dando las indicaciones necesarias al personal ayudante de la cuadrilla para regresar las unidades sobrantes a la zona de almacenamiento principal.
- Pérdidas por corte de unidades: Ocurre durante el asentado de ladrillo, debido a la falta de modulación de los muros, al ser necesarias piezas más pequeñas para la trabazón en las hiladas.

Se encontró según las mediciones en campo que es esta última causa la mayor generadora de porcentaje (%) de desperdicios, obteniéndose el siguiente cuadro resumen:

**Tabla 15. Resultados evaluados de desperdicios de ladrillo KK.**

<b>CUADRO CONSOLIDADO DE</b>	<b>DATOS</b>
<b>Ladrillos enteros consumidos</b>	310
<b>Ladrillos partidos usados</b>	44
<b>Ladrillos partidos consumidos</b>	75
<b>TOTAL Ladrillos consumidos (unid)</b>	385
<b>TOTAL Ladrillos usados</b>	354
<b>Desperdicio (%)</b>	8.69%
<b>Ladrillos consumidos/m2</b>	41
<b>Ladrillos colocados/m2</b>	37

Fuente: Los autores (2021)

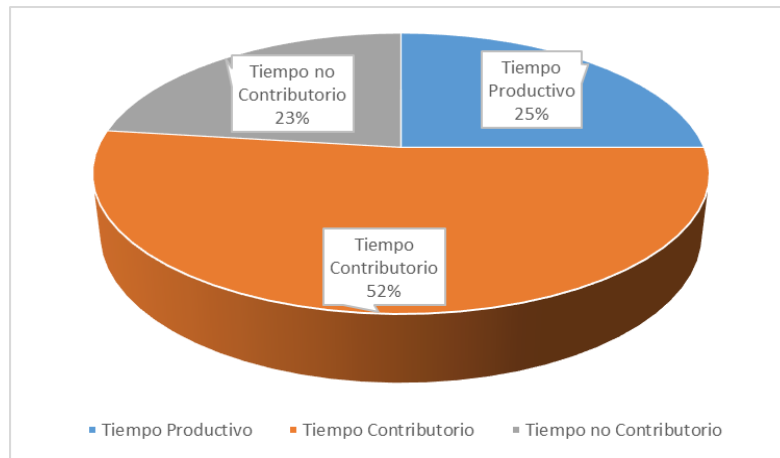
El impacto del desperdicio de materiales sobre la mano de obra, se efectuó realizando una medición de niveles de actividad del proceso normal de asentamiento de ladrillo, encontrándose el siguiente resultado:

**Tabla 16. Impacto del desperdicio de asentado de ladrillo sobre la mano de obra de cuadrilla**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIEMPO EN HORA</b>	<b>% de HORAS</b>
Tiempo Productivo	2.00	25%
Tiempo Contributorio	4.16	52%
Tiempo no Contributorio	1.84	23%

Fuente: Los autores (2021)

**Figura 9. Niveles de actividades de cuadrilla de asentado de ladrillo**



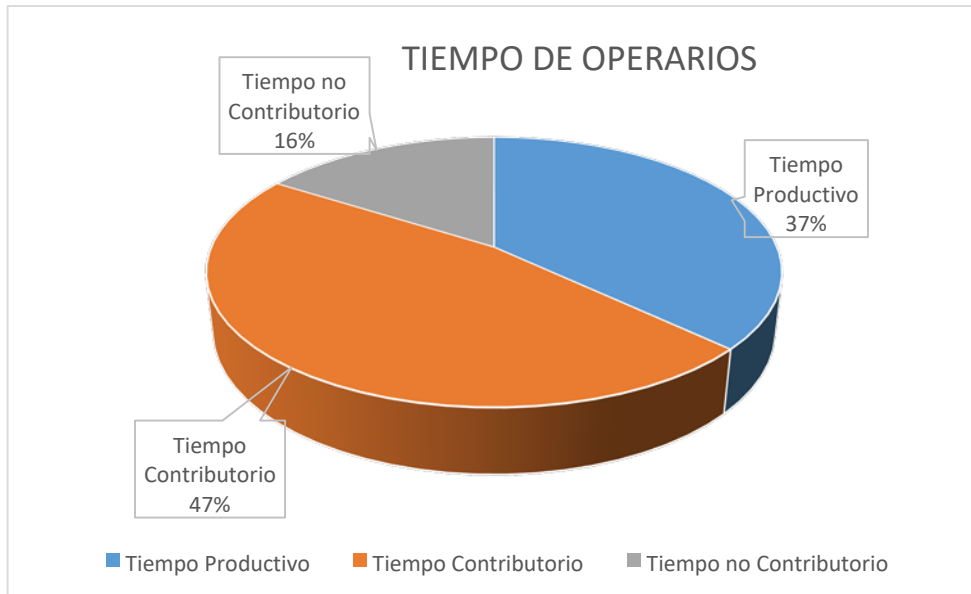
Fuente: Los autores (2021)

**Tabla 17. Niveles de actividades de cuadrilla de asentado de ladrillo: Operarios**

DESCRIPCION	TIEMPO EN HORA	% de HORAS
Tiempo Productivo	2.96	37%
Tiempo Contributorio	3.76	47%
Tiempo no Contributorio	1.28	16%

Fuente: Los autores (2021)

**Figura 10. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo Operarios**



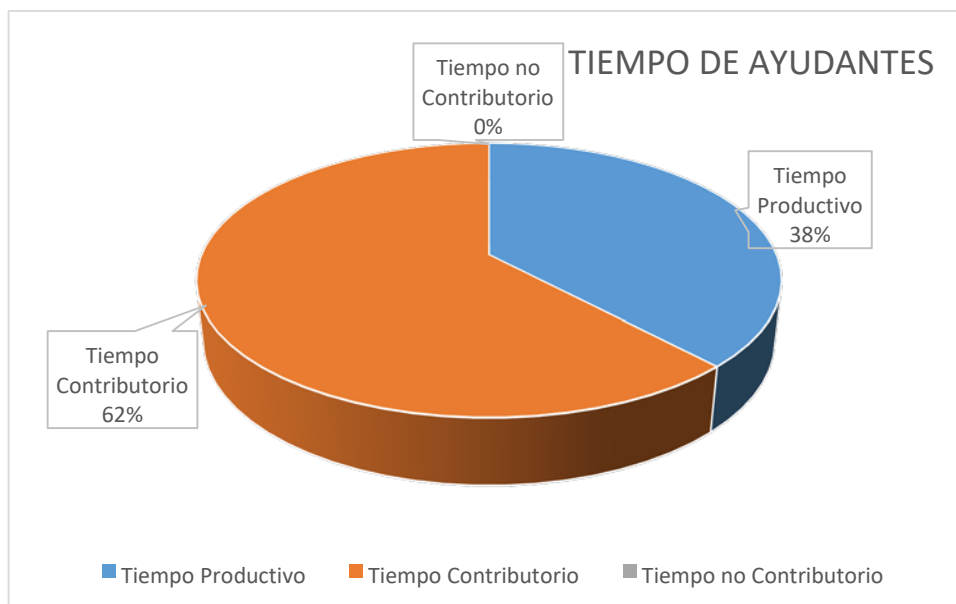
Fuente: Los autores (2021)

**Tabla 18. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo: Ayudantes**

DESCRIPCION	TIEMPO EN HORA	% de HORAS
Tiempo Productivo	3.04	38%
Tiempo Contributorio	4.96	62%
Tiempo no Contributorio	0.00	0%

Fuente: Los autores (2021)

**Figura 11. Niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo:  
Ayudantes.**



Fuente: Los autores (2021)

#### **b) Cemento:**

El cemento en bolsas de 42.5kg fue trasladado a la obra en camiones del proveedor y apilados en parihuelas, se consumió según fecha más antigua de almacenaje. La ocurrencia de desperdicios en este material se debió básicamente a:

- Pérdidas por material sobrante: en todas las partidas de albañilería los operarios terminan el día con cierto volumen de mezcla que se pierde en el transporte del mortero preparado en las bateas, para su partidas de albañilería, el cual eliminan por ser un material que una vez hidratado no puede guardarse

para el siguiente día. Este desperdicio contribuye a generar un gran volumen de desmonte.

- Pérdidas por espesores adicionales: pérdida indirecta que ocurrió por no existir uniformidad geométrica en las unidades de ladrillo y debido a la falta de calidad en el proceso de su asentado en muros, los cuales al presentar entrantes y desplomes obligan a los albañiles a compensar la falla con mayor cantidad de mezcla para lograr uniformidad y verticalidad de todo el muro. Este desperdicio no contribuye a generar desmonte.
- Pérdidas por procesos: durante la colocación de la mezcla en las distintas actividades de albañilería se apreció que ésta cuando cae al piso y no se recupera, era eliminada por la cuadrilla de limpieza al final de la jornada, ocasionando durante la ejecución de estas partidas una cantidad considerable de desmonte.
- Pérdidas por entregas incompletas: en varias oportunidades por alguna circunstancia la cantidad entregada no fue la misma que se solicitó. La diferencia se verificó, en las parihuelas, las cuales al tener tamaño uniforme permitió el recuento rápido, pues el apilamiento de bolsas tiene una misma distribución por capas y un mismo número de capas, cualquier diferencia entre lo adquirido y recibido durante la descarga (faltante) era notoria.

**Tabla 19. Medición de residuos de mortero en partida de tarrajeo de muros.**

		Muro			aterial Sobrante		
FECHA	MUESTRA	L(m)	h(m)	Area (m2)	(Kg)	(m3)	m3/m2
17/06/2015	1	1.1	2.4	2.64	10.7	0.009	0.0034
24/06/2015	2	2	2.4	4.8	17.3	0.014	0.0029
24/06/2015	3	1.45	2.4	3.48	14.3	0.012	0.0034
31/06/2015	4	1.64	2.4	3.936	9	0.007	0.0018
31/06/2015	5	8.12	2.4	19.488	57.7	0.046	0.0024
				34.344	109	0.088	0.0139

Fuente: Los autores (2021)



Tomando en cuenta los valores de la tabla y considerando que semanalmente se tarrajeaba en promedio 250 m<sup>2</sup> de muro, se estima que el desmonte producido por estos residuos de procesos es alrededor de 1.10 m<sup>3</sup>; es decir, de los 27 m<sup>3</sup> de desmonte eliminados semanalmente en obra el 4.1% corresponden a esta actividad.

### c) **Concreto:**

El concreto fue elaborado en obra, no se usó concreto premezclado.

Las principales causas de desperdicio de concreto en los proyectos estudiados son:

- **Pérdidas por fabricación de la mezcla:** Al elaborarse la mezcla manualmente usando trompos mezcladores, se tiene una pérdida de cemento al momento de su colocado en el trompo.
- **Pérdidas por transporte:** El colocado de la mezcla en los elementos estructurales, se realizó en forma manual por medio de los ayudantes quienes dotados de buguies realizan el transporte de la mezcla hasta las formas. En esta actividad se registró en algunas jornadas porcentajes de desperdicios de 3% a 5%.
- **Perdida por sobreproducción:** Esto ocurre con mayor énfasis durante el vaciado de elementos verticales que tienen un mal encofrado y no conservan alineación y aplome, según las dimensiones que especifican los planos. También ocurre durante el vaciado de cimientos debido al desprendimiento del terreno lo que ocasiona que la cantidad de material que se

coloca sea mucho mayor al previsto si se llegara a cumplir las excavaciones inicialmente señaladas en los planos de obra.

Con la ayuda de las guías de compra de cemento y vales de retiro de almacén, se determinó que la cantidad insumida cumpliendo los diseños de mezcla en el total de la obra era suficiente para producir un volumen de 4,796 M3 cuando el metrado del presupuesto estimaba solamente 3,918M3 para las estructuras de concreto, de lo que se puede colegir que se generó un desperdicio del orden del 22%.

Este porcentaje de desperdicio es signo indicativo de ineficiencia del proceso de desarrolló en la obra, sin embargo permitió decidir en evaluar y controlar la dosificación, transporte manual de concreto y desperdicios de superproducción mencionados.

#### **d) Evaluación del acero de refuerzo**

El acero de refuerzo llega a la obra en varillas de 9 M de longitud entregadas por el proveedor, se descargan de los camiones y se almacena apropiadamente. Del almacén son retiradas por los ayudantes para llevarlas al banco de fierro, para su corte y doblado; luego, finalmente se traslada a la zona de armado de los elementos estructurales.

En el caso del acero las siguientes causas de desperdicio fueron son las más importantes:

- **Residuo de procesos:** Durante el proceso de corte de las barras se producen residuos que por su pequeñez, no pueden ser utilizados en otro elemento; y se genera por no existir una modulación proporcional entre longitud de varillas y longitud de elementos estructurales, lo cual deja retazos sobrantes que constituyen el desperdicio.
- **Falta de control:** Las barras de acero al estar a disposición de todos los ayudantes, ocurre por falta de control que se cortan piezas innecesariamente.

#### **4.2. Planes de intervención.**

Permitió realizar mejoras en los procesos, de manera que se pudo disminuir el desperdicio de estos materiales reduciendo así la cantidad de desmonte y los costos producidos por las mermas.

##### **a) Intervención para el ladrillo:**

Las unidades de ladrillo fueron cortadas en dos partes iguales con una máquina especial de corte más industrializada, obteniendo dos piezas que se utilizaron posteriormente en los extremos de los tabiques para la trabazón y amarre en todas las hiladas de asentado de ladrillo en muros. Se cortó hasta tres unidades por corte obteniéndose piezas como las de la foto.

**Figura 12. Proceso de corte de unidades de ladrillo**

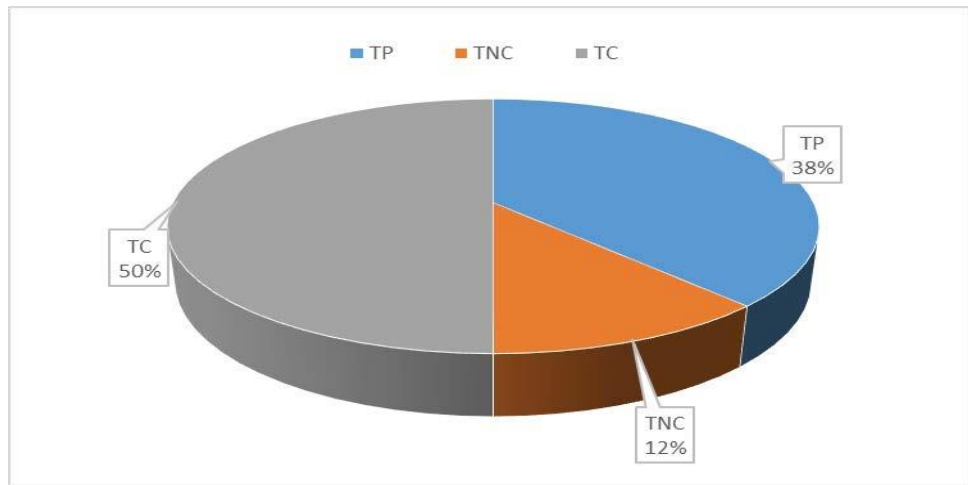


Fuente: Los autores (2021).

Se replanteó los trabajos de cada miembro de la cuadrilla, la actividad de corte de ladrillos ya no era realizada por cada operario mientras que colocaba las unidades en el muro sino que se centralizaba en un ayudante, quien se volvió experto en el uso de la máquina y se encargaba de cortar, organizar y distribuir los pedazos de unidad de ladrillo según eran solicitadas por los operario.

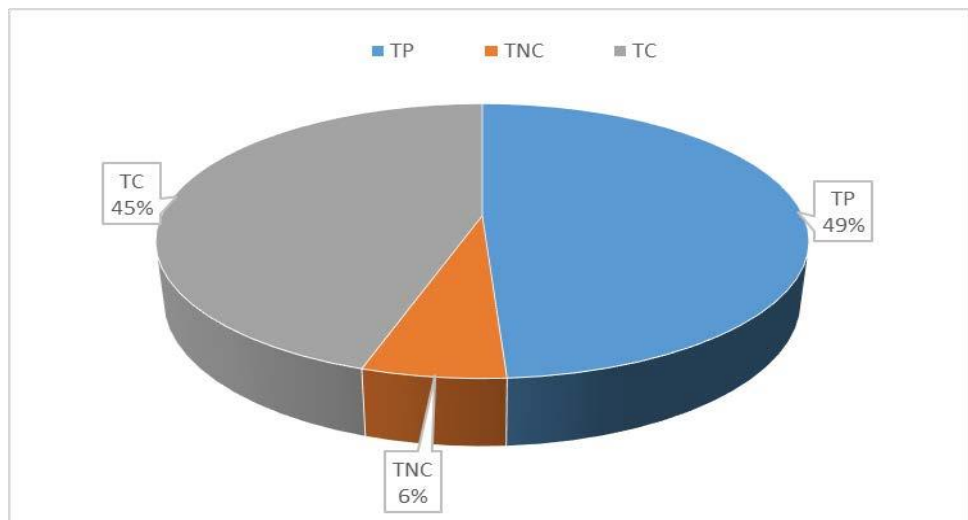
Al haber menor cantidad de residuos que limpiar los ayudantes se abastecían para cortar las unidades y transportar los materiales que requerían los operarios, así como armar y desarmar plataformas o andamios. Los operarios, a su vez, podían asentar mayor cantidad de unidades sin necesidad de estar deteniendo su ritmo constantemente para romper piezas de ladrillo lo que resultó beneficioso para la productividad de la mano de obra, observándose la mejora progresiva del proceso. Básicamente la mejora se debe a que los operarios incrementaron su trabajo productivo (mayor cantidad de tiempo asentando ladrillos) y traspasaron su trabajo contributivo (corte de ladrillos) a los ayudantes, quienes a su vez reemplazaron trabajo no productivo con trabajo contributivo:

**Figura 13. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria.**



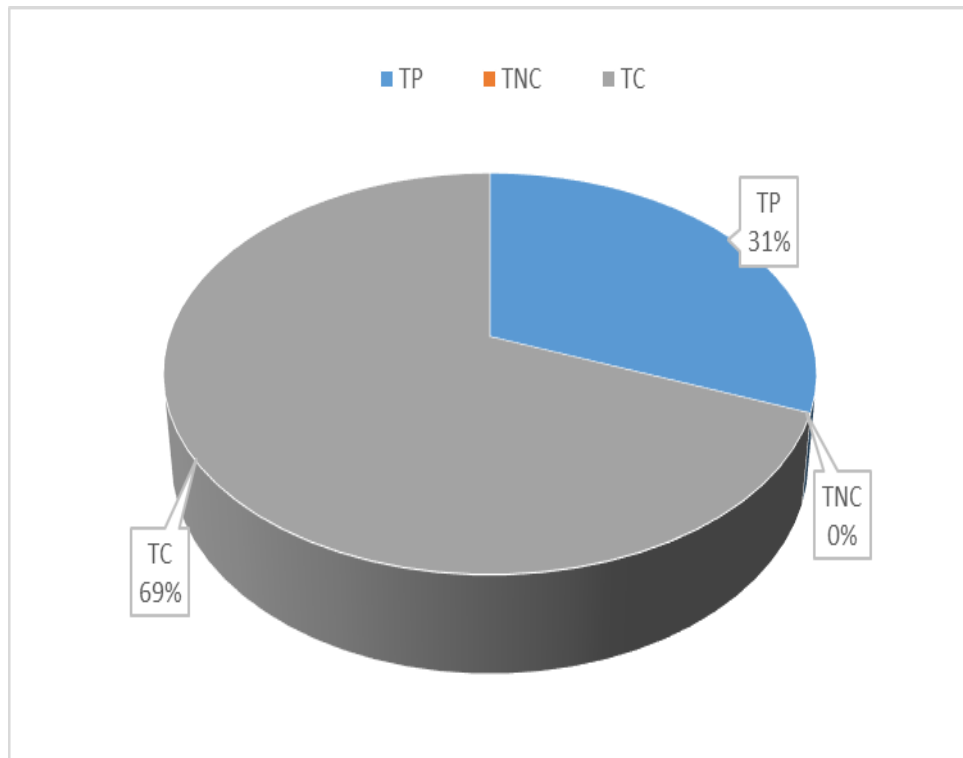
Fuente: Los autores (2021).

**Figura 14. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria (OPERARIOS).**



Fuente: Los autores (2021).

**Figura 15. Estudio de niveles de actividades cuadrilla de asentado de ladrillo con maquinaria (Peones)**



Fuente: Los autores (2021).

Del mismo modo se apreciaron mejoras en cuanto a la disminución del desperdicio, luego de implementar el uso de la máquina para cortar ladrillos se volvieron a realizar inspecciones de campo para verificar la cantidad de residuos generados en los procesos de asentado de ladrillo, observándose considerables mejoras como se aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla 20. Resultados evaluación de desperdicio de ladrillo KK al usar máquina de corte**

Ladrillos enteros consumidos	55
Ladrillos partidos usados	2.67
Ladrillos partidos consumidos	3

TOTAL Ladrillos consumidos (Und)	58
TOTAL Ladrillos usados	57.67
<b>Desperdicio (%)</b>	<b>0.57%</b>
Ladrillos consumidos/m2	37.57
Ladrillos colocados/m2	37.35

Fuente: Los autores (2021)

Es decir, al cortar las unidades de ladrillo en lugar de romperlas se reducen prácticamente todos los residuos de proceso generado por la actividad. Aun se puede apreciar la generación de un porcentaje mucho menos de desperdicio debido a la existencia de tuberías que obligan a los operarios a romper algunos ladrillos para permitirles el pase.

Adicionalmente a esta modificación del proceso de asentado de ladrillo durante la ejecución del proyecto se tomaron medidas de gestión tales como restringir la cantidad de unidades transportadas al área de trabajo a las mínimas necesarias y regresar a la zona de almacenamiento original las pocas piezas sobrantes al final de la jornada de tal manera que no quedaran piezas abandonadas cuando la cuadrilla concluía su labor en un determinado ambiente o por término de jornada.

Antes de la ejecución de la partida de asentado de ladrillo en la obra "B" se tomó la decisión de realizar una mejora adicional al proceso, se mandaron fabricar unidades de ladrillo de 0.23m de largo x 0.12m de ancho x 0.14 m de altura, con la finalidad de disminuir la cantidad de hiladas que el operario debe asentar y a su vez usar

menor cantidad de piezas cortadas. También, en cuanto al uso de la cortadora de ladrillo, se divulgó entre los operarios nuevos, no familiarizados con el proceso establecido para la ejecución de esta partida en el proyecto “A”, que el corte de ladrillo es efectuado por los peones o ayudantes ya entrenados. La suma de todas estas medidas contribuyó a la disminución tanto del consumo de unidades de ladrillo como a la generación de desperdicio por metro cuadrado de muro construido.

#### **b) Intervención para el mortero:**

Como ya se indicó, el mortero es otro de los materiales que genera mayor cantidad de desmonte en las obras de edificación, principalmente debido a su desprendimiento en el proceso de colocación de la mezcla durante el asentado de ladrillo o tarrajeo, como a los sobrantes de mezcla que se prepara durante cada jornada diaria. Para disminuir las pérdidas de mortero, se planteó su pronta recuperación de las mantas plásticas de protección de las zonas de trabajo de tarrajeo y su “re-uso” inmediato para el forjado de muro o del cielorraso en el que se estaba trabajando.

La mezcla sobrante del proceso al final del día tuvo el siguiente tratamiento: El mortero si aún estaba fresco, fue recogido para su uso inmediato en el forjado de muros con puntos de mayor espesor previsible; la mezcla ya endurecida fue recogida y almacenada en una zona diferente al resto de desmonte, al día siguiente se tamizaba para retirar grumos de tamaño mayor a  $\Phi \frac{1}{2}$ ”, el material que pasaba la malla se almacenaba en bolsas de cemento para su uso posterior como agregado para la fabricación de obras de menores exigencias de resistencia como: cajas de válvulas, sardineles, apoyos de concreto y otros.



### **c) Intervención para el concreto:**

Al haberse determinado que las principales pérdidas se producían durante la elaboración de la mezcla de concreto, durante el vaciado de la cimentación y por la forma de transporte que se realiza hasta los encofrados. En la ejecución de la obra “A” no se intervino; pero, si se variaron y optimizó procesos para reducir desperdicios en esta partida en la obra “B”.

En la obra “B” para reducir la cantidad de desperdicio de concreto se tomó las siguientes acciones: se modificó el sistema de elaboración del concreto que incluyó mejor dosificación por tanda de insumos como cemento y agregados, lo cual permitió menores desperdicios de estos materiales. La segunda medida tomada para controlar el desperdicio del concreto fue el control del aplome en los encofrados de los elementos estructurales para no incrementar el volumen de concreto innecesariamente, así como del mortero para uniformizar espesores; y, por último se dispuso mayor cuidado en el transporte con carretillas del concreto.

### **d) Intervención para el acero:**

En el caso de la partida de acero de refuerzo del concreto, no fue intervenida en ninguna de las dos obras “A” y “B”.

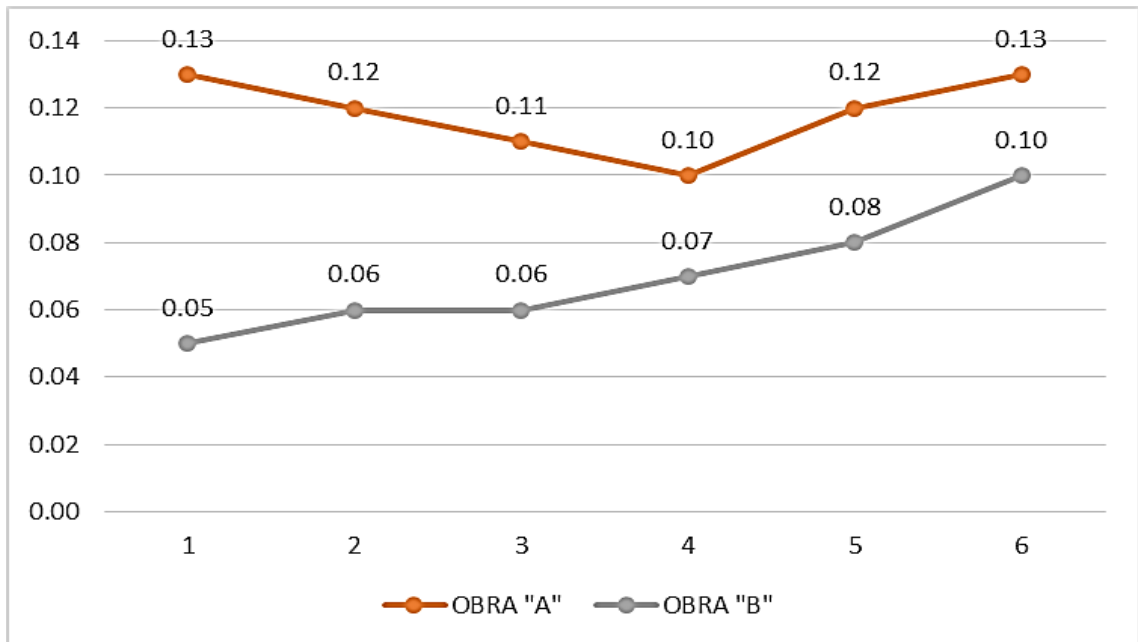
## **4.3. Planes de control y seguimiento**

Con el objetivo de verificar el resultado de las intervenciones que se realizaron en la mejora de los procesos para las actividades que venimos mencionando; y, al mismo tiempo para generar información

que permita gestionar apropiadamente nuevos proyectos, el contratista de la obra "B" formuló un Plan de Control y Seguimiento y dispuso a practicantes de los últimos semestres de Ingeniería Civil de la UCP desarrollar dicho Plan, el que fuera revisado y mejorado en cada reunión semanal.

EL control de los desperdicios de materiales para las obras "A" y "B" se efectuó mediante dos tipos de indicadores: el primero se denominó Índice de Residuos Sólidos de Construcción (IRSC) a través del cual se midió la evolución de la pérdida directa o el desperdicio que es eliminado de la obra como desmonte. Se tomó el volumen promedio de desmonte calculado por la Universidad Politécnica de Hong Kong para una edificación de 0.10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de área techada, como punto de referencia.

**Figura 16. Índice de RSC (m<sup>3</sup> de desmonte eliminado/m<sup>2</sup> de área techada)**



Fuente: Los autores (2021)

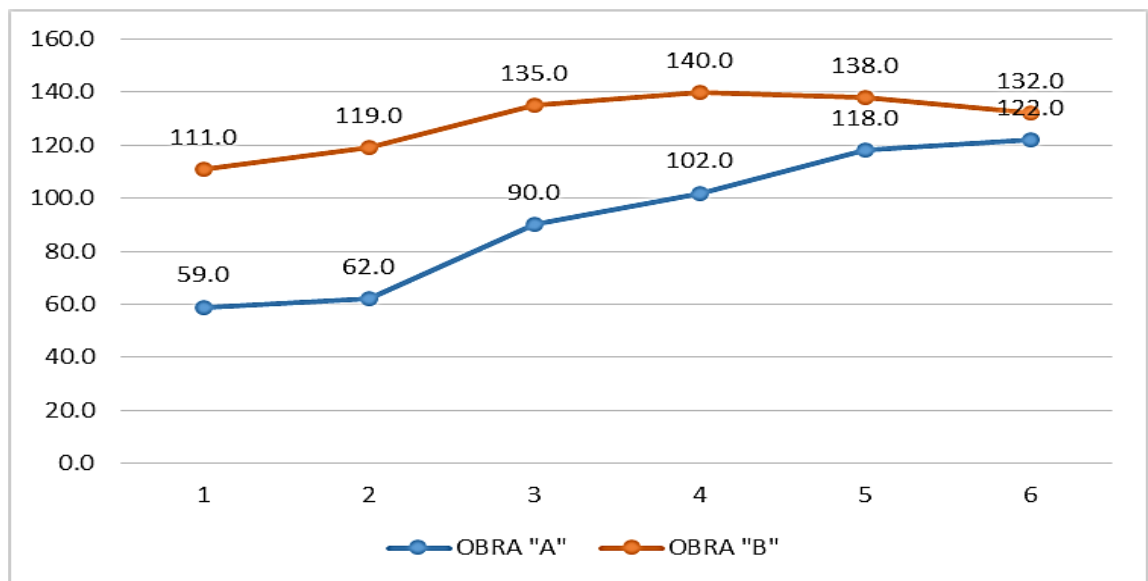
En la gráfica se presenta la evolución mes a mes del indicador en las obras "A" y "B". Como las obras se realizaron en diferentes periodos, para compararlas se eligió como referencia el punto de quiebre del indicador que se dio en el mes cuatro (4) en el cual termina la ejecución de la partida de estructuras, momento que se deja de agregar m<sup>2</sup> al total y se siguen agregando m<sup>3</sup> eliminados correspondientes a los residuos de las partidas de albañilería.

En la curva de la obra "A" se reflejan los resultados de las mejoras que se implementaban en las intervenciones: durante el mes 2 se inició el reciclaje y reutilización del mortero; en el mes 3 se inició el corte de ladrillo con máquina y el forjado de muros con material sobrante del día; finalmente en el mes 4 la consolidación de todas estas acciones reduce el indicador hasta 0.10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; sin embargo, al terminarse el techado de toda la estructura, el tarrajeo de cielo rasos continuó generando desperdicios de albañilería y el indicador tiende a subir hasta alcanzar un valor de 0.13m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> al término del proyecto. En la curva del proyecto "B" se puede apreciar que todas las mejoras desarrolladas en el proyecto "A" surten efecto, las que sumadas al uso de los ladrillos de mayor altura y el control del concreto desde su mezclado hasta su vaciado final, permitió alcanzar valores muchos menores. Lo esperado para esta gráfica en vista de que las medidas de reducción fueron constantes habría sido mantener un nivel de desperdicio estable hasta el mes cuatro (4) en que terminara el techado de la estructura y a partir de esa elevarse hasta su valor final; sin embargo por el incremento de cuadrillas para acelerar el avance se incrementó el metrado de albañilería, generando a la vez mayores desperdicios; y, es en el mes cuatro (4) que el indicador se eleva mucho más hasta alcanzar el valor de 0.10m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Los resultados de las mejoras implementadas primero en el proyecto "A" y su progresiva replicación en el proyecto "B" eran evidentes. Con la finalidad de construir un gráfico que no tuviera la

influencia de los m2 techados y que no generara un punto de quiebre se desarrolló un indicador adicional que relaciona las HH trabajadas de albañilería y estructuras con los M3 de desmorte eliminados.

**Figura 17. Índice de RSC (HH trabajadas /m3 de desmorte eliminado)**



Fuente: Los autores (2021)

Esta nueva curva muestra una tendencia similar a la presentada inicialmente, confirmando algunas de las observaciones realizadas. Para la obra "A" se aprecia la tendencia progresiva a la mejora, pero esta vez en vista que el indicador no depende de los m2 techados se aprecia que el Índice se estabiliza después del mes cuatro (4). Para la obra "B" este indicador sube, luego de mantenerse estable en una primera etapa, esto puede deberse al incremento de personal para la ejecución de la partida de albañilería, sin embargo, la relación entre cantidad de HH trabajadas y el desperdicio generado no es mayor, debido a las buenas practicas establecidas, lo que se evidencia en el resultado final del primer indicador. Posteriormente el indicador se estabiliza y baja cuando la cantidad de personal comienza a reducirse

hasta terminar en un valor de 132 HH trabajadas por cada m<sup>3</sup> de desmonte producido, superior al valor obtenido en el primer proyecto.

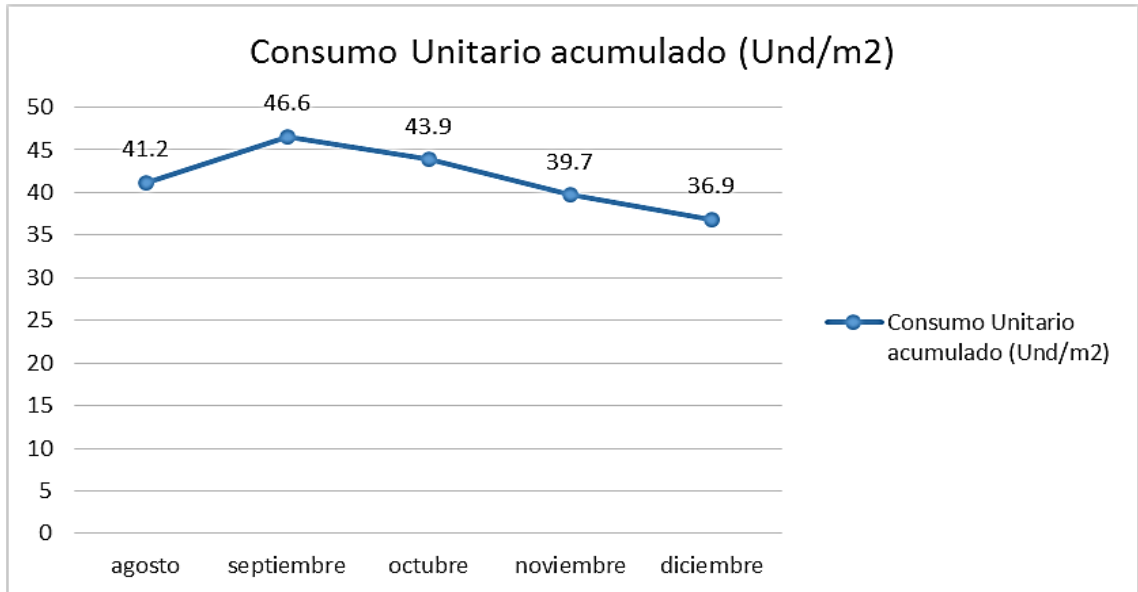
#### **4.4. Indicador de productividad de materiales**

Además, de los ya señalados IRSC, también se estableció el Indicador de Productividad de Materiales (IPM). Este IPM se formuló a partir del registro consolidado de los saldos semanales de materiales llevado a cabo por el Jefe de almacén y los capataces de cada cuadrilla que también tenían el reporte de los consumos semanales; y, asimismo del avance semanal ejecutado que el Ingeniero de Producción entregaba semanalmente, para desarrollar el Indicador de Productividad de Mano de Obra. Para cada partida, los datos de entrada tablas Excel se procesaba en gráficos para describir el comportamiento del consumo de materiales. Del análisis de estos gráficos elaborados por semana se determinó, compatibilidad entre la programación del consumo de materiales mensual y los avances valorizados en cada mes; sin embargo en el análisis del consumo de materiales y avance de trabajos por partidas semanal se encontró para las dos obras biunívoca correspondencia, como se detalla a continuación.

##### **a) Ladrillo:**

Para el proyecto “A” en donde se fueron implementando las medidas de mejora referidas al corte de ladrillo y al ordenamiento de las unidades sobrante, el Índice de Productividad de Material estimado mensualmente se comportó de la siguiente manera:

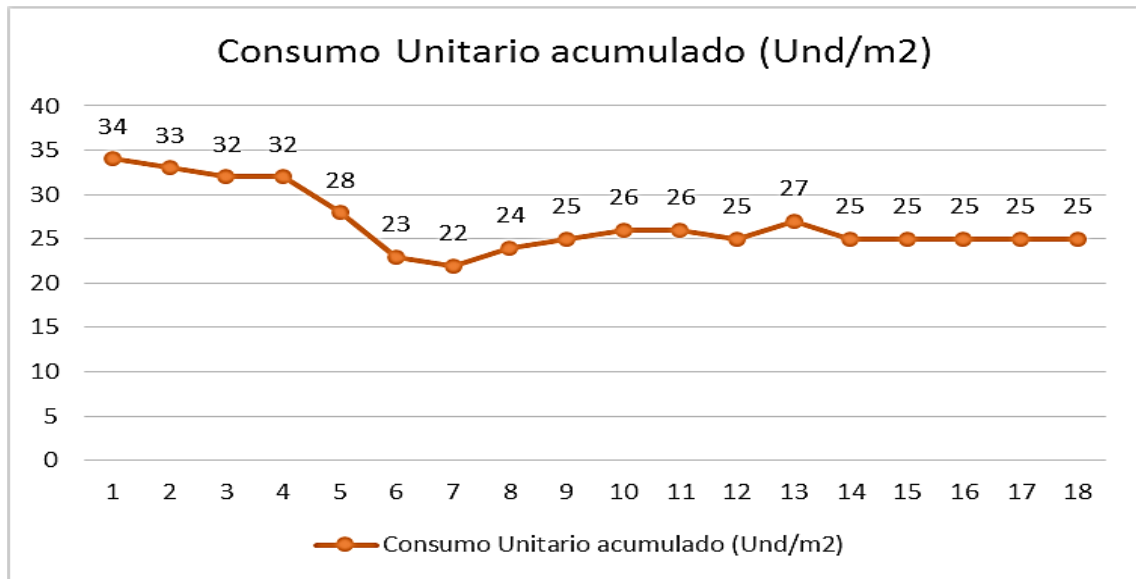
**Figura 18. IPM que refleja el consumo mensual de unidades de ladrillo  
KK**



Fuente: Los autores (2021)

Para el proyecto “B” para cuya ejecución, se mandó fabricar ladrillos King Kong de arcilla de 0.14m de altura, el control así como su evaluación por parte del Comité de Productividad se realizó semanalmente, el Índice de Productividad de Material se comportó de la siguiente manera:

**Figura 19. Evolución del consumo de unidades de ladrillo KK  
(h=0.14m)**



Fuente: Los autores (2021)

En la gráfica se puede apreciar que inicialmente el consumo de unidades de ladrillo por metro cuadrado de muro construido oscilaba entre 32 y 34 unidades, sin embargo, se redujo a alrededor de 25 unidades por m2. Esta optimización se debió a la reducción de despacho de unidades de ladrillo dado a que los trabajadores estaban abasteciendo de cantidades mayores a las necesarias, medida tomada al encontrarse en obra unidades de ladrillos abandonadas. Queda demostrado que mientras mayor cantidad de material salga de almacén con mayor facilidad será desperdiciado, al no corresponder cantidad de material a avance ejecutado.

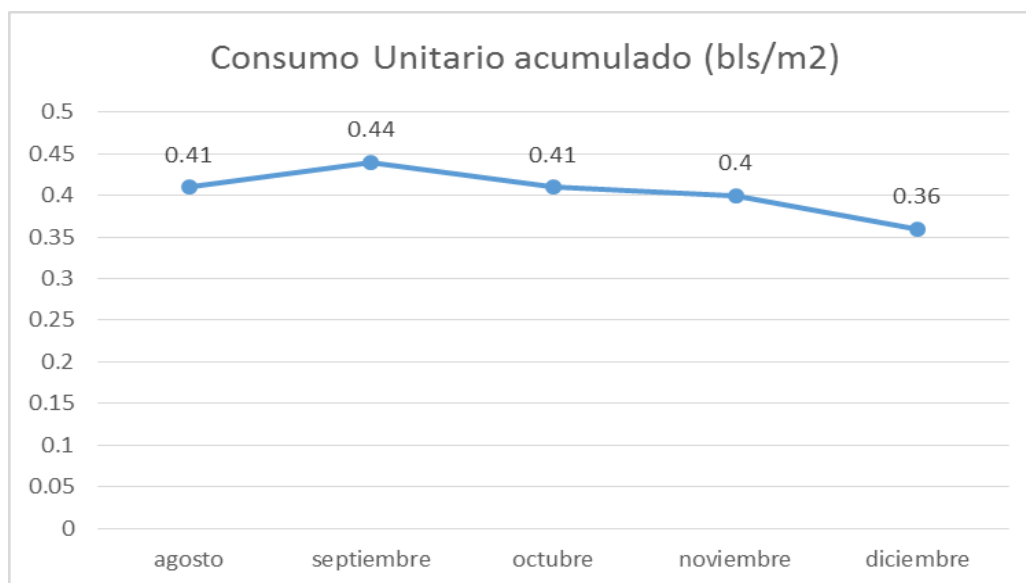
**b) Cemento:**

Este material para ambas obras “A” y “B” se analizó por separado para cada sub partida donde interviene como insumo: Asentado de ladrillo; y, sub partida de tarrajeo.

### Sub Partida de asentado de ladrillo

En el proyecto “A”, para el asentado de ladrillo se obtuvieron los siguientes resultados: El consumo de cemento se redujo de 0.44bls/m<sup>2</sup> que se produjo en el mes de setiembre a 0.36bls/m<sup>2</sup> en el mes de diciembre. La mayoría de operarios al dosificar en medidas de volumen de cuchara de pala, nivel en baldes y carretillas de arena y bolsas de cemento a la dosificación c: a = 1:5 que señalaba el expediente técnico se había transformado a 1:4. Asimismo, para esta obra según los análisis de precios del expediente se estaba reconociendo solamente 0.19 bls/m<sup>2</sup>, es decir se había considerado en el mejor de los casos solamente el 53% de su valor, significando que ya de origen existía un desperdicio equivalente al 47%. También se pudieron apreciar pérdidas directas significativas por lo que se asumió que el desperdicio se generó debido al ingreso del mortero por los alveolos de las unidades de ladrillo durante el asentado. Ver gráfica

**Figura 20. Evolución de consumo de cemento en asentado de ladrillo (bls/m<sup>2</sup>)**



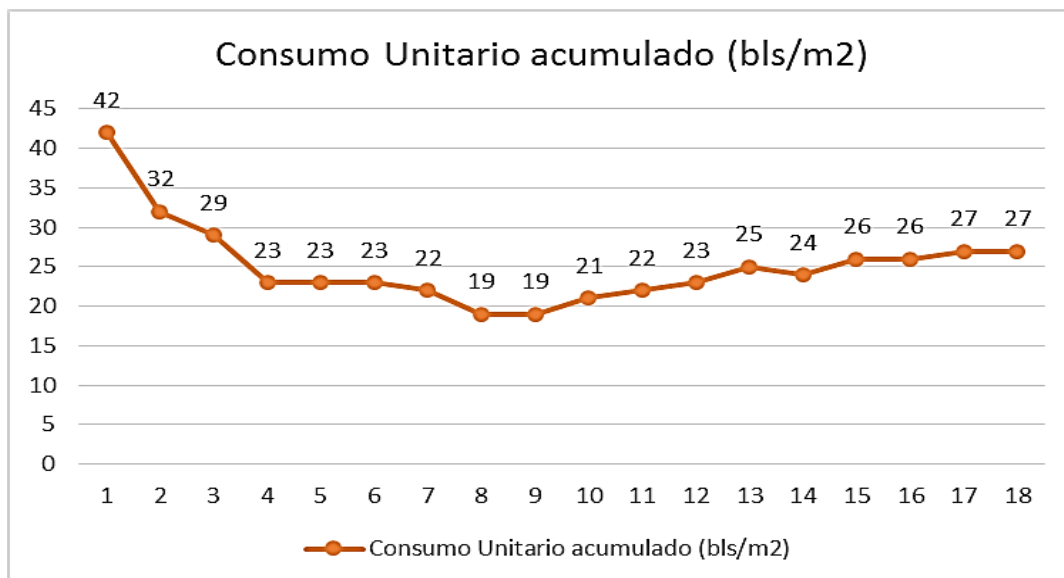
Fuente: Los autores (2021).



El seguimiento del proyecto “B” evidenció los siguientes resultados: El proyecto inició con un valor de consumo muy alto las primeras semanas, similar al de la obra “A”, debido a que se contrataron un buen número de nuevos operarios albañiles que no participaron en la obra “A” que cometieron semejante error al dosificar la mezcla de mortero que en la obra anterior, pese a que la mayoría de los operarios y el jefe de grupo eran los mismos que habían trabajado en el primer proyecto, sin embargo se pudo corregir el defecto con mayor rapidez que en el caso anterior y los valores de consumo de cemento descendieron. El valor meta de consumo definido en el presupuesto fue de 0.19 bls/m<sup>2</sup> ya que estaba proyectado en que esta obra se trabajara con ladrillos de mayor altura los cuales permitían tener una menor cantidad de hiladas y por ende menos capas de mortero en toda la altura de muro se esperaba tener un consumo de material al menos similar o mucho menor.

El consumo medido oscila alrededor de 0.26 bls/m<sup>2</sup>, es decir mucho más de lo que estaba considerado en el presupuesto (27% de desperdicio de arranque). También, como en el caso “A”, se pudieron apreciar pérdidas directas significativas por lo que se asumió que el desperdicio se generó debido al ingreso del mortero por los alveolos de las unidades de ladrillo durante el asentado. Los resultados se muestran en la gráfica siguiente.

**Figura 21. Evolución de consumo de cemento para asentado de ladrillo en obra “B” (bls/m<sup>2</sup>)**

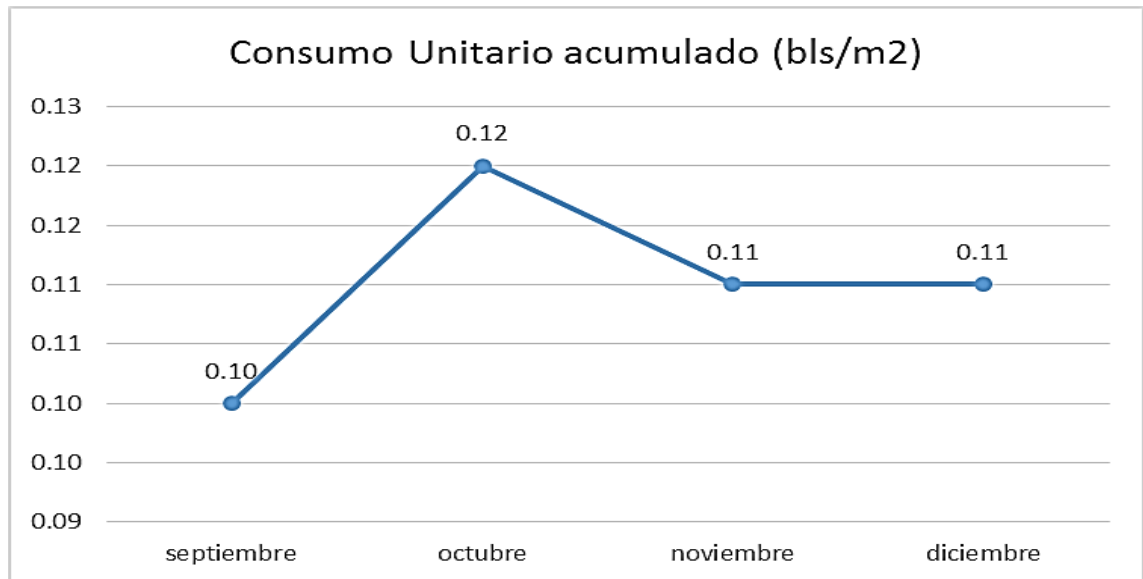


Sub partida Tarrajeo de muros:

La siguiente subpartida en la cual se controló el uso de cemento fue el tarrajeo de muros, obteniéndose interesantes resultados al comparar las gráficas de ambas obras. Para ambas obras el presupuesto del proyecto indicó que el consumo esperado de cemento era de 0.19 Bls/M<sup>2</sup> de área tarrajada, valor coincidente con el ratio por metro cuadrado que se utiliza para el consumo de cemento para asentado de ladrillo, a pesar de ser dos tipos de uso del mortero totalmente diferentes y dos procesos constructivos que no guardan nada en común, de lo cual se coligió que el indicador meta es un ratio que no guarda ningún sustento técnico sino que se ha ido transmitiendo y utilizando en los expedientes técnicos sin el mayor estudio.

La gráfica correspondiente a la obra “A” muestra los siguientes resultados:

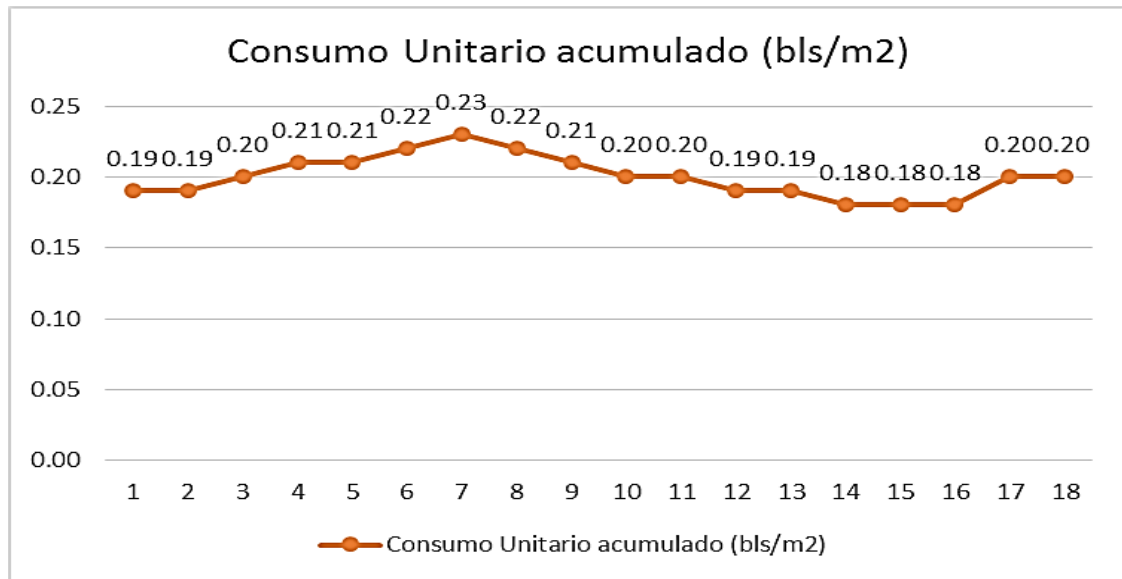
**Figura 22. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de muros en obra “A”**



Fuente: Los autores (2021)

La gráfica correspondiente a la obra “B” muestra los siguientes resultados:

**Figura 23. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de muros en obra “B”**



Fuente: Los autores (2021)

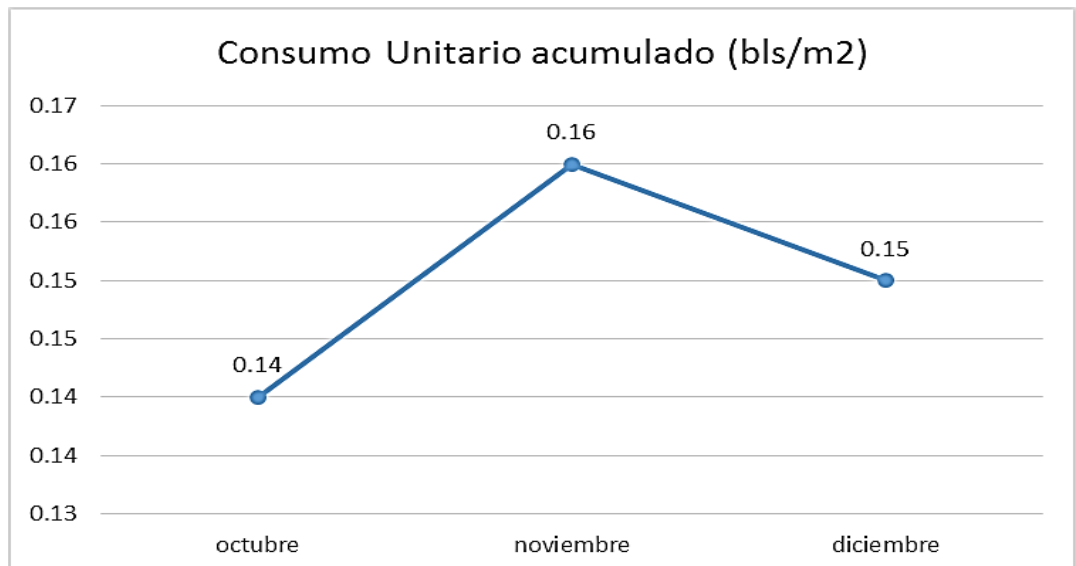
Al analizar los resultados de las obras “A” y “B”, expresadas en las dos gráficas se encontró una diferencia entre los consumos promedios de ambos proyectos (casi el doble) y gran similitud y estabilidad en la forma de las curvas. La diferencia entre las obras está en la pérdida indirecta, la que ocurre básicamente debido al tipo de muro a tarrajar, mientras que en la obra “A” se vaciaron aproximadamente 1,628.52 m<sup>3</sup> de concreto y se construyeron 3,539.77 m<sup>2</sup> de muro de ladrillo en la obra “B” se colocaron tan solo 594.32 m<sup>3</sup> de concreto y se levantaron 8,385.38 m<sup>2</sup> de muro de ladrillo KK. De lo cual se concluye que el consumo de mortero en muros de ladrillo es más irregular que el que se puede lograr con un buen acabado de elementos estructurales de concreto.

Sub partida Tarrajeo de cielo raso:

El consumo de cemento previsto en el Presupuesto para ambos proyectos "A" y "B" fue en promedio de 0.13 Bls/M2 de tarrajeo.

El resultado del seguimiento del consumo de cemento en esta sub partida para la obra "A" fue de 0.15Bls/M2. La gráfica de consumo de cemento correspondiente muestra una variación de consumo con pendiente uniforme en el periodo de ejecución de los trabajos.

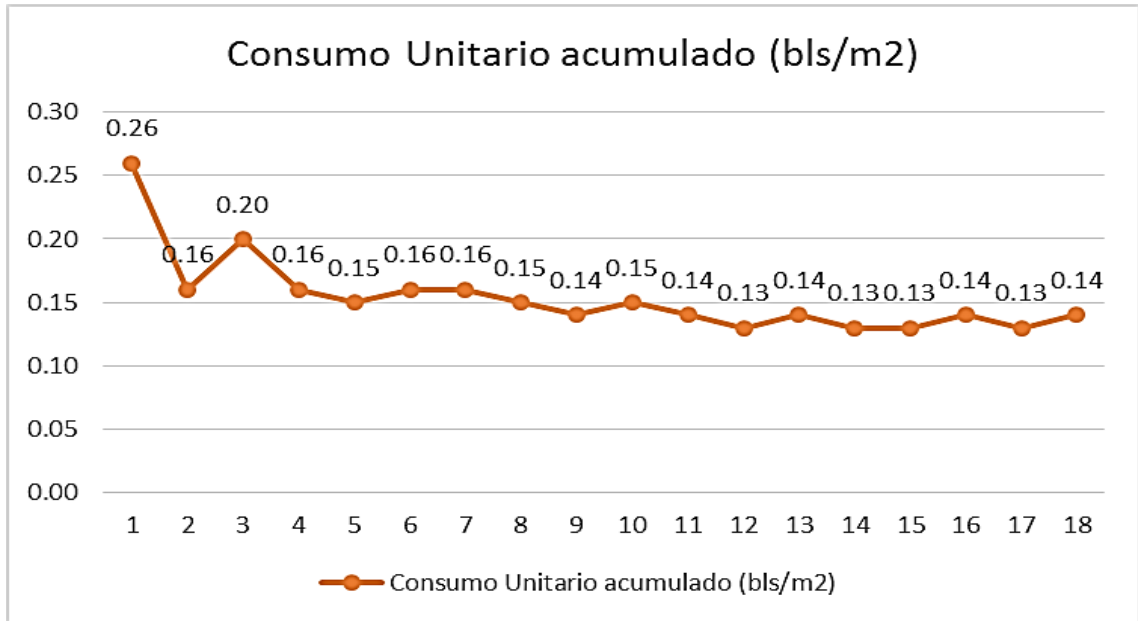
**Figura 24. Evolución de consumo de cemento para tarrajeo de cielo raso en Obra "A"**



Fuente: Los autores (2021)

El resultado del seguimiento del consumo de cemento en esta sub partida para la obra "B" fue de 0.14 Bls/M2. La gráfica de consumo de cemento correspondiente presenta picos, los cuales se deben a la aplicación de cemento puro para espolvoreado de cielo raso como actividad previa al tarrajeo y a la falta de experticia de operarios.

**Figura 25. Evolución del consumo de cemento para tarrajeo de cielo raso Obra “B”**



Fuente: Los autores (2021)

De estos resultados se aproxima como una conclusión: “Para tarrajeo de cielo raso de losas el consumo de cemento es aproximadamente de 0.15BlS /M2”. El consumo promedio final de cemento es muy similar tanto para la obra “A” (0.15 bls/m2) como para la obra “B” (0.14 bls/m2), las ligeras variaciones pueden deberse a irregularidades en la losa, como ductos o superficies imperfectas que son particulares de cada proyecto, pero al fin superficies similares, a diferencia del tarrajeo de muros.

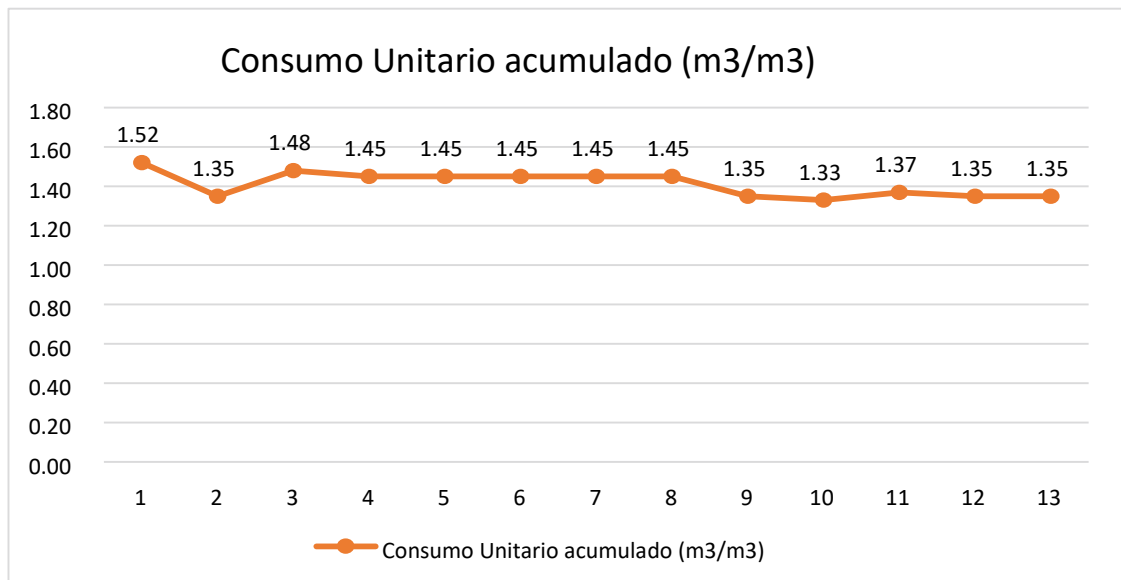
### **c) Concreto:**

El vaciado de concreto se efectuó en forma manual; no se utilizó equipo mecánico específico.

### Sub partida Cimentación

Para esta sub partida, el presupuesto del proyecto había asumido un desperdicio final promedio de 40%, sin embargo se logró reducir a un promedio final de 35%, en razón a la experticia alcanzada por los trabajadores y a la variación del procedimiento, pasando de realizarlo en una sola etapa a realizarlo en dos etapas como se explicó anteriormente.

**Figura 26. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B” (Cimentación).**

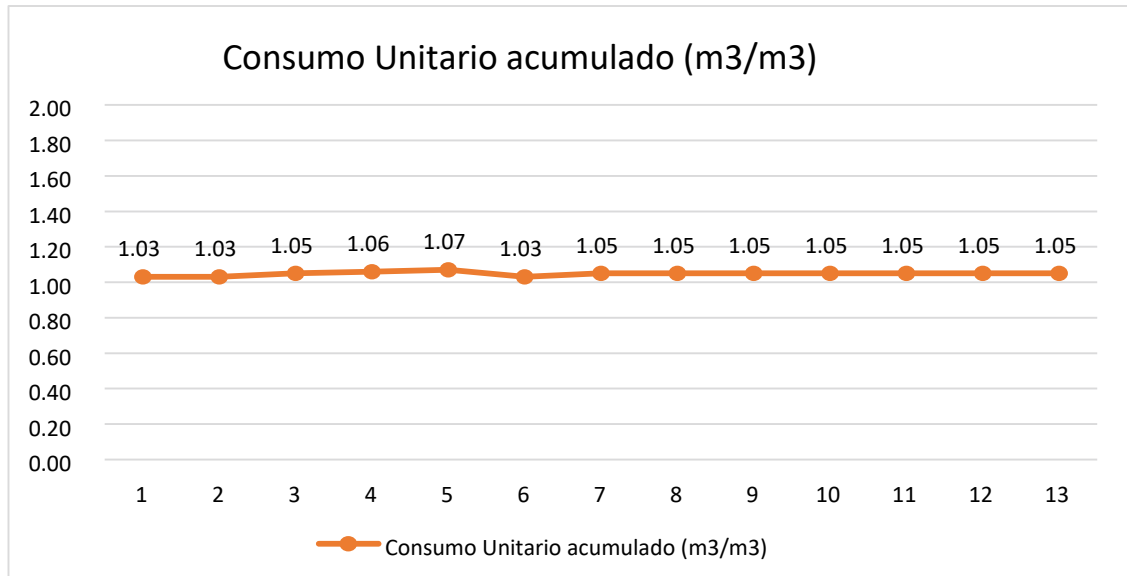


Fuente: Los autores (2021)

Sub partida elementos estructurales verticales (Columnas y placas)

El presupuesto consideró un porcentaje de desperdicios de 5%. Los desperdicios se generaron durante el transporte de la mezcla de concreto de forma manual por no tener un orden en el momento de vaciado. La evaluación del desperdicio arrojó como resultado un porcentaje de desperdicio final promedio de 5%, equivalente al presupuestado en el proyecto.

**Figura 27. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B”  
(columnas y placas).**



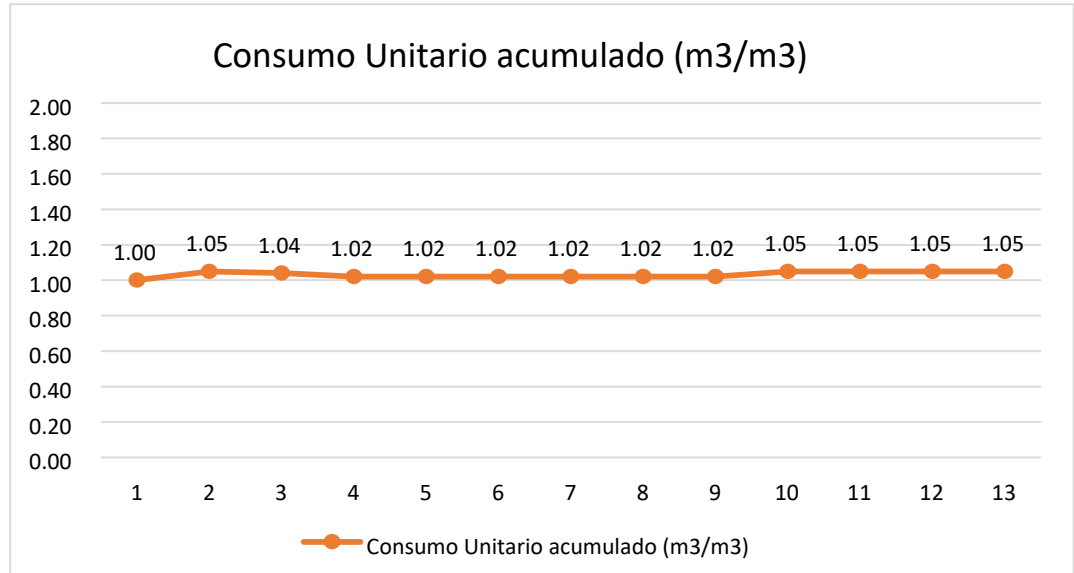
Fuente: Los autores (2021)

#### Sub partida elementos estructurales horizontales (vigas y losas)

Para el vaciado de concreto en vigas y losas se proveyó e instaló un winche, equipo con el cual se redujo aún más el desperdicio. Además, la estanqueidad de los encofrados evitó desperdicios lo que garantizó el empleo de volúmenes exactos evitándose pedidos adicionales de concreto que en las primeras fechas de vaciado bordeaban el 2%. Se obtuvo como resultado la generación de un volumen de desperdicio final promedio de 2.8%. Ver gráfico siguiente.



**Figura 28. Evolución del consumo de concreto mezclado en obra “B”  
(vigas, losas).**



Fuente: Los autores (2021)

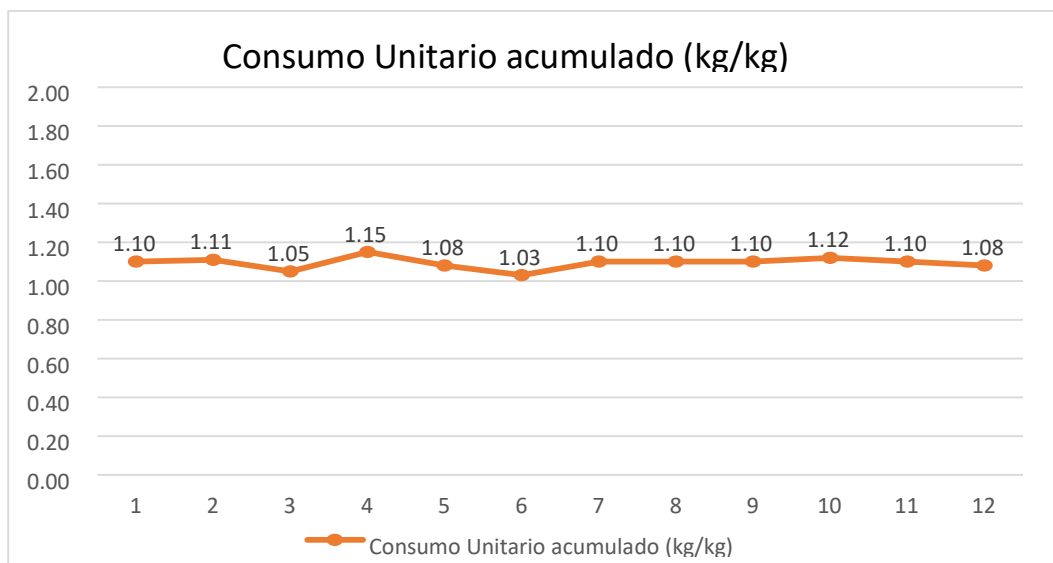
Comparando los resultados obtenidos en las tres sub partidas, es durante el vaciado de la cimentación donde se produjo mayor desperdicio de material; esto debido a que no se excavaron las secciones y profundidad exacta del terreno equivalentes a las dimensiones de la cimentación prevista en los planos; asimismo, debido al deslizamiento del terreno en las excavaciones de cimientos y zapatas se produjeron mayores consumos de concreto generándose desperdicios de hasta 5.2%.

#### **d) Acero de refuerzo estructural**

##### Sub partida Cimentaciones

Para el acero de refuerzo de cimentaciones en el expediente técnico se consideró el corte de barras de acero y su amarre con alambre quemado # 16, y en el presupuesto se consideró un desperdicio de 5%, equivalente a 830 kg de varillas y además se reconoció 817 kg de alambre para el amarrado equivalente aproximadamente al 5% del acero. Al haberse adquirido y usado mallas de acero electrosoldadas en reemplazo de varillas de acero amarradas, no se usó esa cantidad de alambre; sin embargo a pesar de no haberse producido desperdicios por corte, el resultado final obtenido fue de 7% de desperdicios y un ahorro de un 5% en el alambre de amarre. La evolución del consumo de acero de esta sub partida se refleja en la gráfica siguiente.

**Figura 29. Evolución del consumo de Acero en partida de cimentaciones obra “B”**

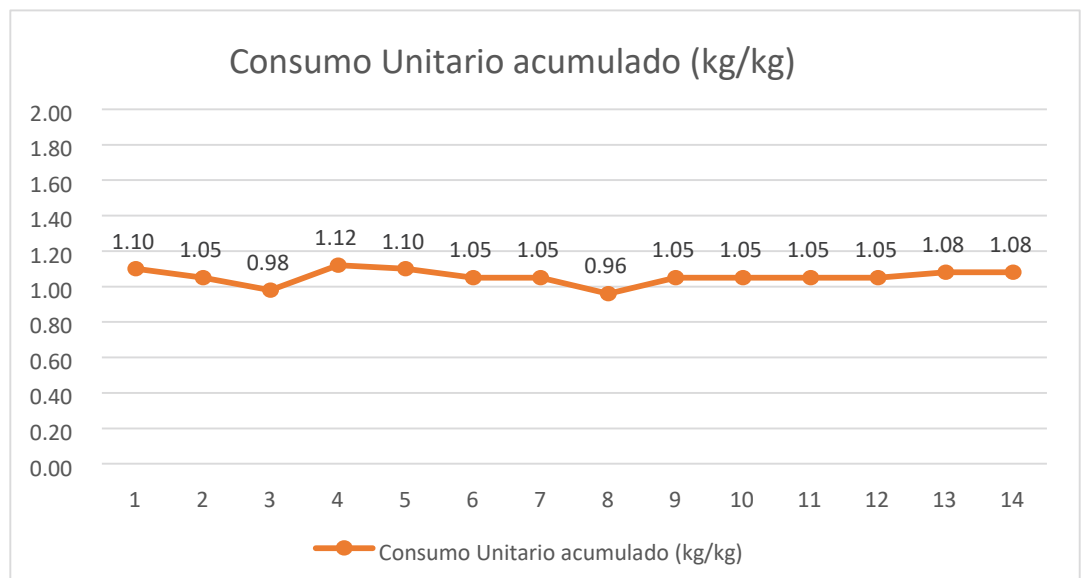


Fuente: Los autores (2021)

Sub partida elementos verticales (columnas y placas)

El armado del acero para columnas y placas se efectuó en la zona del banco de fierro y luego trasladadas hasta su izado e implante final en la cimentación, combinándose así acero dimensionado en fábrica y acero de 9m de longitud, habilitado y amarrado en pie de obra. En un inicio se subcontrató la habilitación del acero, pero se desestimó por demoras en las entregas y deficiencias, no pudiéndose utilizar un promedio de dos (2) toneladas de acero de columnas por no estar de acuerdo a la geometría de las secciones transversales indicadas en los planos. El presupuesto del proyecto previó un porcentaje de desperdicio de 7%. El porcentaje de desperdicios final promedio fue de 4.04%. Véase la evolución de su consumo en la figura

**Figura 30. Evolución del consumo de acero en partidas de elementos verticales obra “B”.**



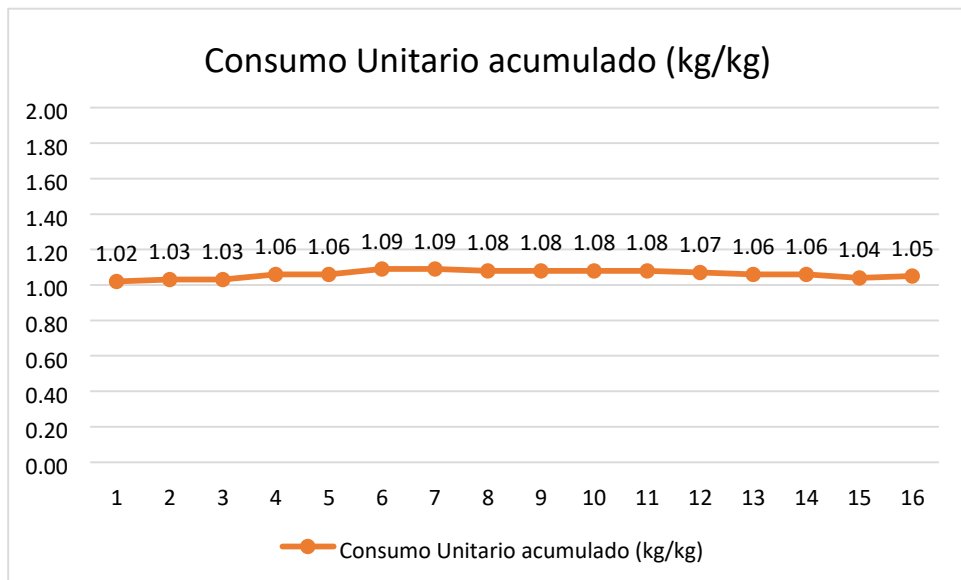
Fuente: Los autores (2021)

Sub partida elementos horizontales (vigas y losas)

Se usó acero pre dimensionado, pero en obra se agregó bastones adicionales que fueron habilitados por corte de varillas de

9m. El presupuesto consideró un porcentaje de desperdicios de 5%. El resultado del seguimiento determinó un promedio de 3.75% de desperdicios.

**Figura 31. Evolución del consumo de acero en elementos horizontales obra “B”.**



Fuente: Los autores (2021)

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Discusión

1. En la obra A y en la obra B de nuestra investigación el índice de residuos de construcción alcanzaron valores de  $0.13 \text{ M}^3$  de desmonte  $/\text{M}^2$  de área techada y  $0.10 \text{ M}^3/\text{M}^2$ , semejantes al valor promedio alcanzado en la investigación efectuada por la Universidad Politécnica de Hong Kong. En la presente investigación solamente se estudiaron dos obras de edificación, resultando, para el proyecto A valores de desperdicio promedio mayores, no obstante las medidas de mejora implementadas durante su ejecución, lo que si bien permitió recuperar mortero y ladrillo, no influyó significativamente en la disminución del volumen de desperdicio, pero en el proyecto B se generó menor cantidad de residuos de materiales que en el proyecto A, resultando un Índice igual al promedio obtenido por la Universidad Politécnica de Hong Kong. Sin embargo, en la Universidad Politécnica de Hong Kong se analizó trece (13) obras de construcción y encontró que los desperdicios oscilaban entre  $0.07\text{M}^3/\text{M}^2$  y  $0.15\text{M}^3/\text{M}^2$ , concluyendo que el valor promedio del Índice de Residuos es de  $0.10\text{M}^3$  de desmonte por cada  $\text{M}^2$  de área techada. Pero, por su parte, Galarza (2011) encontró un índice de desmonte que osciló en los  $0.10 \text{ M}^3/\text{M}^2$  y  $0.15\text{M}^3/\text{M}^2$ .

Los resultados demuestran que una adecuada gestión y un buen control de los residuos de materiales desde el inicio de la construcción, permitió disminuir significativamente la cantidad de residuos a eliminar en  $360\text{M}^3$ , pudiéndose alcanzar valores de hasta  $0.07 \text{ M}^3/\text{M}^2$  como, sin ningún tipo de intervención, se logró en Hong Kong, empleando tecnología más avanzada. Sin embargo, es

posible reducir estos niveles de desperdicio en obras de edificación en Loreto Perú.

2. Tanto en la presente investigación, como en la ejecutada por la Universidad Politécnica de Hong Kong, se tuvieron dificultades para cuantificar las mejoras en la productividad, sin embargo en ambas investigaciones, se demostró que reducir los desperdicios de materiales mejora la productividad de la mano de obra. En nuestro caso, en cuanto a la partida de ladrillo, habría que determinarse cuánto del rendimiento final de la cuadrilla correspondió a la reducción de desperdicios, así para el proyecto "A" se presentó una disminución de trabajo no productivo de 25% a 15%, siendo significativo el impacto de la modificación del trabajo productivo en el índice de productividad para esta partida y para la obra B el trabajo no productivo bajó de 23% a 12%.
3. En el caso de los proyectos de edificaciones públicas peruanos, se prevé la existencia de proporcionalidad entre los materiales de mayor valor económico y los mayores porcentajes de desperdicios, correspondiendo al concreto y acero el mayor valor económico. Para la obra A sólo en los elementos verticales el porcentaje de desperdicios alcanzó un promedio de un 3.60 % de material equivalente a 180 M3, y en los elementos horizontales se alcanzó un desperdicio de 1.60%, sin embargo, para la obra B el porcentaje de desperdicios en los elementos verticales fue 3.2% y en los horizontales de 1.40%; y, en cuanto al acero de refuerzo para la obra A se alcanzó un porcentaje de desperdicios de 0.25% y para la B de 0.10%, resultando, en ambos casos que el desperdicio previsto en el expediente técnico de 5% era muy superior al realmente perdido; y, en semejante sentido Chávez (2016) determinó un porcentaje de desperdicios de concreto de 1.28%.

4. En la presente investigación como en la efectuada por la Universidad Politécnica de Hong Kong, ha quedado demostrado que en cualquier proceso, el consumo de materiales excediendo a lo necesario y suficiente, evidencia estar destinando esfuerzos innecesarios en su adquisición, preparación, transporte, colocación, limpieza, acumulación y eliminación, sin agregarle ningún valor adicional al producto final. Para analizar la productividad de la mano de obra de una cuadrilla, es importante considerar la pérdida directa y la indirecta: en la actividad de tarrajeo de muros, un operario que está colocando espesor mayor al especificado está realizando un trabajo improductivo, no agrega valor al producto final pese a que en apariencia el obrero pueda estar trabajando eficientemente. Un albañil que está generando residuos de ladrillo al cortar las unidades realiza trabajo contributivo y a la vez incrementa la tarea de limpieza de los ayudantes. El presente estudio mostró que al eliminar la generación de residuos en las actividades de asentado de ladrillo y tarrajeo, el operario convierte el trabajo contributivo en productivo y el ayudante reduce el tiempo utilizado en trabajos no contributivos al realizar mayor cantidad de tareas que contribuyen con la construcción del producto final.

5. Tanto en la presente investigación, cuanto en la efectuada por la Universidad Politécnica de Hong Kong, ha quedado demostrado la existencia de diversos beneficios económicos que derivan de la disminución de los desperdicios de materiales, entre éstos, la reducción en costo de limpieza y disposición final de desechos así como el ahorro en materiales y mano de obra gastados inútilmente. Así, como en el proyecto B se dejó de generar alrededor de 360 m<sup>3</sup> de desmonte, el ahorro por dejar de eliminar este volumen de basura fue alrededor de S/ 7000.00 considerando un costo por disposición final de residuos de construcción de 20 Soles /M<sup>3</sup>. En

cuanto al ahorro de HH de limpieza en obra, si la obra generaba en promedio 30 M3 de desmonte semanal, entonces se han dejado de gastar el equivalente a 12 semanas de trabajo en limpieza y si a su vez cada semana se gastaba en promedio 210 HH de limpieza esto significa que se han dejado de consumir 2,520 HH o el equivalente a S/ 36,288.00 si consideramos un consto de HH de 14.40 soles/HH.

## **5.2. Conclusiones**

El nivel de desperdicios de materiales de construcción en las dos obras estudiadas no superan los máximos permisibles y tampoco supera los porcentajes previstos en los expedientes técnicos de obras de edificación, pero si generan pérdidas en las empresas constructoras; y, además contribuyen al deterioro ambiental.

- Es posible reducir los niveles de desperdicio en obras de edificación hasta alcanzar un índice de Residuos de Construcción promedio de hasta 0.10M3 de desmonte por cada M2 de área techada, pudiéndose alcanzar valores de hasta 0.07 M3/M2.
- Reducir los desperdicios de materiales en la partida de muros de ladrillo, mejora la productividad de la mano de obra; sin embargo, es difícil de cuantificar ya que habría que determinar cuánto del rendimiento final de la cuadrilla corresponde a la reducción de desperdicios en dicha partida. En esta partida para el proyecto "A" se presentó una disminución de trabajo no productivo de 25% a 15%, siendo significativo el impacto de la modificación del trabajo productivo en el índice de productividad para esta partida y para la obra B el trabajo no productivo bajó de 23% a 12%.



- Los materiales de mayor valor económico corresponden al concreto y acero. Para la obra A sólo en los elementos verticales el porcentaje de desperdicios alcanzó un promedio de un 3.60 % de material equivalente a 180 M3, y en los elementos horizontales se alcanzó un desperdicio de 1.60%. Para la obra B el porcentaje de desperdicios en los elementos verticales fue 3.2% y en los horizontales de 1.40%.
- En cuanto al acero de refuerzo para la obra A se alcanzó un porcentaje de desperdicios de 0.25% y para la B de 0.10%; en ambos casos el desperdicio previsto en el expediente técnico de 5% es muy superior al realmente perdido.
- Reducción de los desperdicios significa beneficios económicos para la empresa. Existen diferentes beneficios económicos que derivan de la disminución de los desperdicios de materiales, entre éstos, la reducción en costo de limpieza y disposición final de desechos así como el ahorro en materiales y mano de obra gastados inútilmente. Una buena gestión que incluya métodos de identificación, control y medición de desperdicios de materiales de construcción, reduce la generación de residuos sólidos, así mismo reduce tanto las pérdidas económicas de las empresas, como el impacto ambiental.

### **5.3. Recomendaciones**

- Se recomienda continuar con la investigación de desperdicios en edificaciones en todo el país, para obtener valores de

indicadores que permita inclusive ajustar los análisis de precios de las partidas según la región, tomando la experiencia de Brasil.

- Comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con los que se pueden obtener en otros tipos de proyectos de edificación tales como viviendas económicas, centros comerciales, hospitales, etc., para ir estableciendo para nuestro país un espectro de indicadores que pueda utilizarse durante la construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. SCHENINI, Pedro Carlos; ZUCCARELLI B., Antonio Marius “Gestão de Resíduos da Construção Civil” en COBRAC 2004.
2. COSTA, Adriano L; FORMOSO, Carlos T. “Perdas Na Construção Civil – Uma Proposta Conceitual e Ferramentas Para Prevenção” en ENTAC 1998.
3. FORMOSO, Carlos T; DE CESARE, Claudia M. “As Perdas Na Construção Civil: Conceitos, Classificações e Seu Papel Na Melhoria Do Setor” 1998.
5. FORMOSO, Carlos T; JOBIM, Margaret S.S et AL “Perdas De Materiais Na construção De edificações: Estudo Em Canteiros De Obras No Estado Do Rio Grande Do Sul”, Sao Paulo 1998.
6. FORMOSO, Carlos T; ISATTO, Eduardo; HIROTA, Ercilia “Method For waste Control In the Building Industry” en IGLC 2007.
7. FORMOSO, Carlos T; ISATTO, Eduardo “A Nova Filosofia Da Produção E A Redução Da Perdas Na Construção Civil” en ENTAC 1998.
8. PALIARI, Jose Carlos “Metodologia Para A Coleta E Analise De Informações Sobre Consumos E Perdas De Materiais E Componentes Nos Canteiros De Obras De Edifícios” Sao Paulo, 1999.

9. PALIARI, Jose Carlos; LEMES DE SOUZA, Ubiraci  
“Sistema  
Gesconmat:A Redução Das Perdas De Blocos” en ENTAC  
2006.
10. PIRES, Rosa; DE MELO, Peixoto; ET AL “Proposta De  
Uma Classificação De Perdas Para A Construção Civil” Sao  
Paulo, 1998.
11. PIRES, Rosa “Perdas Na Construção Civil: Diretrizes E  
Ferramentas Para Controle” Porto Alegre, 2001.
12. SOIBELMAN, Lucio “As Perdas De Materiais Na  
Construção De Edificações: Sua Incidencia E Seu Controle”  
Porto Alegre, 1993.
13. FORMOSO, Carlos T; SOIBELMAN, Lucio ET AL  
“Material Waste In Building Industry: Main Causes And  
Prevention” en Journal Of Construction Engineering And  
Management, Julio/Agosto 2002.
14. GHIO, Virgilio “Productividad en obras de  
construcción:  
Diagnostico, critica y propuesta” Lima, 2001.
15. VALDIVIA, Sonia “Instrumentos De Gestión Ambiental  
Para El  
Sector Construcción” Lima, 2009

16. CHÁVEZ CABRERA, CLAUDIA ESTEFANY (UPN, 2016)  
Tesis para optar por el título de ingeniero civil denominado  
“Evaluación del porcentaje de desperdicios de materiales  
de construcción civil medición y método de control”.
17. GALARZA MEZA, MARCOS (PUCP, 2011). Desperdicios  
de materiales en obras de construcción civil: Métodos de  
medición y control. Tesis para optar el título de Ingeniero  
Civil.
18. CASAS, LUIS HUMBERTO y JAVIER BARONA. El  
funcionamiento de las edificaciones administrativas y  
mantenimiento. Universidad del Valle. Colección: Artes y  
Humanidades – Arquitectura. Primera Edición. 204  
páginas. ISBN: 978-958-765-960-3. ISBN-PDF: 978-958-  
765-961-0. DOI: 10.25100/peu.353. Cali, Colombia, junio  
de 2019.
19. Braga, Giorgio. 1980. Forma y equilibrio sociales.  
[Extracto del libro Tratado de Sociología General, de  
Vilfredo Federico Pareto] (Jesús López Pacheco, Traductor  
del italiano). Madrid, España: Alianza editorial.
20. Wald, Alejandro (s.f.). La Ley de Pareto. Cómo la regla del  
80/20 puede ayudarlo a ser más efectivo. Recuperado de  
[www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com) el 24 de marzo de 2021.

**Anexo N° 01. Matriz de consistencia:**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>METODOS</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo influye la falta de control de los desperdicios de los materiales en las empresas constructoras y en el medio ambiente?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo influye el mal uso de los</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b> Mejorar los procesos de control de los desperdicios de materiales en la ejecución de obras.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar los procesos constructivos, disminuyendo el desperdicio de los materiales.</li> </ul>	<p>La falta de control sobre los desperdicios de materiales de construcción en las obras de la ciudad de Iquitos, generan pérdidas en las empresas constructoras, muchas veces perjudicando la calidad de estas y</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p><b>V.I. (X):</b> El Control de los Procesos Constructivos.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p><b>V.D. (Y):</b> Los Desperdicios de los materiales.</p> <p><b>Variables intervinientes:</b></p>	<p>La investigación está orientada al mejoramiento del control de los desperdicios, para de esta forma mejorar la calidad de las construcciones y evitar daños ambientales</p>	<p>Desarrollaremos un plan estratégico basado en métodos de tipo: analítico, descriptivo y estadístico.</p> <p>La presente investigación describe y analiza las construcciones, el impacto generado por estas tanto para</p>

<p>materiales de construcción en la ejecución de una obra?</p> <p>• ¿Qué consecuencias medio ambientales genera el mal uso de los materiales de construcción</p>	<p>• Implementar un plan de manejo de desperdicios de materiales de las construcciones, para reducir el Impacto al Medio Ambiente.</p>	<p>generando consecuencias medio ambientales.</p>	<p>Los Materiales de Construcción y el Medio Ambiente</p>		<p>la empresa como en el medio ambiente.</p> <table border="1" data-bbox="1778 472 2009 600"> <tr> <td></td> <td>Objetivos Específicos</td> <td>Conclusiones Parciales</td> <td>Hipótesis General</td> </tr> <tr> <td>Objetivo General</td> <td>OE 1</td> <td>CP1</td> <td rowspan="3">Conclusión Final</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OE 2</td> <td>CP2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>OE 3</td> <td>CP 3</td> </tr> </table>		Objetivos Específicos	Conclusiones Parciales	Hipótesis General	Objetivo General	OE 1	CP1	Conclusión Final		OE 2	CP2		OE 3	CP 3
	Objetivos Específicos	Conclusiones Parciales	Hipótesis General																
Objetivo General	OE 1	CP1	Conclusión Final																
	OE 2	CP2																	
	OE 3	CP 3																	