

**ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS DEL CONCRETO Y SU INCIDENCIA EN EL  
PRESUPUESTO FINAL**

**NICOLAS ANDRES RUIZ MUÑOZ**

**CARLOS EDUARDO ROJAS BONILLA**



**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

**PROGRAMA TECNOLÓGICO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**2018**

Análisis de los desperdicios del concreto y su incidencia en el presupuesto final

Nicolás Andrés Ruiz Muñoz

Carlos Eduardo Rojas Bonilla

Trabajo de grado presentado como requisito de grado para optar por el título de:

Tecnólogo en construcciones arquitectónicas

Directora:  
Andrea del Pilar Lara.

Universidad la gran Colombia  
Facultad de arquitectura  
Programa tecnológico de construcciones arquitectónicas  
Bogotá, Colombia  
2018

Índice

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Índice .....                                                                                         | 3         |
| Resumen. ....                                                                                        | 7         |
| Abstract.....                                                                                        | 8         |
| Objetivo general. ....                                                                               | 9         |
| Objetivos específicos.....                                                                           | 9         |
| Marco teórico. ....                                                                                  | 10        |
| <i>Desperdicios de la construcción. ....</i>                                                         | <i>10</i> |
| <i>Productividad en la obra.....</i>                                                                 | <i>13</i> |
| <i>Clasificación de los desperdicios.....</i>                                                        | <i>15</i> |
| <i>Desperdicios directos.....</i>                                                                    | <i>18</i> |
| <i>Desperdicios indirectos.....</i>                                                                  | <i>19</i> |
| <i>Deficiencias en el proceso constructivo. ....</i>                                                 | <i>22</i> |
| <i>Deficiencias en el proceso constructivo → Costos extras de producción. ....</i>                   | <i>23</i> |
| <i>Causas de los desperdicios (Superproducción, Residuos de proceso, trabajos adicionales) .....</i> | <i>24</i> |
| Estudios anteriores. ....                                                                            | 25        |
| <i>Soibelman.....</i>                                                                                | <i>25</i> |
| <i>Santos.....</i>                                                                                   | <i>26</i> |
| <i>Skoyles.....</i>                                                                                  | <i>27</i> |
| Caso de estudio. ....                                                                                | 28        |
| Formatos para la recolección de datos.....                                                           | 29        |
| <i>Formato #1: Recolección de datos según el presupuesto de obra. ....</i>                           | <i>29</i> |
| <i>Formato # 2: Cronograma de fundición de obra según la semana .....</i>                            | <i>30</i> |
| <i>Formato #3: Índices de pérdidas Reales.....</i>                                                   | <i>31</i> |
| Mediciones de las actividades de cubicación de muros y placas.....                                   | 32        |
| Cronograma de desperdicios durante el mes de abril. ....                                             | 36        |
| Porcentajes de perdidas según los <i>m<sup>3</sup></i> para cada semana. ....                        | 40        |
| Desperdicios reales y su incidencia en el presupuesto. ....                                          | 43        |
| Trabajo de campo, medidas en obra. ....                                                              | 43        |
| Formato, desperdicio de muros.....                                                                   | 45        |

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| Metreado en obra.....                                                | 50        |
| Formato desperdicio de placas.....                                   | 55        |
| <b>Conclusiones.....</b>                                             | <b>65</b> |
| Perdidas por superproducción.....                                    | 65        |
| Perdidas por residuos de proceso.....                                | 66        |
| Perdidas por trabajos adicionales.....                               | 67        |
| <b><i>Reducir perdidas significa beneficios económicos. ....</i></b> | <b>69</b> |
| <b>RECOMENDACIONES PARA FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION .....</b>    | <b>70</b> |
| <b>Bibliografía. ....</b>                                            | <b>71</b> |

### Lista de tablas

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Grupos y subgrupos de insumos ICCV.....              | 12 |
| Tabla 2: Incidencia de recursos en la obra.....               | 14 |
| Tabla 3: Índice de pérdidas de materiales (Galarza 2011)..... | 25 |
| Tabla 4 Perdidas contabilizadas (santos) .....                | 26 |
| Tabla 5 Perdida directa de materiales (Skoyles).....          | 27 |
| Tabla 6: Porcentajes por M3. ....                             | 40 |
| Tabla 7 Dimensiones de los muros .....                        | 44 |
| Tabla 8: Presupuesto proyectado para muros.....               | 47 |
| Tabla 9: Presupuesto inicial para muros .....                 | 47 |
| Tabla 10: Presupuesto metreado en obra. ....                  | 48 |
| Tabla 11: Porcentajes por M3 .....                            | 49 |
| Tabla 12: Metreado de los muros del piso 1 .....              | 51 |
| Tabla 13: Metreado de los muros del piso 2 .....              | 51 |
| Tabla 14:Metreado de los muros del piso 3. ....               | 52 |
| Tabla 15: Metreado de los muros del piso 4. ....              | 52 |
| Tabla 16: Metreado en obra piso 5.....                        | 53 |
| Tabla 17: Consolidado de muros.....                           | 53 |
| Tabla 18 Desperdicios finales. ....                           | 54 |
| Tabla 19:Consolidado final para muros. ....                   | 54 |
| Tabla 20:metreado de campo para placas. ....                  | 57 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Tabla 21: Metreado de campo para placas 2 .....        | 58 |
| Tabla 22: metreado de campo para placas 3 .....        | 59 |
| Tabla 23: metreado de campo para placas 4 .....        | 60 |
| Tabla 24: Presupuesto proyectado placas. ....          | 61 |
| Tabla 25 Presupuesto de obra .....                     | 61 |
| Tabla 26: presupuesto de obra real .....               | 62 |
| Grafica 27: Diferencia de presupuestos. ....           | 62 |
| Tabla 28: Consolidado de placas.....                   | 63 |
| Tabla 29: Consolidado final de placas .....            | 63 |
| Tabla 30: Comparación de porcentajes .....             | 64 |
| Tabla 31: Tabla de conclusiones placas .....           | 64 |
| Tabla 32 Promedio de pérdidas para muros y placas..... | 68 |

### **Lista de formatos.**

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Formato 1: Recolección de datos según el presupuesto de obra. .... | 29 |
| Formato 2:Cronograma de fundición de obra según la semana.....     | 30 |
| Formato 3: Causas de desperdicio en obra.....                      | 31 |
| Formato 4 Recolección de datos según el presupuesto de obra. ....  | 32 |
| Formato 5: Cronograma de pérdidas mes de abril semana 1, .....     | 37 |
| Formato 6: Causas de pérdidas para muros.....                      | 45 |
| Formato 7 causas de desperdicio para placas.....                   | 55 |

### **Lista de ilustraciones**

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Tipos de desperdicios..... | 17 |
| Ilustración 2:Equipo de bombeo .....      | 35 |
| Ilustración 3 Fundición semana 1. ....    | 36 |
| Ilustración 4: Fundición semana 2. ....   | 36 |
| Ilustración 5 Fundición semana 3. ....    | 36 |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 6: Fundición semana 4 .....                            | 37 |
| Ilustración 7: Muros de la planta 1.....                           | 44 |
| Ilustración 8:Metreado muros en concreto.....                      | 50 |
| Ilustración 9 espesores menores perdidas por superproducción ..... | 56 |
| Ilustración 10 perdidas por super produccion en placas .....       | 56 |
| Ilustración 11: Sobredimensionamiento muro .....                   | 65 |
| Ilustración 12 Residuos de tubería. ....                           | 66 |
| Ilustración 13: Tubería de bombeo. ....                            | 66 |
| Ilustración 14: Desplome de muro .....                             | 67 |

### Lista de gráficas

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Grafica 1:Porcentajes por bombeo.....                  | 33 |
| Grafica 2: diferencia de m3 por semana. ....           | 39 |
| Grafica 3Porcentajes de desperdicio semana 1 .....     | 41 |
| Grafica 4Porcentajes de desperdicio semana 2 .....     | 41 |
| Grafica 5Porcentajes de desperdicio semana 3 .....     | 41 |
| Grafica 6: Porcentajes de desperdicio semana 4 .....   | 41 |
| Grafica 7 comparativo de precios. ....                 | 42 |
| Grafica 8: Diferencia de presupuestos para muros ..... | 48 |
| Grafica 9 comparación del presupuesto .....            | 54 |

### **Resumen.**

En la presente monografía se realizará un análisis al proyecto reserva del lago, más exactamente a la torre 4, la cual se encuentra ubicada en el departamento de Cundinamarca entre Cajicá- vía Zipaquirá kilómetro 4, para ello será necesario el uso de 3 formatos fundamentales para este análisis, los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

El formato número uno tiene como objetivo la recolección de datos teóricos como lo son porcentajes, cubicaje de los elementos estructurales a estudiar, los cuales serán suministrados por el arquitecto residente.

El segundo formato se tomarán datos generales cada semana durante todo el mes de abril, sobre los elementos estructurales seleccionados en el primer formato, con esto se obtendrán porcentajes teóricos, reales, precios proyectados y gastos reales los cuales serán comparados y explicados por medio de gráficos.

En el tercer y último formato se obtendrán datos de campo como la medición de los elementos seleccionados, reconocer y calcular los porcentajes de residuos de proceso con concreto proyectado por medio de bomba estacionaria y por ultimo calcular el porcentaje de desperdicio final con el consolidado de todos estos formatos.

Se analizarán desperdicios directos e indirectos, entendiendo las causas de estos mismos por medio de porcentajes lograr determinar el desperdicio real y que incidencia tiene en el presupuesto final.

**Abstract.**

In this monograph an analysis will be made to the lake reserve project more exactly to tower four, which is located in the department of Cundinamarca between Cajicá - Zipaquira Road, kilometer four , for this it will be necessary to use three important formats for this analysis which will be classified like this:

The objective of the first format is to collect general information such as percentages, cubing of the structural elements to be studied, which will be provided by the resident architect.

The second format will take general Information every week during the month of April, on the structural elements selected, in the first format we will obtain information like: real percentages, projected prices and real expenses which will be compared and explained by the graphs, that we made.

In the third and last format, field data will be obtained such as the measurement of the selected elements, recognizing and calculating the percentages of process waste with projected concrete by means of a stationary pump and finally calculating the percentage of final waste with the consolidation of all these formats.

Direct and indirect waste will be analyzed, understanding the causes of these, and by percentages they will be able to determine the real waste and what impact it has on the final budget.



### **Objetivo general.**

A partir del análisis de porcentajes de desperdicio del concreto en sus principales procesos de fundición en una construcción en concreto, determinar que tanto influyen los porcentajes en el presupuesto final.

### **Objetivos específicos.**

1. Analizar las mediciones de cada actividad para determinar el porcentaje de desperdicio en general de estas mismas.
2. Determinar cuáles son los desperdicios de concreto que se genera entre una semana y otra, verificando los indicadores de consumo a partir de las mediciones y el conteo para la cubicación del concreto.
3. Determinar cuál es el porcentaje real de pérdidas para cada actividad, haciendo una comparación de los porcentajes y cubicajes especificados en obra y de los datos tomados del trabajo de campo, a partir de esto encontrar su incidencia en el presupuesto final de cada planta.

### **Marco teórico.**

#### **Desperdicios de la construcción.**

Como desperdicios en la construcción se puede entender como toda actividad en la que son usados más recursos de los previstos, así lo afirma Soibelman (2000):

. Desperdicio no solo el material, sino el equipo, trabajo, mano de obra, capital, y todo lo que se usa más de lo que es necesario en el proceso de producción. Si se usa de más y no está generando un valor agregado o un valor al producto final, esto es un desperdicio. (P.4)

Por lo cual se puede definir el concepto de *desperdicios* desde el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) (2012) el cual lo expone como:

todo aquello que no agrega valor a un producto o un servicio para los clientes. Desperdicio, pérdida o despilfarro, en este contexto, es toda mal utilización de los recursos y/o posibilidades de las empresas.” (P.8)

Es decir, los desperdicios se presentan como una pérdida, ya sea en términos económicos o materiales, en las construcciones que se presenta debido a un mal manejo de los procesos constructivos en general. Sin embargo, se debe tener en cuenta la problemática bilateral que existe en las construcciones modernas, es decir, por un lado, es la ineficacia del trabajador el cual desperdicia materiales en su colaboración al proceso constructivo, además, por otro lado, se presenta el desperdicio de materiales en sí que se genera en el manejo inadecuado que se le da al concreto (Desperdicios directos) en construcciones en concreto trasladando el mismo a lo largo de toda la construcción. En otras palabras, se presenta una problemática individual del trabajador en sí y por otro lado una problemática de la construcción como tal.

Cabe resaltar que otro de los autores más importantes en tratar el tema desperdicios de materiales se centra en Skoyles que plantea hacer una división de los desperdicios que pueden ser en pérdidas directas Y pérdidas indirectas de esta manera se logra hacer un mejor control de estos mismos, pero esto puede ser relativo. Skoyles (1999) citado en Galarza (2011):

Plantean una clara e importante división entre dos tipos de desperdicio de materiales. En primer lugar, se presenta la pérdida directa, este desperdicio es el más evidente y el más sencillo de diagnosticar... El otro tipo de desperdicio presentado por estos autores es el indirecto, el cual se refiere a todo material que es colocado dentro de la obra sin que esté considerado en los planos o especificaciones técnicas del proyecto.

Cabe resaltar una vez más que este concepto es muy relativo, un desperdicio no evitable en un proyecto puede ser a su vez evitable en otra obra si es que las circunstancias (tecnología, costo de los materiales, etc.) se modifican. (P, 17)

Retomando al autor Soibelman en un texto diferente denominado “Material de desperdicio en la industria de la construcción: incidencia y control”, hace mención al costo total de una obra la cual se presenta como el 70% del mismo, es decir, cuando se logre un control eficaz frente a los desperdicios se estaría teniendo el control total de la obra en sí.

(Soibelman 2000):

“En Brasil tenemos que hasta un 70% del costo de la construcción está representado por el costo de los materiales, por lo tanto, sí uno puede controlar el desperdicio, uno puede controlar un gran porcentaje del costo total.” (P.2)

En cuanto a Colombia se manejan porcentajes diferentes, pero estos no varían tanto y se siguen presentando porcentajes importantes en cuanto a los costos de los materiales en la construcción, así lo afirma el (ICCV 2011).

“Por grupos de insumos, el que más crece al interior del ICCV es el de materiales de construcción. Este grupo presentó un crecimiento anual en el mes de octubre del 7,7%. El ICCV de mano de obra creció en 4,8%...” (P.2)

| GRUPOS                           | SUBGRUPOS                                               | PONDERACIÓN   |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| MATERIALES                       | Materiales Para Cimentación y Estructuras               | 20.95%        |
|                                  | Aparatos Sanitarios                                     | 2.68%         |
|                                  | Materiales Para instalaciones Hidráulicas y Sanitarias  | 3.48%         |
|                                  | Materiales Para instalaciones Eléctricas y de Gas       | 5.09%         |
|                                  | Materiales Para Mampostería                             | 9.1%          |
|                                  | Materiales Para Cubierta                                | 1.97%         |
|                                  | Materiales Para Pisos y Enchapes                        | 6.79%         |
|                                  | Materiales Para Carpintería de Madera                   | 3.63%         |
|                                  | Materiales Para Carpintería Metálica                    | 3.35%         |
|                                  | Materiales Para Cerraduras, Vidrios, Espejos y Herrajes | 1.22%         |
|                                  | Materiales Para Pintura                                 | 2.71%         |
|                                  | Materiales Para Obras Exteriores                        | 0.71%         |
|                                  | Materiales Varios                                       | 0.99%         |
|                                  | Instalaciones Especiales                                | 3.37%         |
| <b>TOTAL MATERIALES</b>          |                                                         | <b>66.05%</b> |
| MANO DE OBRA                     | Maestro                                                 | 1.16%         |
|                                  | Oficial                                                 | 15.45%        |
|                                  | Avudante                                                | 11.89%        |
| <b>TOTAL MANO DE OBRA</b>        |                                                         | <b>28.51%</b> |
| MAQUINARIA Y EQUIPO              | Maquinaria y equipos de construcción                    | 4.39%         |
|                                  | Equipo de transporte                                    | 1.05%         |
| <b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b> |                                                         | <b>5.44%</b>  |

Tabla 1: Grupos y subgrupos de insumos ICCV  
Referencia: Camacol-ICCV

En el anterior cuadro se puede observar que todos los insumos de los materiales representan un 66.05% del total de todos los materiales y en cuanto al total de la mano de obra representa un 28.51 %, por lo que se puede afirmar que la incidencia del costo de los materiales representa un porcentaje importante en un valor importante en la construcción. Así mismo se deben resaltar que los materiales para la cimentación y estructuras representan un valor mayor que el de otros de los materiales, así lo afirma el DANE 2011, P.2 citando en Camacol 2011 P.2:

“De acuerdo con el DANE, los grupos de materiales que tienen mayor incidencia en la estructura de costos de los proyectos son los asociados a la cimentación y las estructuras con el 32% y mampostería con 14%.”

Es de gran importancia tener estos porcentajes presentes ya que a los materiales de cimentación y de estructuras van inmersos las placas y muros, es así como se puede resaltar que

dichos materiales representan un valor importante dentro de la construcción, mucho más que la mampostería, materiales de instalaciones entre otros.

### **Productividad en la obra.**

Es de suma importancia tener en cuenta la productividad en la obra ya que este término va ligado completamente a todos los recursos dentro de una obra que tienen gran incidencia en el presupuesto de esta misma, es decir, cuando existe un desperdicio en un recurso este está acompañado de otros recursos adicionales, la pérdida del material influye en la pérdida de otros recursos tales como humanos. Galarza (2011):

si se está colocando mayor material del necesario en un tarrajeo de muro se debe considerar que además de desperdiciar materiales como el cemento o la arena también se están gastando horas hombre, herramientas y equipos para preparar la mezcla. (P, 11)

Ahora bien, presentados los anteriores términos se establecerá la relación con la problemática en general de la investigación, es decir, se determinará la necesidad que se tiene para definirlos y la justificación, con el fin de enlazarlos para establecer los procesos productivos más eficaces y necesarios en la construcción en cuanto al impacto que tienen los desperdicios del concreto en el presupuesto final de la obra y que acciones se deben tomar para disminuir estos mismos.

En primera instancia se necesitará analizar desde la teoría el porcentaje que se tiene frente a los desperdicios presentados en la obra, sin embargo, se debe aclarar que en la presente investigación se establece que los materiales que son utilizados en una construcción tienen gran incidencia en el presupuesto final de ésta misma, así lo afirma Galarza. M (2011) (P.11):

” ...la principal incidencia en el valor final de las obras está dada por del costo de los materiales (28%), superando incluso a la mano de obra (22%)”. Datos que fueron tomados del seguimiento que se les hicieron a dos obras de la cual se concluye lo anterior.

En el siguiente cuadro se podrá observar cuales son los recursos más importantes, en cuanto a los costos de una obra, en donde podemos evidenciar cuales son los porcentajes de algunos ítems en una obra.

| Estructura del Costo | % Incidencia |
|----------------------|--------------|
| Mano de Obra         | 22%          |
| <b>Materiales</b>    | <b>28%</b>   |
| Equipos              | 22%          |
| Subcontratas         | 16%          |
| Costos Indirectos    | 12%          |
| <b>Total</b>         | <b>100%</b>  |
| GG Oficina Principal | 5%           |
| Utilidad Bruta       | 12%          |
| <b>Venta Total</b>   | <b>117%</b>  |

Tabla 2: Incidencia de recursos en la obra  
Referencia: Tesis Galarza

Galarza (2011)

En él se aprecia que la principal incidencia en el valor final de las obras está dada por del costo de los materiales (28%), superando incluso a la mano de obra (22%). Es decir, los materiales como recurso, son igual y en muchas ocasiones más valiosos que la mano de obra por lo que es necesario mantener un control estricto sobre su uso en obra. (P ,11)

Este cuadro nos puede evidenciar que la incidencia de los materiales en una obra son de gran importancia ya que re presentan un porcentaje importante dentro de esta misma,

representando mayor costo en la obra, dándonos a entender que en si los materiales representan el mayor costo en una obra

Se deberá tener en cuenta que la administración se encuentra ligada a la cantidad de desperdicios que se producen en una obra, esto, demostrado por Lucio Soibelman (2000):

se concluye que el desperdicio de material es causado principalmente por pobres prácticas administrativas y no por el uso de mano de obra no calificada. Esta fue una buena experiencia, sin embargo, después de obtener los números resultantes aún no estaba claro cuál era la causa y cuál el efecto de este desperdicio. (P.10)

Aunque, parafraseando al autor, también se menciona que los desperdicios son en su totalidad una consecuencia de la multiplicidad de factores que se presenta a lo largo de los procesos constructivos más no por una mono-causalidad (una sola causa). De lo anterior se puede concluir que los desperdicios que se generan en una obra, ya sean directos o indirectos, son generados por una mala administración, esto se debe a que no existe un control constante en esta misma.

### **Clasificación de los desperdicios.**

Sin embargo, los desperdicios se pueden presentar en diferentes momentos del proceso constructivo y según sus características estos se pueden clasificar, método que ha sido utilizado por la empresa TOYOTA, basado por las pérdidas ocurridas durante el flujo del proceso constructivo, así lo afirma Pires (1998) citado en Galarza (2011, P. 14):

El método de clasificación más difundido es el utilizado por la empresa TOYOTA, dentro del marco de su sistema de producción, el cual se basa en la eliminación total de las pérdidas ocurridas durante el flujo del proceso productivo. A continuación, se detallan los 7 tipos de desperdicio señalados por esta teoría:

Pérdidas por superproducción: Se refiere a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.

- Pérdidas por transporte: Se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurre al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuirla al máximo.
- 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.
- Pérdidas por movimiento: Se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.
- 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.
- 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.

Los procesos que han sido mencionados anteriormente, son procesos de industrialización en donde podemos hacer énfasis en que estos se logran aproximar a la industria de la construcción por poseer características muy similares, así mismo nos da a entender que algunos de estos procesos los podemos encontrar en la construcción y que de esta misma manera son clasificados en una obra, para así poder determinar en cuál de estos se deben hacer mejoras o son eliminados, pero antes que nada se debe hacer una debida clasificación de estos mismos así como se plantea en el texto anterior.



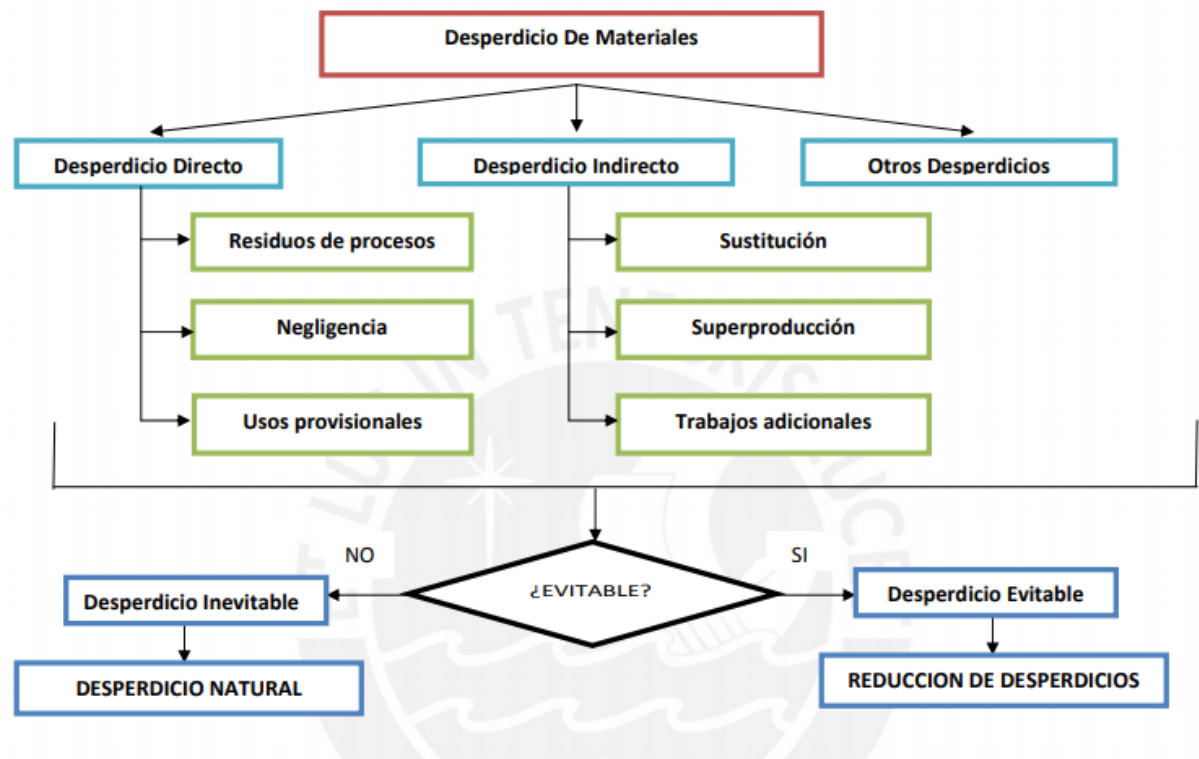


Ilustración 1: Tipos de desperdicios.

La industria de la construcción es una de las industrias que más desperdicios de materiales producen en el proceso constructivo de una edificación, los cuales se pueden clasificar desde desperdicios naturales y desperdicios que pueden ser evitados como lo afirma Soibelman (2000):

existe un desperdicio natural que es inevitable, es un desperdicio para el cual se requiere invertir para no tenerlo y para el cual la inversión que se debe realizar resulta mayor que el ahorro que se obtiene al eliminarlo. Por otro lado, tenemos todo lo que efectivamente se puede evitar... (P.9).

Según lo anterior se deduce que, de alguna manera, cualquiera de estos dos desperdicios producidos en obra causan sobre costos para está misma. Para esto hacemos referencia a desperdicios directos e indirectos,

### **Desperdicios directos.**

Además, presenta a los desperdicios de dos maneras: la primera como se ha venido tratando en términos económicos y de eficacia en la obra y por otro lado genera la problemática frente a la eliminación de los escombros y/o desperdicios generados lo cual no se presenta fácilmente como lo menciona Soibelman (2000). Por otro lado, el autor genera una clasificación de los desperdicios expresando que: Soibelman (2000):

“existe un desperdicio natural que es inevitable, es un desperdicio para el cual se requiere invertir para no tenerlo y para el cual la inversión que se debe realizar resulta mayor que el ahorro que se obtiene al eliminarlo.” (P,9)

También es posible definir este como: (Galarza, 2011):

“el más evidente y el más sencillo de diagnosticar, se refiere básicamente a todo el material que es eliminado de la obra como desmonte, el cual se ocasiona cuando existen procesos improductivos que generan residuos excesivos. Estos residuos son perjudiciales para el proyecto de diversas maneras. Además del costo generado por la compra, almacenamiento, transporte y manipulación de un material que termina siendo eliminado de la obra, se deben considerar los costos adicionales en los que se incurre para la limpieza de la obra y para la disposición final de los desperdicios. (P.20)

Los desperdicios directo se pueden dividir en tres subcategorías: residuos de proceso, Negligencia, usos provisionales. Así lo afirma Galarza (2011)

“El desperdicio directo a su vez puede dividirse en tres sub-categorías. La primera categoría se titula residuos de proceso y se refiere a todo el material sobrante que generan los procesos constructivos ...

En segundo lugar, se tiene a las pérdidas directas por negligencia, este concepto se refiere al material que es desperdiciado debido a malas prácticas en el

manejo del mismo, como cemento que se malogra por almacenarlo en zonas húmedas ...

Finalmente se tiene el material desperdiciado debido a usos provisionales, son todos aquellos materiales que se pierden debido a que no se encuentran cumpliendo las funciones para las que fueron diseñadas” (P,19)

de lo anterior hacemos referencia a lo que son desperdicios directo del cual hablan de 3 sub-categorías responsables del desperdicio y las cuales podemos tomar como desperdicios naturales que son inevitables en la obra y los cuales hacen parte importante para el desarrollo del presente documento

### **Desperdicios indirectos.**

son aquellos que están dentro de la misma obra, pero no se encuentran a simple vista, así lo afirma Skoyles (1999):

otro tipo de desperdicio presentado por estos autores es el indirecto hace referencia a material colocado dentro de la obra que no está considerado en los planos o especificaciones técnicas del proyecto se pueden encontrar espesores excesivos materiales de mayor calidad entre otros es asociado con un defectuoso control de calidad dentro del proyecto en el que es necesario utilizar material adicional para esconder fallas dentro de la obra. (P,9)

Por otro lado, Galarza lo define como:

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.” (Galarza, 2011 P,10)

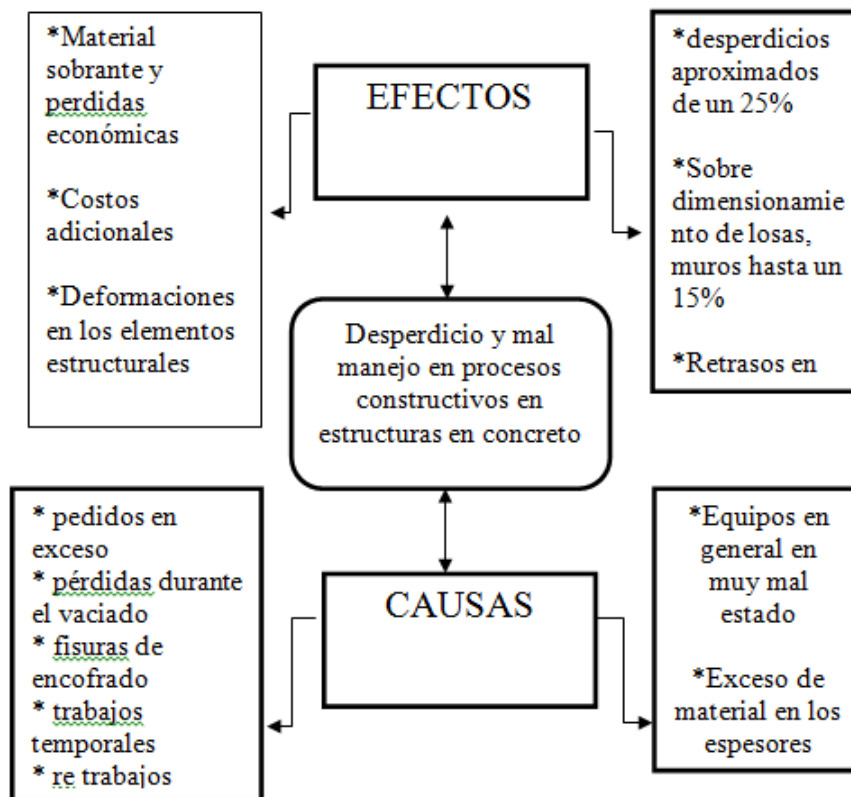
este mismo autor también se refiere a desperdicios indirectos los cuales también se dividen en 3 sub-categorías que según Galarza. M (2011) son los siguientes:

“La primera se denomina desperdicio indirecto por sustitución, ocurre cuando se utiliza un material de mayor calidad en reemplazo de otro, sin sustento técnico.

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

... desperdicios debido a trabajos adicionales. Son consumos de material que se generan debido a actividades que no se consideraron inicialmente en el proyecto pero que sin embargo deben ejecutarse... (P,19)

Basándonos en lo anterior se concluye que son desperdicios que se generan por una falta de control dentro de la misma obra que generan costo adicionales, a diferencia de los desperdicios indirectos estos no están contemplados dentro del presupuesto final así mismo se concluye que son desperdicios que se pueden evitar y que estos mismos no generen sobre costos en el presupuesto de la obra, algunas de las causas más evidentes es el transporte del concreto dentro de la misma, uso de equipos en mal estado entre otros, causas que pueden llegar a causar sobre costos muchos mayores que los que ya han sido previstos dentro de la obra o los escombros dentro de esta misma.



En el siguiente diagrama se puede evidenciar las causas y los efectos más comunes en los procesos constructivos de las estructuras en concreto, donde se observa pérdida de materiales indirectamente y directamente, de las causas se resaltan pedidos en exceso, pérdidas durante el vaciado, fisuras en el encofrado, equipos en mal estado entre otros, que a su vez generan incrementos en el presupuesto de la obra.

### **Deficiencias en el proceso constructivo.**

En cuanto a las deficiencias en el proceso constructivo se puede realizar un ejercicio deductivo frente a la información presentada anteriormente, es decir, se puede evidenciar dos grandes factores que influyen en la generación de desperdicios, sea cual sea su tipo, el transporte y la manipulación del material mismo. Desde la administración se presentan estas fallas de coordinación al emitir no los más eficientes mecanismos a la hora de realizar estos dos factores, lo cual genera una mayor cantidad de desperdicios.

En el concreto pre-mezclado se presentan 4 posibles causas de desperdicio de este material entre las cuales se resaltan las que son de gran importancia para el presente trabajo como lo son: superproducción, residuos de proceso, trabajos adicionales y diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada

Galarza M (2011):

“En primer lugar se menciona a la diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada, esta situación se da por fallas en los sistemas de calidad de los proveedores lo que podría ser imperceptible...”

de lo anterior se deduce que cuando no existe un total control en las actividades que involucran a empresas externas, se presentan este tipo de inconvenientes que no solo prorrogan los tiempos en dicha actividad, también se ve afectado el presupuesto. Otras de las cuatro causas que menciona Galarza M en su tesis son los espesores excesivos de los elementos estructurales del cual se refiere a:

Galarza M (2011) (P.22) “En el estudio mencionado anteriormente Formoso encontró en una de las obras analizadas espesores de losa hasta 15% mayores a las especificadas en los planos del proyecto.”

De ésta manera podemos concluir que a partir de uno déficit de control en las actividades mencionadas anteriormente, se presentan una serie de inconvenientes que afectan a la obra

directamente, cabe recalcar que estos datos son tomados a partir de estudios de casos que se les realizaron a dos obras que estaban en proceso de construcción.

Debido a esto, es necesario comprender que el tema que respecta a los desperdicios es generado desde diferentes puntos de la obra, sin embargo, en el análisis de la presente investigación se tomará en específico el manejo del concreto en muros y losas de entrepiso debido a su magnitud e importancia que tiene en el presupuesto de la obra y de esta misma en general. Esto, en su totalidad, se puede graficar explícitamente de la siguiente forma:

**Deficiencias en el proceso constructivo → Costos extras de producción.**

El término costos de producción se establece como Galarza M (2011) (P.17)

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

Desde éste, se explica también que los costos se generan de forma directa e indirectamente, los costos directos hacen referencia a todo lo relacionado con materiales, maquinaria y equipos que quedan físicamente incorporados en la obra, por otro lado, se presentan los costos indirectos como los salarios, prestaciones sociales, gastos administrativos, legales, imprevistos, entre otros.

Esta dualidad se presenta importante en la investigación debido a que es posible clasificar los costos como directos ya que refieren puntualmente a los materiales que quedan físicamente en la obra, sin embargo, se le agrega el término *extras* al concepto haciendo mención a los desperdicios que no son los costos originarios sino de manera adicional debido al mal manejo de los procesos constructivos, en este caso, la fundición de concreto.

**Causas de los desperdicios (Superproducción, Residuos de proceso, trabajos adicionales)**

| Actividad    | Momento de incidencia | Causas                                                                                                                                                                               | Origen                                                                         |
|--------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Muros-Placas | superproducción       | Se presentan problemas por el empuje que produce el concreto al momento de este ser fundido.                                                                                         | Su origen comienza cuando este factor no es contemplado                        |
| Muros-Placas | Trabajos adicionales  | Se generan menos desperdicios cuando el concreto es bombeado.                                                                                                                        | El concreto que queda en la bomba es utilizado para otras labores.             |
| Muros-Placas | Residuos de proceso   | Es posible que la mixer llegue con una mayor cantidad a la solicitada o viceversa                                                                                                    | El concreto que ha sobrado es utilizado para hacer elementos no estructurales. |
| Muros.       | Residuos de proceso   | Al ser un elemento tan delgado, se presenta perdida del concreto al hacer el vaciado de este mismo, y el concreto que ha sido derramado es utilizado para la nivelación de los muros | No existe un debido control en el vaciado de los muros                         |
| Muros-placas | Trabajos adicionales. | El concreto que sobra des pues de ser fundidos los muros y las placas, este es utilizado para hacer andenes entre otros                                                              | Dicha actividad no ha sido contemplada en el presupuesto inicial de la obra    |

En esta tabla se identificará el origen de las causas más importantes que pueden afectar los elementos estructurales previamente seleccionados los cuales se verán afectados en su proceso constructivo, Como base se tendrán en cuenta tres incidencias de desperdicios directos e indirectos los cuales se clasifican en superproducción, trabajos adicionales, y residuos de proceso. Se debe resaltar que no en todos los elementos estructurales las causas afectan del mismo modo ya que tienen un proceso constructivo distinto al momento de fundir.



### Estudios anteriores.

#### Soibelman.

Galarza (2011) logro sacar la siguiente conclusión del caso de estudio de Soibelman en el cual determino lo siguiente:

Tomando como base de su estudio cinco obras ubicadas en la ciudad de Porto Alegre, la investigación de Soibelman se planteó tres objetivos principales: determinar los índices de pérdidas de los materiales más comunes en las construcciones, analizar las causas de éstas pérdidas y sugerir medidas para poder reducirlas.

Su investigación pretendía, dar como resultado un porcentaje real de desperdicio.

| Insumo                             | Costo teórico (%) | Costo real (%) |        |        |        |        |
|------------------------------------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
|                                    |                   | A              | B      | C      | D      | E      |
| Acero                              | 4.31              | 5.12           | 5.49   | 5.30   | 4.65   | 5.10   |
| Cemento                            | 5.24              | 9.25           | 7.61   | 7.04   | 13.19  | 11.15  |
| Concreto                           | 5.38              | 5.96           | 6.01   | 6.32   | 5.42   | 6.73   |
| Arena                              | 0.94              | 1.19           | 1.22   | 1.13   | 1.97   | 1.34   |
| Mortero                            | 0.69              | 1.40           | 0.69   | 0.97   | 1.24   | 1.20   |
| Ladrillos huecos                   | 2.25              | 3.15           | 3.15   | 3.06   | 2.85   | 4.65   |
| Ladrillos macizos                  | 0.27              | 0.39           | 0.31   | 0.32   | 0.34   | 0.52   |
| Resto de materiales + Mano de obra | 80.92             | 80.92          | 80.92  | 82.92  | 80.92  | 80.92  |
| TOTAL                              | 100               | 107.38         | 105.40 | 105.06 | 110.58 | 111.62 |
| COSTO DE LAS PERDIDAS              | -                 | 7.38           | 5.40   | 5.06   | 10.58  | 11.62  |

Tabla 3: Índice de pérdidas de materiales (Galarza 2011)

**Santos.**

Santos estudió una obra compuesta por tres bloques de edificios residenciales, en ellos, se propuso observar las pérdidas que ocurren durante los procedimientos de asentado de ladrillo y aplicación de tarrajeo, que incluyen los siguientes materiales: cemento, arena, ladrillos macizos y huecos. El autor logró determinar, en forma similar a Soibelman, los porcentajes de desperdicio para estos materiales y además presentó un análisis económico en el cual se estima la cantidad de dinero que representan las pérdidas. Todos éstos resultados se presentan en el siguiente cuadro:

| Material          | Pérdida | Cantidad    | U\$/un | Costo (U\$) |
|-------------------|---------|-------------|--------|-------------|
| Cemento           | 79.6    | 3163 bolsas | 5.67   | 17,934      |
| Arena             | 42.5    | 325 m3      | 10.19  | 3,312       |
| Ladrillos huecos  | 5.4     | 27500 un    | 0.11   | 3,025       |
| Ladrillos macizos | 25.5    | 40468 un    | 0.07   | 2,833       |

Tabla 4 Perdidas contabilizadas (santos)

**Skoyles.**

Su investigación se basó en el estudio de caso de 114 obras de los cuales estudio 21 materiales entre todas las obras. Su metodología está basada en la clasificación de los desperdicios en dos categorías: Perdidas directa y perdidas indirectas, de las cuales obtuvo los siguientes datos:

| Material                        | N° De obras | Rango de resultados | Índice de pérdidas directas (%) |       |
|---------------------------------|-------------|---------------------|---------------------------------|-------|
|                                 |             |                     | Promedio                        | Usual |
| Concreto en 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                              | -     |

Tabla 5 Perdida directa de materiales (Skoyles)

### **Caso de estudio.**

La presente investigación tiene como objeto el análisis a una de las torres de la construcción “reserva del lago” ubicada en Cajica, municipio de Cundinamarca, en la cual se pretende analizar los desperdicios directos e indirectos ya mencionados anteriormente, cabe aclarar que esta investigación solo abarcara tres tipos de desperdicios los cuales son: superproducción, trabajos adicionales y residuos de proceso, con el fin de llegar a las causas que generan dichos desperdicios y demostrar por medio de porcentajes, los desperdicios generados en cada actividad, de esta manera se busca llegar a determinar si dichos porcentajes Logran incrementar los costos en las actividades de muros y placas, por lo que es necesario tener en cuenta las distintas investigaciones que se han hecho sobre el tema y a partir de estas mismas Tomar como referencias los formatos de campo que estos mismos han utilizado para la recolección de datos, en donde es necesario resaltar que todas las conclusiones dieron como resultado porcentajes mayores en diferentes actividades donde se incluyen las actividades de fundición de muros y placas.

### Formatos para la recolección de datos.

Los siguientes formatos deberán contener toda la información que ha sido recolectada en campo, información que nos sirva como apoyo para el desarrollo del presente documento.

#### Formato #1: Recolección de datos según el presupuesto de obra.

| FECHA DE LA TOMA DE MUESTRA | ACTIVIDADES  | CANTIDAD CUBICADA PROYECTADA | DESPERDICIO PROYECTADO % | DESPERDICIO SEGÚN ALTURA Y BOMBA % |
|-----------------------------|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 09-mar                      | MUROS 1 PISO |                              |                          |                                    |
| 16-mar                      | MUROS 2 PISO |                              |                          |                                    |
| 23-mar                      | MUROS 3 PISO |                              |                          |                                    |
| 30-mar                      | MUROS 4 PISO |                              |                          |                                    |
| 06-abr                      | MUROS 5 PISO |                              |                          |                                    |
| 05-mar                      | PLACA N°1    |                              |                          |                                    |
| 12-mar                      | PLACA N°2    |                              |                          |                                    |
| 19-mar                      | PLACA N°3    |                              |                          |                                    |
| 26-mar                      | PLACA N°4    |                              |                          |                                    |
| 02-abr                      | PLACA N°5    |                              |                          |                                    |

Formato 1: Recolección de datos según el presupuesto de obra.

En el presente formato serán consignados datos fundamentales para obtener las actividades que más generen desperdicio, con esto se pretende dar una idea más clara de los principales procesos constructivos que más se ven afectados por factores como residuos de material, que tienen una alta influencia económica en el presupuesto de obra.

**Formato # 2: Cronograma de fundición de obra según la semana**

| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------|---|-----------|-------|---------|-------|---------|----------------------|-------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 1 |   | VR M-P M3 | DES.P | Valor P | DES.R | Valor R | RESTA DE VALORES P-R | Valor M3 concreto | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$        | %     | \$      | %     | \$      | \$                   | \$                | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
|                                                               |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 2 |   | VR M-P M3 | DES.P | Valor P | DES.R | Valor R | RESTA DE VALORES P-R | Valor M3 concreto | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$        | %     | \$      | %     | \$      | \$                   | \$                | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |           |       |         |       |         |                      |                   |                    |

Formato 2:Cronograma de fundición de obra según la semana

En este formato se encuentra evidenciada la información en cuanto a la cubicación de muros y placas que se presenta entre una semana y otra, la cual nos permitirá verificar los indicadores de consumo que se producen entre semanas, de esta manera se pretende identificar cuáles son los índices de desperdicios producidos en la cubicación de los muros y las placas.

**Formato #3: Índices de pérdidas Reales.**

| PROCESOS         | CAUSAS DESPERDICIO EN OBRA |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
|------------------|----------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ITEM             | NUMERO DE MUROS            | METREAD O INICIAL M3 | METREADO EN OBRA M3 | DIFERENCIA METREADO M3 | RESIDUOS DE PROCESO M3 | CONCRETO FUNDIDO EN BOMBA M3 | DIFERENCIA DE BOMBA Y RESIDUO | PORCENTAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO PARA MUROS | CUBICAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO | SUMATORIA DE CUBICAJE M3 | RESTA DE METREADO INICIAL Y | CUBICAJE DE DESPERDICIO M3 | PORCENTAJE REAL DE DESPERDICIO |
| MUROS PLANTA N°1 |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
| MUROS PLANTA N°2 |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
| MUROS PLANTA N°3 |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
| MUROS PLANTA N°4 |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
| MUROS PLANTA N°5 |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |
|                  |                            |                      |                     |                        |                        |                              |                               |                                                 |                                    |                          |                             |                            |                                |

Formato 3: Causas de desperdicio en obra.

En el formato final se encuentra la información necesaria de los tres procesos a estudiar en las actividades ya mencionadas. con esto todos los datos obtenidos nos permiten llegar a una comparación de los índices reales de desperdicio y los proyectados en obra.

Los tres formatos nos permitirán recolectar la información necesaria para determinar las causas de los desperdicios y así mismo los porcentajes de desperdicios de cada actividad, muros y placas, de esta manera determinar si existe o no una incidencia en el presupuesto de las actividades y de esta misma forma proponer acciones de mejoras para cada causa que permitan disminuir el desperdicio, la información de cada formato se deberá acompañar por graficas de torta donde se logre hacer una comparación de los desperdicios reales y desperdicios proyectados dentro de la misma construcción.

### Mediciones de las actividades de cubicación de muros y placas

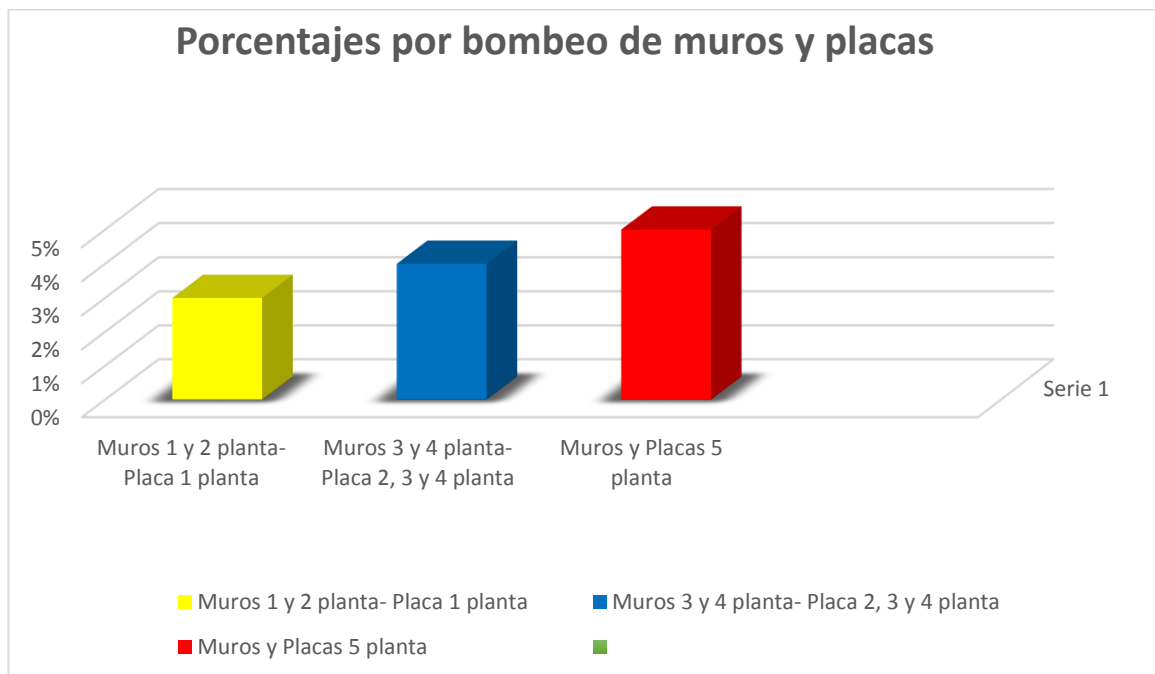
La clasificación de cada actividad será primordial, ya que de esta manera se logrará identificar las actividades que son de gran importancia en la cubicación del concreto y su incidencia en el presupuesto de la construcción. Identificadas cada una de las actividades, será necesario hacer una verificación del proceso en cada una de estas mismas, básicamente analizar los porcentajes de desperdicios proyectados en dichas actividades por lo cual es necesario hacer una breve revisión del presupuesto de la obra para determinar cuál es la cantidad de concreto que se necesita para fundir un muro o una placa, y de esta manera determinar cuáles son las variantes por las que los porcentajes varían.

| IDENTIFICACION DE DATOS RELEVANTES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO |              |                              |                          |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| FECHA DE LA TOMA DE MUESTRA                                                                        | ACTIVIDADES  | CANTIDAD CUBICADA PROYECTADA | DESPERDICIO PROYECTADO % | DESPERDICIO SEGÚN ALTURA Y BOMBA % |
| 09-mar                                                                                             | MUROS 1 PISO | 20,84                        | 3%                       | 3%                                 |
| 16-mar                                                                                             | MUROS 2 PISO | 20,84                        | 3%                       | 3%                                 |
| 23-mar                                                                                             | MUROS 3 PISO | 20,84                        | 3%                       | 4%                                 |
| 30-mar                                                                                             | MUROS 4 PISO | 20,84                        | 3%                       | 4%                                 |
| 06-abr                                                                                             | MUROS 5 PISO | 20,84                        | 3%                       | 5%                                 |
| 05-mar                                                                                             | PLACA N°1    | 46,33                        | 3%                       | 3%                                 |
| 12-mar                                                                                             | PLACA N°2    | 46,33                        | 3%                       | 4%                                 |
| 19-mar                                                                                             | PLACA N°3    | 46,33                        | 3%                       | 4%                                 |
| 26-mar                                                                                             | PLACA N°4    | 46,33                        | 3%                       | 4%                                 |
| 02-abr                                                                                             | PLACA N°5    | 46,33                        | 3%                       | 5%                                 |

Formato 4 Recolección de datos según el presupuesto de obra.



Los desperdicios proyectados son datos que ya han sido tenidos en cuenta desde el inicio de la obra de lo cual se afirma que para placas y muros se manejó el mismo porcentaje, estos porcentajes comienzan a variar según la altura de cada piso, ya que ha sido utilizado el método de bombeo para fundir placas y muros, según la información suministrada por la arquitecta residente, a medida que cada piso es fundido, los porcentajes de desperdicio van variando, ya que entre más altura más tubería se necesita y el concreto que quede dentro de esta misma va aumentando, por lo que los porcentajes van variando desde el 3% hasta el 6% así mismo el costo va aumentando. La siguiente grafica reúne todos los datos de la tabla #3 donde se resaltan los porcentajes de cada muro y placa determinados por la altura.

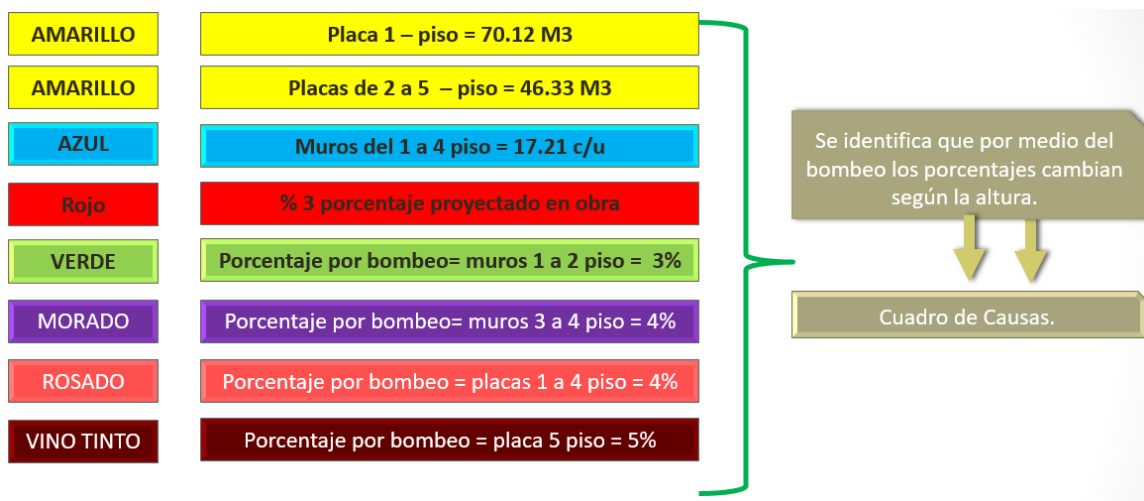


Gráfica 1: Porcentajes por bombeo.

En la gráfica anterior se puede evidenciar que en los muros de la primer y segunda planta al igual que la placa del nivel, unos representan un desperdicio del 3%, en los siguientes niveles como lo son del 3 y 4 nivel y placas del 2 al 4 nivel se evidencia un desperdicio del 4%, en el nivel cinco se presentan los muros y las placas con un porcentaje del 5%. Los porcentajes arrojados por estos elementos estructurales están basados en el nivel en el que se funde cada uno y en su proceso

por lo que es necesario decir que a mayor altura el porcentaje incrementa, estos datos fueron suministrados por la arquitecta residente.

En el formato #3 se ven evidenciados datos generales en cuanto a la cantidad cubicada para muros y placas, donde podemos evidenciar que para los muros de los 5 primeros pisos de la torre fue necesaria 20,84 m<sup>3</sup> y para las placas fue necesario una cantidad de 46,33 m<sup>3</sup>, estos datos se obtuvieron a partir de las medidas que estaban especificadas en los planos y del presupuesto de cada una de las actividades, a partir de estos datos se logró hacer la cubicación de los muros y placas, suponiendo que esta es la cantidad real que se ha proyectado para fundirlos. Una manera práctica para identificar los porcentajes proyectados y la cubicación de muros y placas es identificando cada uno de estos mediante colores, así como se expresa en el siguiente grafico



En el siguiente cuadro se resaltan las causas más comunes en las que las plantas eran fundidas mediante bombas y por las que los porcentajes variaban, así lo afirma la arquitecta residente, encargada de la torre, de esta misma forma se puede decir que no es por una sola causa, si no por varias causas.

| Actividad    | Momento de incidencia | Causas                                                                                      | Origen                                                  |
|--------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Muros-Placas | superproducción       | Se presentan problema por el empuje que presenta el concreto a la hora de este ser fundido. | Su origen comienza cuando este factor no es contemplado |

|               |                       |                                                                                                                 |                                                                                                     |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Muros-Placas  | Trabajos adicionales  | Se generan menos desperdicios cuando el concreto es bombeado.                                                   | El concreto que queda en la bomba es utilizado para otras labores.                                  |
| Muros-Placas  | Residuos de proceso   | Es posible que la mixer llegue con una mayor cantidad a la solicitada o viceversa                               | El concreto que ha sobrado es utilizado para hacer elementos no estructurales.                      |
| Muros- placas | Residuos de procesos. | La ubicación del equipo de bombeo es fundamental ya que entre más alejada este la bomba más tubería se necesita | Se presentan mayores residuos que pueden que no sean utilizados en otras labores dentro de la obra. |

En el cuadro se identifican cuales fueron algunas de las causas más ocurrentes por las que los porcentajes van variando según la altura a continuación se explica una de las principales causas del cuadro anterior.

Ilustración 2:Equipo de bombeo



Fuente Carlos Rojas.

Una de las causas más comunes por las que se presentaban desperdicios por residuos de proceso era la ubicación de la bomba, así mismo se determina en el cuadro de causas anteriormente En la imagen anterior se podrá observar que la bomba se encuentra a cierta distancia de la torre, por lo que será necesario utilizar una mayor cantidad de tubería, a partir de esto se sobre entiende que la cantidad de concreto para fundir las placas y muros no varían, lo que realmente varia es la cantidad de concreto que debe ser pedida a la concretara teniendo en cuenta que se van a manejar porcentajes diferente para cada piso.

### Cronograma de desperdicios durante el mes de abril.

A partir de la información suministrada por la arquitecta residente de la cantidad de concreto que se fundía durante las semanas del mes de abril, se logra verificar que las cantidades comienzan a variar y que durante esa semana no se fundía todos los días ya que se presentaban actividades diferentes que debían ser ejecutadas y así mismo evidenciar que los porcentajes reales eran mucho mayores a los teóricamente. A continuación, se evidencia cuáles eran los días en los que se fundían y la cantidad de concreto utilizada, para esto fue necesario utilizar una serie de tablas que eran llenadas por la misma arquitecta residente, en la cual se plasma las actividades que eran fundidas y sus días

| Programación de concreto semana 1 de 02 al 07 de Abril |            |                             |            |                                       |            |                                 |
|--------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------------------|------------|---------------------------------|
|                                                        | Lunes      | Martes                      | Miercoles  | Jueves                                | Viernes    | Sabado                          |
| HORA                                                   | 02/07/2018 | 03/07/2018                  | 04/07/2018 | 05/07/2018                            | 06/07/2018 | 07/07/2018                      |
| 07:00                                                  |            | Concreto siux placa 14.50 m |            |                                       |            | Concreto siux muros T-4 5.75 m3 |
| 10:00                                                  |            |                             |            |                                       |            | Concreto siux placa T4 14.50 m3 |
| 04:00                                                  |            |                             |            | Concreto Siux placa escaleras 2.00 m3 |            |                                 |

Ilustración 3 Fundición semana 1.

| Programación de concreto semana 09 de Abril al 14 de Abril |                            |        |           |                           |         |                             |
|------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|-----------|---------------------------|---------|-----------------------------|
|                                                            | Lunes                      | Martes | Miercoles | Jueves                    | Viernes | Sabado                      |
| HORA                                                       |                            |        |           |                           |         |                             |
| 09:00                                                      | siux muros de 3000 6.50 M3 |        |           |                           |         | Siux placa de 3000 17.75 m3 |
| 02:00                                                      |                            |        |           | siux muros de 3000 3.75M3 |         |                             |
|                                                            |                            |        |           |                           |         |                             |

Ilustración 4: Fundición semana 2.

| Programación de concreto semana 16 de Abril al 21 de Abril |       |                              |           |        |                              |                          |
|------------------------------------------------------------|-------|------------------------------|-----------|--------|------------------------------|--------------------------|
|                                                            | Lunes | Martes                       | Miercoles | Jueves | Viernes                      | Sabado                   |
| HORA                                                       |       |                              |           |        |                              |                          |
| 08:00                                                      |       | Concreto siux placa 15,00 m3 |           |        | Concreto siux placa 16,50 m3 | Concreto siux muros 8.75 |
|                                                            |       |                              |           |        |                              |                          |
|                                                            |       |                              |           |        |                              |                          |

Ilustración 5 Fundición semana 3.

| Programación de concreto semana 23 de Abril al 28 de Abril |       |                                 |                                |        |                                |        |
|------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| HORA                                                       | Lunes | Martes                          | Miercoles                      | Jueves | Viernes                        | Sabado |
| 07:00                                                      |       | Concreto siux placa<br>17.75 m3 |                                |        |                                |        |
| 02:00                                                      |       |                                 | Concreto siux muros<br>2.00 m3 |        |                                |        |
| 11:00                                                      |       |                                 |                                |        | Concreto siux<br>muros 7.50 m3 |        |

Ilustración 6: Fundición semana 4

En las ilustraciones 1, 2, 3 y 4 se contemplan los días y la cantidad de concreto utilizado para fundir las placas y muros de las plantas 4 y 5, es necesario tener en cuenta que durante el mes de abril sólo se fundieron las placas y los muros de las plantas 4 y 5 ya que por esta misma razón se manejan porcentajes diferentes de desperdicios, así como se expresa en el formato #3. En estos formatos se especifica el tipo de concreto que se utilizaba (Concreto siux) Y la resistencia de este mismo (3000 PSI).

Estos datos fueron necesarios para llenar el formato #4 ya que a partir de esta información se buscaba llegar a la diferencia de la cantidad de concreto que se necesitaba para fundir las placas y los muros durante la semana, de esta forma se llegaba a la cantidad de concreto total que se pedía durante la semana, y así poder determinar si durante estas semanas se presentaban perdidas mayores o menores a las que estaban proyectadas ya en la obra e indicar si se presentaban índices de consumo más altos, muy bajos o irregularidades entres una semana y otra. A continuación, se presenta el formato # 4:

| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |                  |        |               |        |                 |                      |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------|---|------------------|--------|---------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |                  |        |               |        |                 |                      |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 1 |   | VR M-P M3        | DES.P  | Valor P       | DES.R  | Valor R         | RESTA DE VALORES P-R | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$               | %      | \$            | %      | \$              | \$                   | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               | 34,75    |   | \$ 11.641.250,00 | 4%     | \$ 435.500,00 | 14%    | \$ 1.608.000,00 | \$ 1.172.500,00      | \$ 12.813.750,00   |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |                  | 0,0139 |               | 0,0487 |                 |                      |                    |

Formato 5: Cronograma de pérdidas mes de abril semana 1.,

**ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS DEL CONCRETO Y SU INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO FINAL**

38

| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |                 |       |               |        |                 |                      |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------|---|-----------------|-------|---------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |                 |       |               |        |                 |                      |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 2 |   | VR M-P M3       | DES.P | Valor P       | DES.R  | Valor R         | RESTA DE VALORES P-R | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$              | %     | \$            | %      | \$              | \$                   | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               | 28       |   | \$ 9.380.000,00 | 5%    | \$ 469.000,00 | 14%    | \$ 1.306.500,00 | \$ 837.500,00        | \$ 10.217.500,00   |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |                 | 0,014 |               | 0,0392 |                 |                      |                    |

Formato 4: Cronograma de pérdidas mes de abril semana 2.

| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |                  |        |               |        |                 |                      |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------|---|------------------|--------|---------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |                  |        |               |        |                 |                      |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 3 |   | VR M-P M3        | DES.P  | Valor P       | DES.R  | Valor R         | RESTA DE VALORES P-R | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$               | %      | \$            | %      | \$              | \$                   | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               | 40,25    |   | \$ 13.483.750,00 | 5%     | \$ 670.000,00 | 27%    | \$ 3.618.000,00 | \$ 2.948.000,00      | \$ 16.431.750,00   |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |                  | 0,0201 |               | 0,1087 |                 |                      |                    |

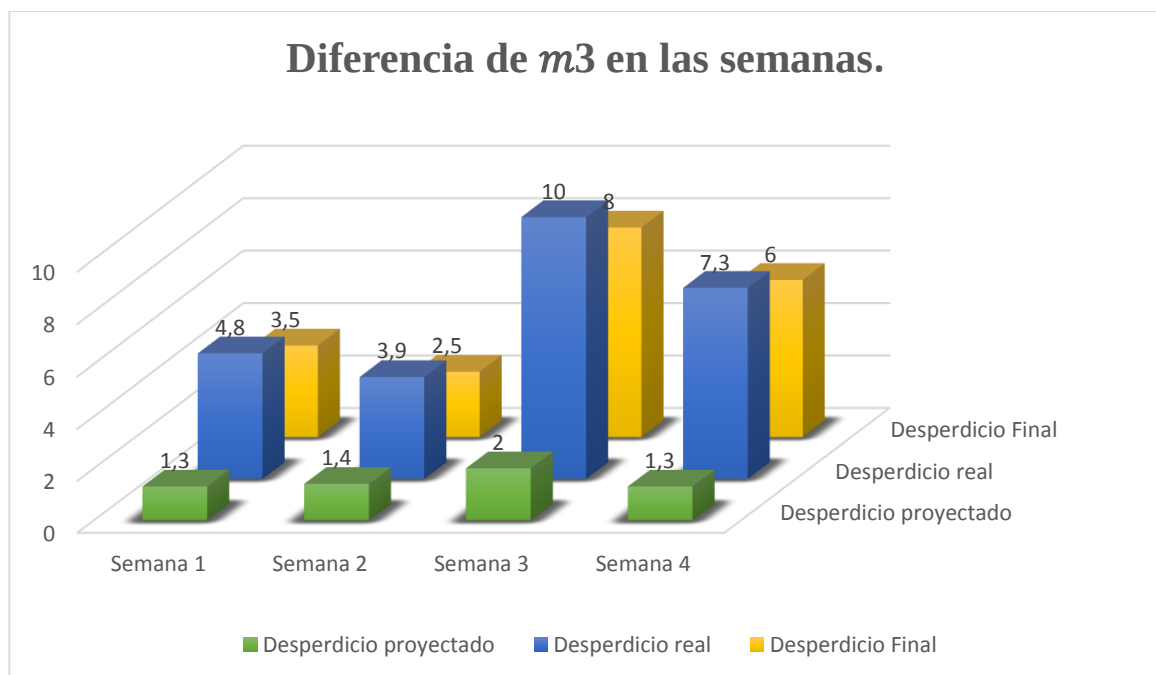
Formato 4: Cronograma de pérdidas mes de abril semana 3.

| CRONOGRAMA DE OBRA PROYECTADO Y RECOLECCION DE DATOS EN CAMPO |          |   |                 |        |               |        |                 |                      |                    |
|---------------------------------------------------------------|----------|---|-----------------|--------|---------------|--------|-----------------|----------------------|--------------------|
| ACTIVIDAD                                                     | ABRIL    |   |                 |        |               |        |                 |                      |                    |
| CONCRETO EN M3                                                | SEMANA 4 |   | VR M-P M3       | DES.P  | Valor P       | DES.R  | Valor R         | RESTA DE VALORES P-R | GASTO REAL FUNDIDO |
| ITEM                                                          | M        | P | \$              | %      | \$            | %      | \$              | \$                   | \$                 |
| cronograma o planimetria % desperdicio incluido               | 27,25    |   | \$ 9.128.750,00 | 5%     | \$ 435.500,00 | 27%    | \$ 2.445.500,00 | \$ 2.010.000,00      | \$ 11.138.750,00   |
| CUBICAJE M3 DE PORCENTAJE %                                   |          |   |                 | 0,0136 |               | 0,0736 |                 |                      |                    |

Formato 4: Cronograma de pérdidas mes de abril semana 4.

Para explicar este formato de una mejor manera se toma como punto de referencia la semana #1 que va del 02 al 7 de abril la cual abarca los días del lunes hasta el día sábado como se evidencia en la ilustración # 2, en la cual solo se funden los días martes, jueves y sábados esto nos da una cantidad total de  $34,75 m^3$  durante la primera semana de abril, para muros y placas de la planta 4. En la semana 1 se fundieron  $34,75 m^3$  entre muros y placas, estos tienen un valor de \$11.641.250, para esto es necesario entender que el metro cubico tiene un precio de \$335.000, este valor fue multiplicado por la cantidad total de los metros cúbicos que se fundieron en la semana 1

lo cual da un valor de \$11.641.250. Para los 34,75  $m^3$  se proyectó un desperdicio del 4% que equivale a 1,3  $m^3$  con un valor de \$435.500, se logró verificar que habían pérdidas del 14%, (está directamente vinculado con el formato #5) que representa 4,8  $m^3$ , 3,5  $m^3$  más de lo planeado, los 4,8  $m^3$  tienen un valor de \$2.445.500 que representan el 14 % de desperdicio real. Se concluye que la semana 1 tiene más del 4% de desperdicio que en su totalidad es del 10% donde se infiere que este tiene un valor de \$1.172.500 que son sumados directamente en lo presupuestado para esta semana dando un valor total de \$12.813.750. Se concluye que lo presupuestado para la semana 1 cuenta con un incremento de \$1.172.500 que representa el 10%, este 10% contempla pérdidas directas e indirectas en donde las causas más comunes son por superproducción que es una pérdida indirecta que tiene que ver directamente con el sobredimensionamiento de muros y placas que son evidentes en el formato # 5 y por residuos de proceso que están ligadas a las pérdidas directas que se encuentran en los residuos que quedan en el bombeo de la placa o muros. Se puede graficar de la siguiente manera.



Grafica 2: diferencia de  $m^3$  por semana.

En la gráfica #2 encontramos la cantidad de  $m^3$  proyectados, reales y finales para cada una de las 4 semanas donde se puede demostrar que las semanas 3 y 4 presentan una cantidad

mayor de  $m^3$  en cuanto al desperdicio real y el desperdicio final frente a las semanas 1 y 2 que cuentan con desperdicios no mayores a los 5  $m^3$ , mientras que las semanas finales cuentan con desperdicios mayores a los 5  $m^3$  llegando hasta los 10  $m^3$  así mismo se ve afectado el presupuesto final incrementándolo de una manera considerable, ya que el desperdicio que afecta directamente al presupuesto es el desperdicio final y en esta gráfica se observa que la semana 3 es la que cuenta con mayores desperdicios por lo que se puede concluir que es la semana en la que más se va incrementar el presupuesto, esto no quiere decir que en las otras semanas no se incremente ya que en todas estas el desperdicio proyectado está por debajo de los desperdicios reales y finales, dentro de lo cual podemos concluir que en la gráfica # 2 se presenta una variable de desperdicios en las semanas en donde los desperdicios reales tienden a ser mucho más altos que los otros pero estos mismos no logran ser iguales.

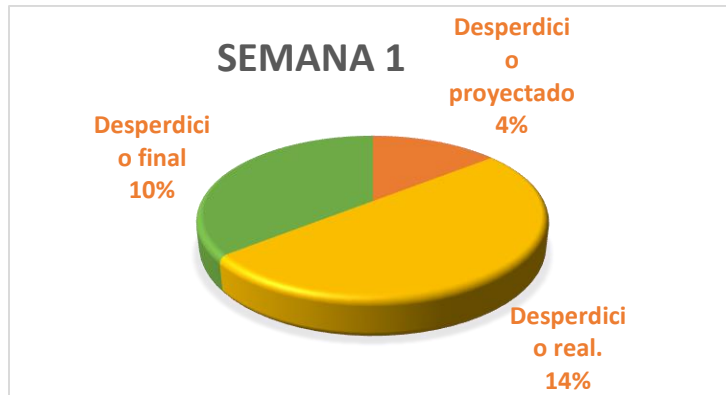
#### Porcentajes de pérdidas según los $m^3$ para cada semana.

| Desperdicios | Semana 1 |     | Semana 2 |     | Semana 3 |     | Semana 4 |     |
|--------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| D.P          | 1,3 M3   | 4%  | 1,4      | 5%  | 2 M3     | 5%  | 1,3 M3   | 5%  |
| D.R          | 4,8 M3   | 14% | 3,9      | 14% | 10 M3    | 27% | 7,3 M3   | 27% |
| D.F          | 3,5 M3   | 10% | 2,5      | 11% | 8 M3     | 22% | 6 M3     | 22% |

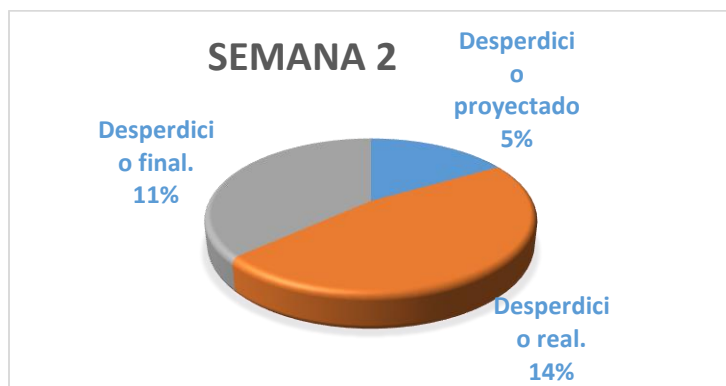
Tabla 6: Porcentajes por M3.

En la tabla # 6 se evidencia el porcentaje al que corresponde la cantidad de  $m^3$  a la que corresponde cada uno de los desperdicios, de lo cual se infiere que las semanas 3 y 4 presentan porcentajes más altos que las semanas 1 y 2, porcentajes que van desde el 5% hasta el 27%, así mismo se presentan mayores pérdidas en cuanto a  $m^3$  que influyen directamente en lo presupuestado para cada semana.

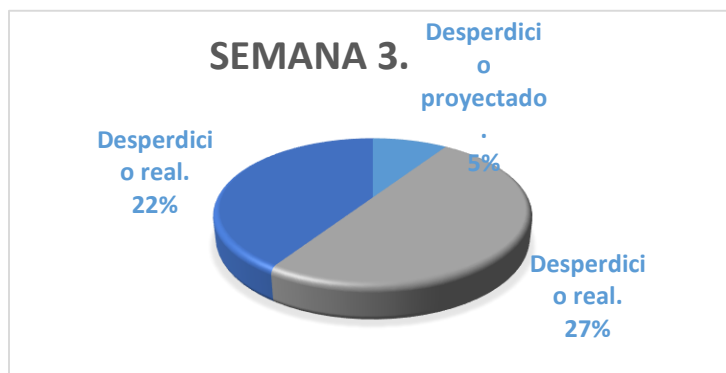




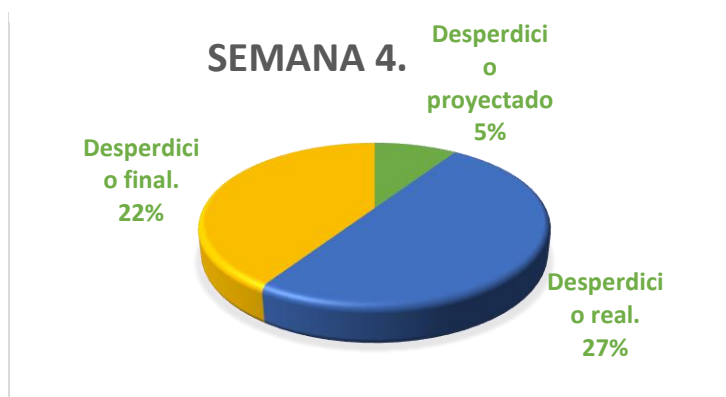
Grafica 3 Porcentajes de desperdicio semana 1



Grafica 4 Porcentajes de desperdicio semana 2



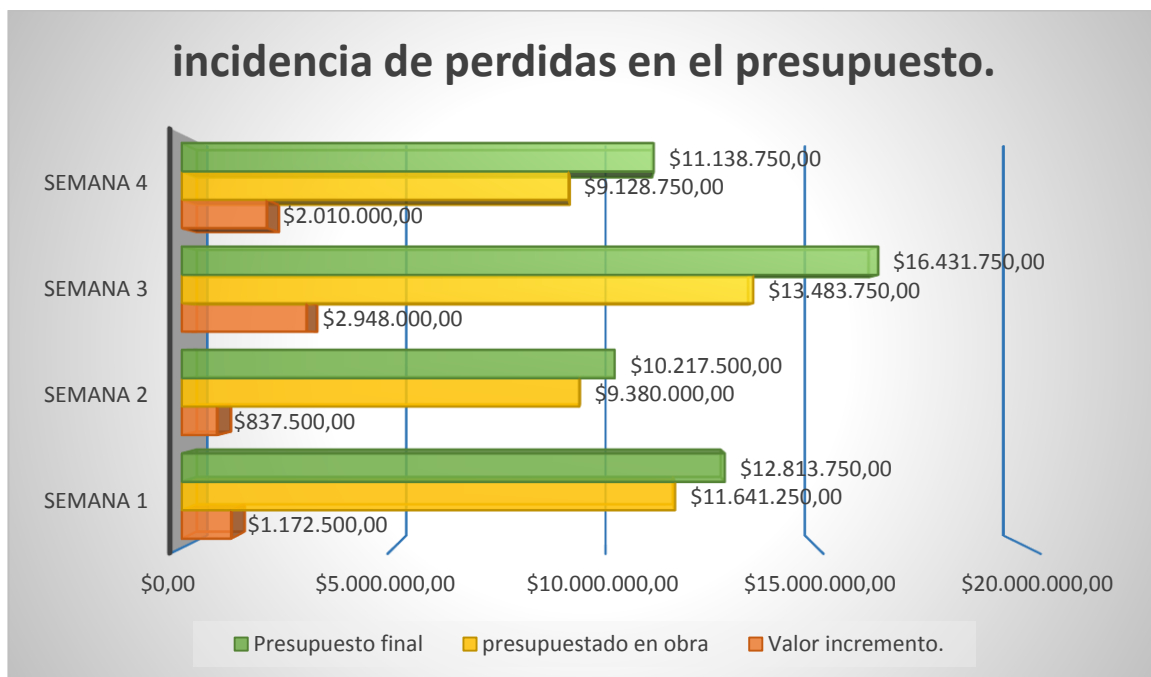
Grafica 5 Porcentajes de desperdicio semana 3



Grafica 6: Porcentajes de desperdicio semana 4

Cada una de las gráficas de torta representan los porcentajes de cada una de las semanas del mes de abril y en donde se plasma que los porcentajes reales tienden hacer más altos que los otros y que representan mayores  $m^3$  en cuanto a perdidas, mientras que los porcentajes proyectados no son mayores al 5%, esto se debe a que durante estas semanas se fundieron las plantas del 4 piso y 5 piso, por lo que se manejan porcentajes entre el 4% y 5% como ya se ha dicho anterior mente.

En la siguiente gráfica número 3 se presentan los presupuesto inicial y el presupuesto final, con el fin de hacer una comparación del presupuesto final de la semana con lo presupuestado en obra y el valor agregado para el presupuesto final



Grafica 7 comparativo de precios.

En la gráfica # 3 se hace una comparación de precios entre lo presupuestado en obra y el presupuesto final el cual cuenta con un valor agregado diferente para cada semana, esto se debe a que hay una variación de los  $m^3$  fundidos para cada una de las semanas de esta misma forma sus porcentajes cambian al igual que los precios. En la gráfica #3 se identifica que en la semana 3 hubo un incremento en el presupuesto de \$2.948.000 frente a los \$13.483.750 presupuestado para la semana, dando como presupuesto final \$16.431.750 de lo cual se deduce que en todas las semanas existieron incrementos de más del 10%, porcentaje que se puede verificar en la tabla # 6 así mismo las semanas 3 y 2 son las que presentan mayores presupuestos e incremento en estos mismos, donde el valor agregado resulta ser mayor a los \$435.500 que en este caso se presentan pérdidas de hasta \$3.000.000 afectando directamente el presupuesto para cada una de las actividades.

### **Desperdicios reales y su incidencia en el presupuesto.**

Luego de evaluar cada uno de los aspectos generales y los porcentajes de pérdidas que se manejaban dentro de estas mismas, para las actividades de muros y placas, se procedió hacer un análisis de las semanas en las que se fundían los muros y placas donde se indicó cuál de estas semanas presentaban índices de consumo más altos o irregularidades entre una semana y otra. Siguiendo esta línea se procede hacer una comparación de los datos tomados en campo con las especificaciones técnicas de los planos, donde se pretende llegar a inspeccionar si existen pérdidas por superproducción, residuos de proceso y trabajos adicionales, con el fin de plasmar estos resultados en un formato en donde se evidencie si existen o no pérdidas directas o indirectas y que tanto influyen estas pérdidas en el presupuesto final de cada actividad.

### **Trabajo de campo, medidas en obra.**

En este punto, era de suma importancia hacer una revisión de las medidas que presentaban los muros y las placas después de que estas ya han sido fundidas, puesto que en esta instancia se iba a verificar si existía o no superproducción (desperdicios indirectos) para esto fue necesario tomar las medidas de los muros y las placas de cada uno de los pisos de la torre hasta donde se había fundido en ese punto (Piso 5). La torre 4 cuenta con un sistema industrializado combinado, el cual contaba con muros divisorios en mampostería y muros portantes en concreto, estos mismos eran continuos durante todo el piso y en general podemos hablar de que cada piso contaba con 11 muros en concreto y con placas de entre piso macizas, así se puede evidenciar en los siguientes planos:

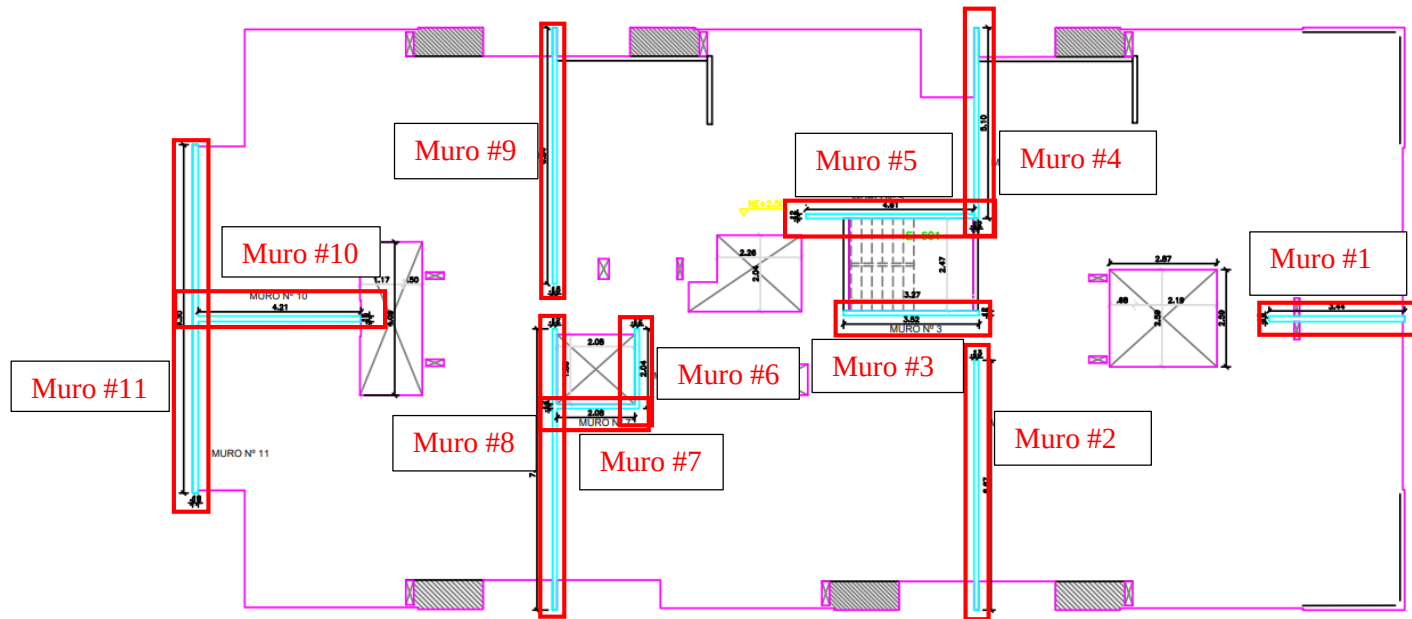


Ilustración 7: Muros de la planta 1

En este plano solo encontramos los muros estructurales que son en concreto dentro de lo cual se infiere que estos cuentan con espesores de 12 cm y un alto de 2,30 cm, pero sus longitudes comienzan a variar.

| #       | Ancho | Largo  | Alto   |
|---------|-------|--------|--------|
| Muro 1  | 12 CM | 5,22 M | 2,30 M |
| Muro 2  | 12CM  | 6,50M  | 2,30 M |
| Muro 3  | 12CM  | 3,70M  | 2,30 M |
| Muro 4  | 12CM  | 4,70M  | 2,30 M |
| Muro 5  | 12CM  | 4,61M  | 2,30 M |
| Muro 6  | 12CM  | 2,00M  | 2,30 M |
| Muro 7  | 12CM  | 2,06M  | 2,30 M |
| Muro 8  | 12CM  | 6,60M  | 2,30 M |
| Muro 9  | 12CM  | 6,48M  | 2,30 M |
| Muro 10 | 12CM  | 3,95M  | 2,30 M |
| Muro 11 | 12CM  | 9.22M  | 2.30 M |

Tabla 7 Dimensiones de los muros

En la tabla # 7 encontramos las dimensiones especificadas en los planos técnicos donde se deduce que los muros de todas las plantas cuentan con las mismas dimensiones ya que al ser muros estructurales se busca la continuidad generando mayor resistencia a los momentos, así mismo estos no pueden variar en sus dimensiones a medida que se esté en una planta diferente. Dicho lo anterior se procede a tabular toda la información recolectada durante el trabajo de campo, para esto es necesario utilizar dos formatos, en un formato se pone toda la información referente a los muros y en otro se pone toda la información en cuanto a placas, ya que son cantidades diferentes de metros cúbicos vaciados.

### Formato, desperdicio de muros

| PROCESOS         |         | CAUSAS DESPERDICIO EN OBRA |                     |                        |                        |                              |                               |                                           |                                    |                          |                             |                            |                                |
|------------------|---------|----------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ITEM             | # MUROS | METREADO INICIAL M3        | METREADO EN OBRA M3 | DIFERENCIA METREADO M3 | RESIDUOS DE PROCESO M3 | CONCRETO FUNDIDO EN BOMBA M3 | DIFERENCIA DE BOMBA Y RESIDUO | PORCENTAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO PARA | CUBICAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO | SUMATORIA DE CUBICAJE M3 | RESTA DE METREADO INICIAL Y | CUBICAJE DE DESPERDICIO M3 | PORCENTAJE REAL DE DESPERDICIO |
| MUROS PLANTA N°1 | 11      | 20,84                      | 17,7                | 3,14                   | 1,2                    | 0,8                          | 0,4                           | 3%                                        | 0,006252                           | 3,54                     | 17,3                        | 3,54                       | 17%                            |
| MUROS PLANTA N°2 | 11      | 20,84                      | 17,69               | 3,15                   | 3,6                    | 2,4                          | 1,2                           | 3%                                        | 0,006252                           | 4,35                     | 16,49                       | 4,35                       | 21%                            |
| MUROS PLANTA N°3 | 11      | 20,84                      | 18,02               | 2,82                   | 6                      | 4                            | 2                             | 4%                                        | 0,008336                           | 4,82                     | 16,02                       | 4,82                       | 23%                            |
| MUROS PLANTA N°4 | 11      | 20,84                      | 18,43               | 2,41                   | 8,4                    | 5,6                          | 2,8                           | 4%                                        | 0,008336                           | 5,21                     | 15,63                       | 5,21                       | 25%                            |
| MUROS PLANTA N°5 | 11      | 20,84                      | 18,86               | 1,98                   | 10,8                   | 7,2                          | 3,6                           | 5%                                        | 0,01042                            | 5,58                     | 15,26                       | 5,58                       | 27%                            |

Formato 6: Causas de pérdidas para muros.

En el formato # 6 se encuentran registrados los resultados de los datos recolectados en campo, al igual que las especificaciones técnicas de los planos, datos que son medidos como m3 ya que todos los datos contemplados dentro de este formato se encuentran en la misma unidad de medida y sus desperdicios se calculan de la misma forma, estos mismos son el resultado de la comparación de datos. Se evidencia que en el formato número 6 existe un metreado inicial el cual hace referencia a la cantidad de m3 especificados en los planos y en el presupuesto, no obstante cabe recalcar que el metreado en obra son mediciones que se hicieron durante el trabajo de campo y que arrojaron tales resultados los cuales son evidenciados más adelante, a hora bien el resultado de la comparación de estos datos arrojan desperdicios no mayores a los 4 m3 para todos los muros de las plantas de la torre, si tomamos como punto de referencia la comparación que se hizo de los

muros de la planta número 2, es evidente que el metreado en obra resulta ser menor que el metreado inicial, la diferencia de estos dos dan como resultado la pérdida de concreto, sin embargo esto no significa que esté no sea contado como desperdicio, ya que es concreto que sobra y tiende a ser mayor que el 3% que se tenía planificado, de cualquier modo es concreto que se cobra. La diferencia de metreado no puede ser tomado como un desperdicio directo, este se encuentra referenciado como un desperdicio indirecto, el cual hace referencia a un desperdicio por pedido en exceso que son pérdidas por sobrantes del proceso de lo cual se infiere que estos 3,15 m<sup>3</sup> son desperdicios de más del 3%. Para calcular su porcentaje real es necesario sumarle a los 3,15 m<sup>3</sup> los desperdicios por residuos de proceso que están directamente relacionados con los residuos que quedan después del bombeo dentro de la tubería.

En el formato número 6 la forma para calcular este desperdicio depende directamente de la altura a la que se esté bombeando, el diámetro de la tubería y la distancia a la que este la bomba de la torre, ya cómo se mencionó anterior mente, a más altura mayor tubería es necesaria y mayores desperdicios quedan dentro de esta misma. Para hacer el cálculo de la cantidad de concreto que queda dentro de la tubería de la bomba es necesario tener en cuenta la distancia a la que se encuentre la bomba de donde se va a fundir, esta distancia debe ser multiplicada por el diámetro de la tubería y la altura a la que se está fundiendo.

En el formato se puede observar que existe 3,6 m<sup>3</sup> que es la capacidad de la bomba para fundir y los 2, 4 m<sup>3</sup> es la cantidad de concreto que sale de la bomba, donde se obtiene que 1,2 m<sup>3</sup> son los residuos finales que quedan del proceso, este mismo es sumado a la diferencia del metreado que concluye cómo 4,5 m<sup>3</sup> de desperdicios finales, el cual representa \$1.367.400 en términos económicos y pérdidas del 21%. Finalmente se concluye que para el formato # 6 en donde se encuentran evidenciadas las pérdidas finales y la cantidad de m<sup>3</sup> fundidos se demuestra lo siguiente:

| Presupuesto metreado inicial |                              |               |
|------------------------------|------------------------------|---------------|
| M3 presupuestado.            | Valor unitario del concreto. | valor total.  |
| 20,84                        | \$ 335.000                   | \$ 6.981.400  |
| 20,84                        | \$ 335.000                   | \$ 6.981.400  |
| 20,84                        | \$ 335.000                   | \$ 6.981.400  |
| 20,84                        | \$ 335.000                   | \$ 6.981.400  |
| 20,84                        | \$ 335.000                   | \$ 6.981.400  |
| Total                        |                              | \$ 34.907.000 |

Tabla 8: Presupuesto proyectado para muros.

La columna que se encuentra en amarillo es el precio total para cada una de las plantas frente a la actividad de muros, la cuales se encuentran directamente ligadas con el presupuesto inicial de la obra, como se evidencia a continuación.

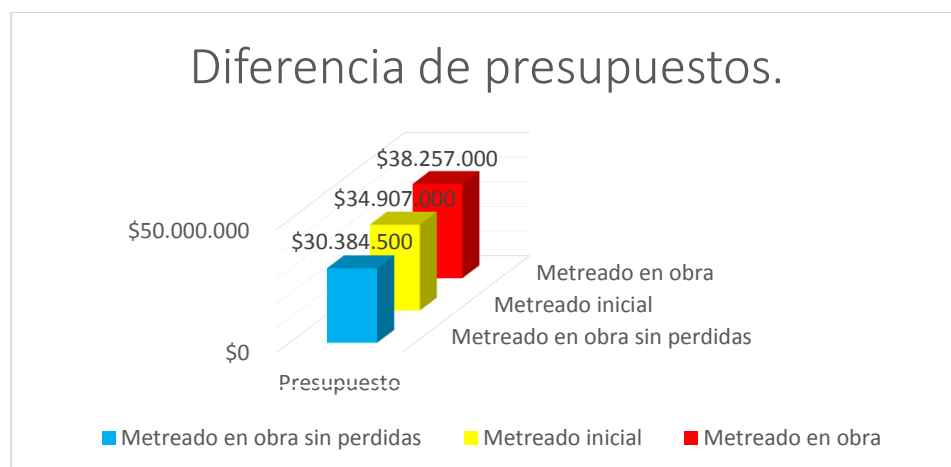
| Descripción                                        | Codigo | UM | Cantidad Planeada | Vr Unitario | Insumo       |
|----------------------------------------------------|--------|----|-------------------|-------------|--------------|
| 2.220 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P1         |        | m3 | 20,23             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 20,84             | 308.447,38  | \$ 6.427.087 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 20,23             | 174.913,00  | \$ 3.538.490 |
| 2.221 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P2         |        | m3 | 20,23             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 20,84             | 308.447,38  | \$ 6.427.087 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 20,23             | 174.913,00  | \$ 3.538.490 |
| 2.222 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P3         |        | m3 | 20,23             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 20,84             | 308.447,38  | \$ 6.427.087 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 20,23             | 174.913,00  | \$ 3.538.490 |
| 2.223 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P4         |        | m3 | 20,23             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 20,84             | 308.447,38  | \$ 6.427.087 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 20,23             | 174.913,00  | \$ 3.538.490 |
| 2.224 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P5         |        | m3 | 20,23             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 20,84             | 308.447,38  | \$ 6.427.087 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 20,23             | 174.913,00  | \$ 3.538.490 |
| 2.225 Muros de concreto 3000psi Torre 4-P6         |        | m3 | 22,87             | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 23,56             | 308.447,38  | \$ 7.265.817 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 22,87             | 174.913,00  | \$ 4.000.260 |
| 2.226 Muros de concreto 3000psi Torre 4-CUB        |        | m3 | 7,27              | 492.613,80  |              |
| Concreto Bombeable GC 3000 Psi 210 Kg/cm2 28dias A | 8125   | M3 | 7,49              | 308.447,38  | \$ 2.309.685 |
| Mob Muros concreto                                 | 2723   | M3 | 7,27              | 174.913,00  | \$ 1.271.618 |

Tabla 9: Presupuesto inicial para muros

A diferencia de la tabla del presupuesto inicial esté cuenta con dos columnas: una columna que se encuentra en azul siendo el precio total para cada una de las plantas frente a la actividad de muros donde no se incluye los desperdicios finales, no obstante, en la columna de rojo se encuentran los precios finales del metreado en obra, incluyendo el valor de cada m3 de pérdidas para cada planta el cual es sumado al valor final. Se infiere que el presupuesto real es de \$38.257.000

| Presupuesto metreado en obra |                            |                              |                         |                              |                             |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Metreado en obra             | Valor unitario de concreto | Presupuesto sin desperdicios | M3 de desperdicio final | Valor del M3 por desperdicio | Presupuesto con desperdicio |
| 17,7                         | \$ 335.000                 | \$ 5.929.500                 | 3,54                    | \$ 1.185.900                 | \$ 7.115.400                |
| 17,69                        | \$ 335.000                 | \$ 5.926.150                 | 4,35                    | \$ 1.457.250                 | \$ 7.383.400                |
| 18,02                        | \$ 335.000                 | \$ 6.036.700                 | 4,82                    | \$ 1.614.700                 | \$ 7.651.400                |
| 18,43                        | \$ 335.000                 | \$ 6.174.050                 | 5,21                    | \$ 1.745.350                 | \$ 7.919.400                |
| 18,86                        | \$ 335.000                 | \$ 6.318.100                 | 5,58                    | \$ 1.869.300                 | \$ 8.187.400                |
| 90,7                         | Total                      | \$ 30.384.500                | 23,5                    | Total                        | \$ 38.257.000               |

Tabla 10: Presupuesto metreado en obra.



Grafica 8: Diferencia de presupuestos para muros



Se concluye que el metreado en obra fue menor en cuanto m<sup>3</sup> que el metreado inicial, sin embargo, el presupuesto del metreado en obra tiende a ser mayor, debido a que las pérdidas que se presentaron durante la cubicación de los muros fueron mayores a los proyectados en el metreado inicial, así mismo se infiere que el metreado en obra cuenta con los metros cúbicos reales y costos reales frente a lo proyectado en el presupuesto de la obra. En el siguiente cuadro se podrán observar los porcentajes por m<sup>3</sup> en donde los porcentajes proyectados no eran mayores al 4% por lo cual se presumían pérdidas menores a 1m<sup>3</sup>, por otra parte, se evidencian desperdicios reales de hasta 5,8 m<sup>3</sup> con un porcentaje del 27% para los muros de las plantas número 5.

|                  | Porcentajes metreado inicial |          | Porcentajes metreado en obra |      |
|------------------|------------------------------|----------|------------------------------|------|
|                  | %                            | M3       | %                            | M3   |
| MUROS PLANTA N°1 | 3%                           | 0,006252 | 17%                          | 3,54 |
| MUROS PLANTA N°2 | 3%                           | 0,008336 | 21%                          | 4,35 |
| MUROS PLANTA N°3 | 4%                           | 0,008336 | 23%                          | 4,82 |
| MUROS PLANTA N°4 | 4%                           | 0,01042  | 25%                          | 5,21 |
| MUROS PLANTA N°5 | 5%                           | 0,01042  | 27%                          | 5,58 |

Tabla 11: Porcentajes por M3

### Metreado en obra.

Ilustración 8: Metreado muros en concreto.



Tomada por: Carlos Rojas

El metreado se realizó para los muros y placas con el fin de verificar si estos estaban cumpliendo con las medidas exactas, por lo tanto, fue necesario guiarse con los planos técnicos para ubicar los muros en plantas, puesto que cuenta con un sistema combinado, como se ha mencionado anteriormente. Estos datos eran fundamentales para poder llenar el formato #6 y de este modo verificar si en la obra se estaban cumpliendo con las especificaciones técnicas de los planos. Con la información recolectada se hicieron cuadros en donde se plasmaron las medidas y a partir de esta información se extrajeron los datos más relevantes para llenar el formato #6. Dicho lo anterior se procede a mostrar la información que se extrajo directamente de la obra.

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | TOTAL    |
| piso nº 1 muro 1         | m3     | 2,3  | 0,15  | 3,44  | 1,1868   |          |
| piso nº 1 muro 2         | m3     | 2,3  | 0,13  | 6,67  | 1,99433  |          |
| piso nº 1 muro 3         | m3     | 2,3  | 0,12  | 3,52  | 0,97152  |          |
| piso nº 1 muro 4         | m3     | 2,3  | 0,13  | 5,1   | 1,5249   |          |
| piso nº 1 muro 5         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,61  | 1,27236  |          |
| piso nº 1 muro 6         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,04  | 0,56304  |          |
| piso nº 1 muro 7         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,08  | 0,57408  |          |
| piso nº 1 muro 8         | m3     | 2,3  | 0,12  | 7,53  | 2,07828  |          |
| piso nº 1 muro 9         | m3     | 2,3  | 0,13  | 6,84  | 2,04516  |          |
| piso nº 1 muro 10        | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,21  | 1,45245  |          |
| piso nº 1 muro 11        | m3     | 2,3  | 0,19  | 9,25  | 4,04225  | 17,70517 |

Tabla 12: Metreado de los muros del piso 1

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | TOTAL    |
| piso nº 2 muro 1         | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,74  | 1,6353   |          |
| piso nº 2 muro 2         | m3     | 2,3  | 0,12  | 5,94  | 1,63944  |          |
| piso nº 2 muro 3         | m3     | 2,3  | 0,12  | 3,51  | 0,96876  |          |
| piso nº 2 muro 4         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,41  | 1,21716  |          |
| piso nº 2 muro 5         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,61  | 1,27236  |          |
| piso nº 2 muro 6         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,04  | 0,56304  |          |
| piso nº 2 muro 7         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,08  | 0,57408  |          |
| piso nº 2 muro 8         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,75  | 1,863    |          |
| piso nº 2 muro 9         | m3     | 2,3  | 0,13  | 6,11  | 1,82689  |          |
| piso nº 2 muro 10        | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,21  | 1,45245  |          |
| piso nº 2 muro 11        | m3     | 2,3  | 0,22  | 9,25  | 4,6805   | 17,69298 |

Tabla 13: Metreado de los muros del piso 2

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |         |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|---------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | TOTAL   |
| piso nº 3 muro 1         | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,77  | 1,64565  |         |
| piso nº 3 muro 2         | m3     | 2,3  | 0,12  | 5,93  | 1,63668  |         |
| piso nº 3 muro 3         | m3     | 2,3  | 0,12  | 3,6   | 0,9936   |         |
| piso nº 3 muro 4         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,4   | 1,2144   |         |
| piso nº 3 muro 5         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,61  | 1,27236  |         |
| piso nº 3 muro 6         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,04  | 0,56304  |         |
| piso nº 3 muro 7         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,08  | 0,57408  |         |
| piso nº 3 muro 8         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,77  | 1,86852  |         |
| piso nº 3 muro 9         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,1   | 1,6836   |         |
| piso nº 3 muro 10        | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,23  | 1,45935  |         |
| piso nº 3 muro 11        | m3     | 2,3  | 0,24  | 9,26  | 5,11152  | 18,0228 |

Tabla 14: Metreado de los muros del piso 3.

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |         |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|---------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | TOTAL   |          |
| piso nº 4 muro 1         | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,78  | 1,6491  |          |
| piso nº 4 muro 2         | m3     | 2,3  | 0,12  | 5,93  | 1,63668 |          |
| piso nº 4 muro 3         | m3     | 2,3  | 0,12  | 3,6   | 0,9936  |          |
| piso nº 4 muro 4         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,4   | 1,2144  |          |
| piso nº 4 muro 5         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,61  | 1,27236 |          |
| piso nº 4 muro 6         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,04  | 0,56304 |          |
| piso nº 4 muro 7         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,08  | 0,57408 |          |
| piso nº 4 muro 8         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,75  | 1,863   |          |
| piso nº 4 muro 9         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,08  | 1,67808 |          |
| piso nº 4 muro 10        | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,24  | 1,4628  |          |
| piso nº 4 muro 11        | m3     | 2,3  | 0,26  | 9,25  | 5,5315  | 18,43864 |

Tabla 15: Metreado de los muros del piso 4.

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |         |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|---------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | TOTAL   |          |
| piso nº 5 muro 1         | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,78  | 1,6491  |          |
| piso nº 5 muro 2         | m3     | 2,3  | 0,12  | 5,93  | 1,63668 |          |
| piso nº 5 muro 3         | m3     | 2,3  | 0,12  | 3,6   | 0,9936  |          |
| piso nº 5 muro 4         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,4   | 1,2144  |          |
| piso nº 5 muro 5         | m3     | 2,3  | 0,12  | 4,61  | 1,27236 |          |
| piso nº 5 muro 6         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,04  | 0,56304 |          |
| piso nº 5 muro 7         | m3     | 2,3  | 0,12  | 2,08  | 0,57408 |          |
| piso nº 5 muro 8         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,75  | 1,863   |          |
| piso nº 5 muro 9         | m3     | 2,3  | 0,12  | 6,08  | 1,67808 |          |
| piso nº 5 muro 10        | m3     | 2,3  | 0,15  | 4,24  | 1,4628  |          |
| piso nº 5 muro 11        | m3     | 2,3  | 0,28  | 9,25  | 5,957   | 18,86414 |

Tabla 16: Metreado en obra piso 5.

En cada de una de las tablas de metreado en obra se indicaron las medidas de los muros de cada piso en cuanto su ancho, alto y largo paro lo cual cada una de estas dieron un resultado final que se mide en m3. El resultado total de cada una de las tablas fue sumado al igual que el metreado inicial, con el objetivo de comparar los m3 y así mismo verificar si este sobrepasaba al que ya ha sido calculado al inicio de la obra, como lo podemos observar en el siguiente cuadro.

| CONSOLIDADO MUROS |          |            |          |
|-------------------|----------|------------|----------|
| ITEM              | M3 OBRA  | M3 TEORICO | TOTAL    |
| MUROS PISO Nº1    | 17,70517 | 20,84      |          |
| MUROS PISO Nº2    | 17,69298 | 20,84      |          |
| MUROS PISO Nº3    | 18,0228  | 20,84      |          |
| MUROS PISO Nº4    | 18,43864 | 20,84      | 104,2    |
| MUROS PISO Nº5    | 18,86414 | 20,84      | 90,72373 |

Tabla 17: Consolidado de muros

Para obtener una cantidad total de m3 fundidos para muros es necesario que se tenga en cuenta la cantidad total de m3 en cuanto a los desperdicios ya que estos tienen una incidencia en el presupuesto debido a que por estos desperdicios se pagan, por lo tanto, estos deben ser sumados a los metros cúbicos especificado en el consolidado.

| metros<br>cubicos<br>totales | Desperdicios<br>totales | Cantidad<br>total<br>cubicada |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 90,7                         | 23,5                    | 114,2                         |

Tabla 18 Desperdicios finales.

Se concluye lo siguiente:

| Presupuesto de obra  |               | Conclusiones                                                                                                                                                                                                        | Presupuesto real  |                     |
|----------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Metreo<br>proyectado | Presupuesto   |                                                                                                                                                                                                                     | Metreo en<br>obra | Presupuesto<br>real |
| 104,2                | \$ 34.907.000 |                                                                                                                                                                                                                     | 114,2             | \$ 38.257.000       |
|                      |               | Existe una diferencia del metreo proyectado con el metreo en obra que equivale a 10 m3, un incremento en el presupuesto final del 10%, donde se infiere que este porcentaje representa un incremento de \$3.350.000 |                   |                     |

Grafica 9 comparación del presupuesto

| Consolidado Final Muros |       |      |               |
|-------------------------|-------|------|---------------|
| ITEM                    | M3    | %    | \$            |
| Inicio de obra          | 104,2 | 100% | \$ 34.907.000 |
| Metreo en campo         | 90,7  | 100% | \$ 30.384.500 |
| Desperdicios            | 23,5  | 22%  | \$ 7.872.500  |
| Desperdicios finales    | 10    | 10%  | \$ 3.350.000  |
| Metreo final            | 114,2 | 110% | \$ 38.257.000 |

Tabla 19: Consolidado final para muros.

### Formato desperdicio de placas.

| PROCESOS           | CAUSAS DE DESPERDICIO EN OBRA |                     |                     |                        |                        |                              |                                  |                                           |                                    |                          |                             |                            |                                |
|--------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ITEM               | ENTREPISO                     | METREADO INICIAL M3 | METREADO EN OBRA M3 | DIFERENCIA METREADO M3 | RESIDUOS DE PROCESO M3 | CONCRETO FUNDIDO EN BOMBA M3 | DIFERENCIA DE BOMBA Y RESIDUO M3 | PORCENTAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO PARA | CUBICAJE DE DESPERDICIO PROYECTADO | SUMATORIA DE CUBICAJE M3 | RESTA DE METREADO INICIAL Y | CUBICAJE DE DESPERDICIO M3 | PORCENTAJE REAL DE DESPERDICIO |
| CONTRAPISO NIVEL 1 | 1                             | 70,12               | 71,92               | 1,8                    | 1,2                    | 0,8                          | 0,4                              | 3%                                        | 0,021036                           | 2,2                      | 67,92                       | 2,2                        | 3%                             |
| ENTREPISO NIVEL 2  | 1                             | 46,33               | 49,59               | 3,26                   | 3,6                    | 2,4                          | 1,2                              | 4%                                        | 0,018532                           | 4,46                     | 41,87                       | 4,46                       | 10%                            |
| ENTREPISO NIVEL 3  | 1                             | 46,33               | 49,59               | 3,26                   | 6                      | 4                            | 2                                | 4%                                        | 0,018532                           | 5,26                     | 41,07                       | 5,26                       | 11%                            |
| ENTREPISO NIVEL 4  | 1                             | 46,33               | 44,57               | -1,76                  | 8,4                    | 5,6                          | 2,8                              | 4%                                        | 0,018532                           | 1,04                     | 45,29                       | 1,04                       | 2%                             |
| ENTREPISO NIVEL 5  | 1                             | 46,33               | 54,61               | 8,28                   | 10,8                   | 7,2                          | 3,6                              | 5%                                        | 0,023165                           | 11,88                    | 34,45                       | 11,88                      | 26%                            |
|                    |                               |                     |                     |                        |                        |                              |                                  |                                           |                                    |                          |                             |                            |                                |

Formato 7 causas de desperdicio para placas.

Al igual que en el anterior formato para muros, en este se presente realizar una comparación de la cantidad de m3 calculados en el presupuesto y lo medido en obra que tiene que ver directamente con el trabajo de campo realizado durante el presente proyecto, en el cual se logró extraer la información suficiente que servirá como sustento para el desarrollo del presente documento.

A diferencia del formato de muros en este formato se evidencian mayores m3, que se determinará a partir de la medición realizada durante el trabajo de campo a cada una de las placas de entrepiso para cada nivel, en donde se evidenciaron mediciones de obra mayores a las mediciones iniciales, esto ocurre cuando el concreto es vaciado y por propiedades físicas de este mismo, las formaleas tienden a deformarse ocasionando mayores espesores en las placas.



Ilustración 10 pérdidas por super producción en placas



Ilustración 9 espesores menores perdidas por superproducción

En la ilustración 9 se puede evidenciar que una parte de la placa contaba con el espesor requerido mientras que en la ilustración 8 se puede observar una reducción de 1 cm siendo estas 2 fotos las que conforman la misma placa, así mismo se infiere que este centímetro de menos representa una irregularidad en toda la placa de entrepiso exactamente la numero 4, esta placa cuenta con unas dimensiones de 15.50 x 32.39 x 0.10 por consiguiente fue necesario restar los vacíos que pueden ser ductos, escaleras y ascensores. Restado los vacíos se indicará la cantidad de metros cúbicos que fueron estipulados en el presupuesto inicial y así mismo hacer una comparación con los datos recolectados del trabajo de campo de los cuales se extrajo la siguiente información que será de forma global en donde se abarcara la información del metreado en obra para todas las placas especificadas en el formato # 6 .



| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |          |           |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|----------|-----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | RESTA    | TOTAL     |
| contrapiso n             | m3     | 0,15 | 15,5  | 32,39 | 75,3068  |          |           |
| VACIOS                   |        |      |       |       |          |          |           |
| vacio nº 1               | m3     | 0,15 | 0,76  | 2,05  | 0,2337   |          |           |
| vacio nº 2               | m3     | 0,15 | 0,76  | 2,01  | 0,22914  |          |           |
| vacio nº 3               | m3     | 0,15 | 0,8   | 2,76  | 0,3312   |          |           |
| vacio nº 4               | m3     | 0,15 | 0,8   | 1,85  | 0,222    |          |           |
| vacio nº 5               | m3     | 0,15 | 1,39  | 3,19  | 0,66512  |          |           |
| vacio nº 6               | m3     | 0,15 | 1,39  | 3,12  | 0,65052  |          |           |
| vacio nº 7               | m3     | 0,15 | 0,73  | 1,85  | 0,20258  |          |           |
| vacio nº 8               | m3     | 0,15 | 0,73  | 1,95  | 0,21353  |          |           |
| vacio nº 9               | m3     | 0,15 | 1,42  | 1,84  | 0,39192  |          |           |
| vacio nº 10              | m3     | 0,15 | 0,78  | 2,05  | 0,23985  | 3,379545 | 71,927205 |

Tabla 20:metreado de campo para placas.

Estas tablas contienen datos obtenidos en el metreado de campo para cada una de las placas en las cuales se representa los vacíos y el cubicaje total de cada entre piso, entendiendo así que estos será restados para obtener el cubicaje final, cabe resaltar que la solución de estás tablas nos indican unos cubicajes mayores a los datos teóricos como se indica en la el formato número 6 y dentro de este mismo formato su puede concluir que sus desperdicios reales tienden hacer mayores por los tanto estás tablas contendrán datos generales frente a los resultados que hemos obtenido en las visitas de campo realizadas a la construcción.

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |         |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|---------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | RESTA   | TOTAL    |
| entrepiso nº 2           | m3     | 0,11 | 15,5  | 32,39 | 55,22495 |         |          |
| VACIOS                   | m3     |      |       |       |          |         |          |
| vacios nº 1              | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,05  | 0,1558   |         |          |
| vacios nº 2              | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,01  | 0,15276  |         |          |
| vacios nº 3              | m3     | 0,1  | 0,8   | 2,76  | 0,2208   |         |          |
| vacios nº 4              | m3     | 0,1  | 0,8   | 1,85  | 0,148    |         |          |
| vacios nº 5              | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,19  | 0,44341  |         |          |
| vacios nº 6              | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,12  | 0,43368  |         |          |
| vacios nº 7              | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,85  | 0,13505  |         |          |
| vacios nº 8              | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,95  | 0,14235  |         |          |
| vacios nº 9              | m3     | 0,1  | 1,42  | 1,84  | 0,26128  |         |          |
| vacios nº 10             | m3     | 0,1  | 0,78  | 2,05  | 0,1599   |         |          |
| vacios nº 11             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 12             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  |         |          |
| vacios nº 13             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 14             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 15             | m3     | 0,1  | 2,59  | 2,87  | 0,74333  |         |          |
| vacios nº 16             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 17             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 18             | m3     | 0,1  | 2,47  | 3,27  | 0,80769  |         |          |
| vacios nº 19             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,59  | 0,00885  |         |          |
| vacios nº 20             | m3     | 0,1  | 0,83  | 1,65  | 0,13695  |         |          |
| vacios nº 21             | m3     | 0,1  | 2,04  | 2,26  | 0,46104  |         |          |
| vacios nº 22             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,56  | 0,0084   |         |          |
| vacios nº 23             | m3     | 0,1  | 0,29  | 0,54  | 0,01566  |         |          |
| vacios nº 24             | m3     | 0,1  | 1,86  | 2,08  | 0,38688  |         |          |
| vacios nº 25             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 26             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 27             | m3     | 0,1  | 1,66  | 4,09  | 0,67894  |         |          |
| vacios nº 28             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 29             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 30             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 31             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  | 5,63163 | 49,59332 |

Tabla 21: Metreado de campo para placas 2

| tabla de medidas en obra |        |      |       |       |          |         |          |
|--------------------------|--------|------|-------|-------|----------|---------|----------|
| ELEMENTO ESTRUCTURAL     | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | RESTA   | TOTAL    |
| entrepiso nº 3           | m3     | 0,11 | 15,5  | 32,39 | 55,22495 |         |          |
| VACIOS                   | m3     |      |       |       |          |         |          |
| vacios nº 1              | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,05  | 0,1558   |         |          |
| vacios nº 2              | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,01  | 0,15276  |         |          |
| vacios nº 3              | m3     | 0,1  | 0,8   | 2,76  | 0,2208   |         |          |
| vacios nº 4              | m3     | 0,1  | 0,8   | 1,85  | 0,148    |         |          |
| vacios nº 5              | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,19  | 0,44341  |         |          |
| vacios nº 6              | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,12  | 0,43368  |         |          |
| vacios nº 7              | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,85  | 0,13505  |         |          |
| vacios nº 8              | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,95  | 0,14235  |         |          |
| vacios nº 9              | m3     | 0,1  | 1,42  | 1,84  | 0,26128  |         |          |
| vacios nº 10             | m3     | 0,1  | 0,78  | 2,05  | 0,1599   |         |          |
| vacios nº 11             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 12             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  |         |          |
| vacios nº 13             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 14             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 15             | m3     | 0,1  | 2,59  | 2,87  | 0,74333  |         |          |
| vacios nº 16             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 17             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 18             | m3     | 0,1  | 2,47  | 3,27  | 0,80769  |         |          |
| vacios nº 19             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,59  | 0,00885  |         |          |
| vacios nº 20             | m3     | 0,1  | 0,83  | 1,65  | 0,13695  |         |          |
| vacios nº 21             | m3     | 0,1  | 2,04  | 2,26  | 0,46104  |         |          |
| vacios nº 22             | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,56  | 0,0084   |         |          |
| vacios nº 23             | m3     | 0,1  | 0,29  | 0,54  | 0,01566  |         |          |
| vacios nº 24             | m3     | 0,1  | 1,86  | 2,08  | 0,38688  |         |          |
| vacios nº 25             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 26             | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 27             | m3     | 0,1  | 1,66  | 4,09  | 0,67894  |         |          |
| vacios nº 28             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 29             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 30             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 31             | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  | 5,63163 | 49,59332 |

Tabla 22: metreado de campo para placas 3

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | UNIDAD | ALTO | ANCHO | LARGO | SUBTOTAL | RESTA   | TOTAL    |
|----------------------|--------|------|-------|-------|----------|---------|----------|
| entrepiso nº         | m3     | 0,1  | 15,5  | 32,39 | 50,2045  |         |          |
| VACIOS               | m3     |      |       |       |          |         |          |
| vacios nº 1          | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,05  | 0,1558   |         |          |
| vacios nº 2          | m3     | 0,1  | 0,76  | 2,01  | 0,15276  |         |          |
| vacios nº 3          | m3     | 0,1  | 0,8   | 2,76  | 0,2208   |         |          |
| vacios nº 4          | m3     | 0,1  | 0,8   | 1,85  | 0,148    |         |          |
| vacios nº 5          | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,19  | 0,44341  |         |          |
| vacios nº 6          | m3     | 0,1  | 1,39  | 3,12  | 0,43368  |         |          |
| vacios nº 7          | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,85  | 0,13505  |         |          |
| vacios nº 8          | m3     | 0,1  | 0,73  | 1,95  | 0,14235  |         |          |
| vacios nº 9          | m3     | 0,1  | 1,42  | 1,84  | 0,26128  |         |          |
| vacios nº 10         | m3     | 0,1  | 0,78  | 2,05  | 0,1599   |         |          |
| vacios nº 11         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 12         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  |         |          |
| vacios nº 13         | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 14         | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,48  | 0,0072   |         |          |
| vacios nº 15         | m3     | 0,1  | 2,59  | 2,87  | 0,74333  |         |          |
| vacios nº 16         | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 17         | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 18         | m3     | 0,1  | 2,47  | 3,27  | 0,80769  |         |          |
| vacios nº 19         | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,59  | 0,00885  |         |          |
| vacios nº 20         | m3     | 0,1  | 0,83  | 1,65  | 0,13695  |         |          |
| vacios nº 21         | m3     | 0,1  | 2,04  | 2,26  | 0,46104  |         |          |
| vacios nº 22         | m3     | 0,1  | 0,15  | 0,56  | 0,0084   |         |          |
| vacios nº 23         | m3     | 0,1  | 0,29  | 0,54  | 0,01566  |         |          |
| vacios nº 24         | m3     | 0,1  | 1,86  | 2,08  | 0,38688  |         |          |
| vacios nº 25         | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 26         | m3     | 0,1  | 0,18  | 0,48  | 0,00864  |         |          |
| vacios nº 27         | m3     | 0,1  | 1,66  | 4,09  | 0,67894  |         |          |
| vacios nº 28         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 29         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,66  | 0,01386  |         |          |
| vacios nº 30         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,64  | 0,01344  |         |          |
| vacios nº 31         | m3     | 0,1  | 0,21  | 0,65  | 0,01365  | 5,63163 | 44,57287 |

Tabla 23: metreado de campo para placas 4

A continuación, se tabulará la información de lo proyectado en los presupuestos en cuanto a cantidades totales de cubicajes de la placa y seguido de esto se presentará el compilado de los metros cúbicos tomados en obra, de esta manera evidenciar si existen o no diferencias entre los metros cúbicos de estos mismos.

| Presupuesto metreado inicial |                                 |               |
|------------------------------|---------------------------------|---------------|
| M3<br>presupuestado.         | Valor unitario del<br>concreto. | valor total.  |
| 70,12                        | \$ 335.000                      | \$ 23.490.200 |
| 46,33                        | \$ 335.000                      | \$ 15.520.550 |
| 46,33                        | \$ 335.000                      | \$ 15.520.550 |
| 46,33                        | \$ 335.000                      | \$ 15.520.550 |
| 46,33                        | \$ 335.000                      | \$ 15.520.550 |
| 255,44                       | Total                           | \$ 85.572.400 |

Tabla 24: Presupuesto proyectado placas.

El valor total está representado por el color Azul que es el precio total para cada una de los niveles frente a la actividad de placas, las cuales se encuentran directamente ligadas con el presupuesto inicial de la obra, como se evidencia a continuación.

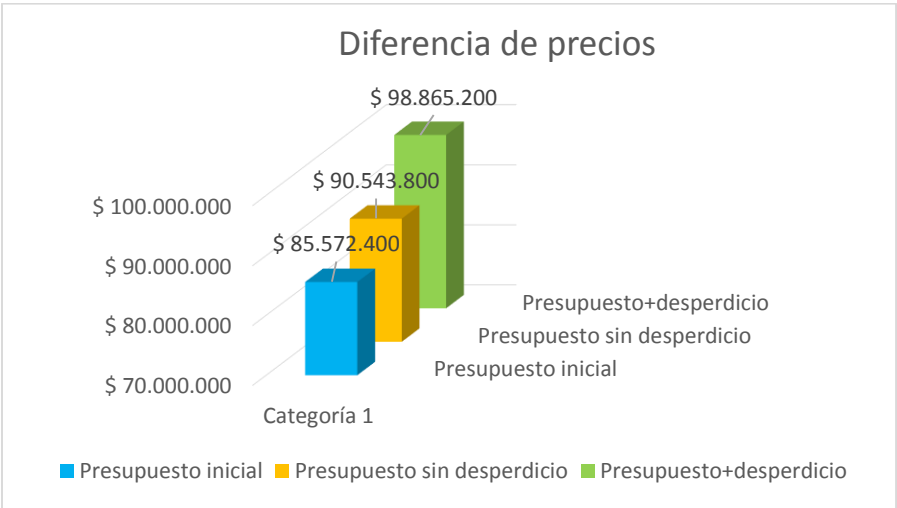
| Descripción                               | Codigo | UM | Cantidad<br>Planeada | Vr Unitario | Insumo        |
|-------------------------------------------|--------|----|----------------------|-------------|---------------|
| 2.110 Placa maciza e=0.15m Torre 4-P1     |        | m2 | 612,8                | 54.189,04   |               |
| Concreto G.C 3000 Psi 210 Kg/Cm2 ASENT 4" | 8124   | M3 | 70,12                | 335.000,00  | \$ 23.490.200 |
| Mob Placa Maciza e=0.10m                  | 2733   | m2 | 612,8                | 21.360,00   | \$ 9.607.728  |
| 2.111 Placa maciza e=0.10m Torre 4-P2     |        | m2 | 449,8                | 54.189,04   |               |
| Concreto G.C 3000 Psi 210 Kg/Cm2 ASENT 4" | 8124   | M3 | 46,33                | 318.728,55  | \$ 14.766.694 |
| Mob Placa Maciza e=0.10m                  | 2733   | M2 | 449,8                | 21.360,00   | \$ 9.607.728  |
| 2.112 Placa maciza e=0.10m Torre 4-P3     |        | m2 | 449,8                | 54.189,04   |               |
| Concreto G.C 3000 Psi 210 Kg/Cm2 ASENT 4" | 8124   | M3 | 46,33                | 318.728,55  | \$ 14.766.694 |
| Mob Placa Maciza e=0.10m                  | 2733   | M2 | 449,8                | 21.360,00   | \$ 9.607.728  |
| 2.113 Placa maciza e=0.10m Torre 4-P4     |        | m2 | 449,8                | 54.189,04   |               |
| Concreto G.C 3000 Psi 210 Kg/Cm2 ASENT 4" | 8124   | M3 | 46,33                | 318.728,55  | \$ 14.766.694 |
| Mob Placa Maciza e=0.10m                  | 2733   | M2 | 449,8                | 21.360,00   | \$ 9.607.728  |
| 2.114 Placa maciza e=0.10m Torre 4-P5     |        | m2 | 449,8                | 54.189,04   |               |
| Concreto G.C 3000 Psi 210 Kg/Cm2 ASENT 4" | 8124   | M3 | 46,33                | 318.728,55  | \$ 14.766.694 |
| Mob Placa Maciza e=0.10m                  | 2733   | M2 | 449,8                | 21.360,00   | \$ 9.607.728  |

Tabla 25 Presupuesto de obra

| Presupuesto metreado en obra |                            |                              |                         |                              |                             |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Metreado en obra             | Valor unitario de concreto | Presupuesto sin desperdicios | M3 de desperdicio final | Valor del M3 por desperdicio | Presupuesto con desperdicio |
| 71,92                        | \$ 335.000                 | \$ 24.093.200                | 2,2                     | \$ 737.000                   | \$ 24.830.200               |
| 49,59                        | \$ 335.000                 | \$ 16.612.650                | 4,46                    | \$ 1.494.100                 | \$ 18.106.750               |
| 49,59                        | \$ 335.000                 | \$ 16.612.650                | 5,26                    | \$ 1.762.100                 | \$ 18.374.750               |
| 44,57                        | \$ 335.000                 | \$ 14.930.950                | 1,04                    | \$ 348.400                   | \$ 15.279.350               |
| 54,61                        | \$ 335.000                 | \$ 18.294.350                | 11,88                   | \$ 3.979.800                 | \$ 22.274.150               |
| 270,28                       | Total                      | \$ 90.543.800                | 24,84                   | Total                        | \$ 98.865.200               |

Tabla 26: presupuesto de obra real

El presupuesto metreado en obra hace referencia a los metreados reales totales que equivalen a 270,28 m3 los cuales tienen un costo de \$90.543.800 que representan el valor total de toda la actividad de placas sin tener en cuenta la suma de los desperdicios finales que resultan ser de 24,84 y estos cuentan con un precio de \$ 8.321.400, por lo que se concluye que los desperdicios reales en placas son mayores a las proyectadas en el presupuesto, así se puede evidenciar a continuación.



Grafica 27: Diferencia de presupuestos.

En la gráfica se puede evidenciar la diferencia de precios entre el presupuesto inicial que es de \$85.572.400 y el presupuesto final que es de \$90.543.800 del cual existe una diferencia de 4,938.000, la diferencia comienza variar ya que al presupuesto final se le deben sumar los desperdicios que son de \$8.321.400, por lo que el desperdicio final más los desperdicios tiene un total de \$98.865.200 por lo tanto la diferencia final entre el presupuesto inicial el presupuesto final resulta ser de **\$13.292.800**, con base en este resultado podemos decir que en el presupuesto inicial existe un incremento del 15% en el presupuesto final.

| CONSOLIDADO DE PLACAS |         |            |        |
|-----------------------|---------|------------|--------|
| ITEM                  | M3 OBRA | M3 TEORICO | TOTAL  |
| CONTRAPISO N° 1       | 71,92   | 70,12      |        |
| ENTREPISO N°2         | 49,59   | 46,33      |        |
| ENTREPISO N°3         | 49,59   | 46,33      |        |
| ENTREPISO N°4         | 44,57   | 46,33      | 255,44 |
| ENTREPISO N°5         | 54,61   | 46,33      | 270,28 |

Tabla 28: Consolidado de placas.

En el cuadro anterior encontramos el consolidado total de M3 fundidos donde se evidencia la cantidad total que se tenían especificados al inicio de la obra y cantidad total que fueron el resultado del metreo en campo, sin que a este se le sumen los desperdicios totales que resultaron ser de 24,84 M3, a continuación se especifican sus porcentajes y sus precios.

| Consolidado Final Placas |        |      |               |
|--------------------------|--------|------|---------------|
| ITEM                     | M3     | %    | \$            |
| Inicio de obra           | 255,44 | 100% | \$ 85.572.400 |
| Metreo en campo          | 270,28 | 100% | \$ 90.543.800 |
| Desperdcios              | 24,84  | 9.7% | \$ 8.321.400  |
| Desperdicios finales     | 39,68  | 15%  | \$ 13.292.800 |
| Metreo final             | 295,12 | 110% | \$ 98.865.200 |

Tabla 29: Consolidado final de placas

Se concluye que las placas presentaron un incremento del 15% frente a lo que se tenía presupuestado al inicio de la obra, esto quiere decir que hubo un incremento de \$13.292.800 frente al presupuesto de la obra \$85.572.400 para la actividad de placas.

|                  | Porcentajes metreado inicial |       | Porcentajes metreado en obra |       |
|------------------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|
|                  | %                            | M3    | %                            | M3    |
| PLACA PLANTA N°1 | 3%                           | 0,021 | 3%                           | 2,2   |
| PLACA PLANTA N°2 | 4%                           | 0,018 | 10%                          | 4,46  |
| PLACA PLANTA N°3 | 4%                           | 0,018 | 11%                          | 5,26  |
| PLACA PLANTA N°4 | 4%                           | 0,018 | 2%                           | 1,04  |
| PLACA PLANTA N°5 | 5%                           | 0,023 | 26%                          | 11,88 |

Tabla 30: Comparación de porcentajes

| Presupuesto de obra |               | Conclusiones                                                                                                                                                                                                                                                  | Presupuesto real |                  |
|---------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| Metreo proyectado   | Presupuesto   |                                                                                                                                                                                                                                                               | Metreo en obra   | Presupuesto real |
| 255,44              | \$ 90.543.800 |                                                                                                                                                                                                                                                               | 279,28           | \$ 98.865.200    |
|                     |               | Se concluye que las placas presentaron un incremento del 15% frente a lo que se tenía presupuestado al inicio de la obra, esto quiere decir que hubo un incremento de \$13.292.800 frente al presupuesto de la obra \$85.572.400 para la actividad de placas. |                  |                  |

Tabla 31: Tabla de conclusiones placas



### **Conclusiones.**

Durante la ejecución de las actividades de muros y placas se presentaron porcentajes diferentes a los que se tenían proyectado en el inicio de la obra, esto se debe a que durante la ejecución de estas actividades existieron varias causas de desperdicios tanto directos como indirectos que incidieron directamente en el presupuesto final para cada una de las actividades, se presentan algunas de las causas más frecuentes que fueron analizadas en cuanto las actividades ya mencionadas anteriormente para la torre número 4 con la colaboración de la arquitecta residente.

#### **Perdidas por superproducción.**

En el caso del concreto esto ocurre con mayor frecuencia durante el vaciado de placas debido a la fuerza que este produce lo que ocasiona que la cantidad de material que se fundio sea mucho mayor a la proyectada inicialmente, como se observa en la siguiente foto, donde se presentaba sobredimensionamiento para uno de los muros de la torre 4, debido

Ilustración 11: Sobredimensionamiento muro



Tomada por Carlos Rojas

### **Perdidas por residuos de proceso.**

Cuando se realizan vaciados en pisos superiores las construcciones suelen bombear estos pisos mediante tuberías de acero, las cuales permiten bombear el concreto desde las zonas inferiores hasta los niveles donde sea requerido, sin embargo, durante el proceso de limpieza de la tubería se puede apreciar la gran cantidad de concreto que queda atrapada en toda la longitud del tubo. Adicionalmente durante el proceso de vaciado de elementos verticales es necesario realizar movimientos de la tubería, lo que produce pérdidas de material y de esta misma forma se presenten aumentos en sus porcentajes de pérdidas.

Ilustración 12 Residuos de tubería.



*Tomada por Carlos Rojas*

---

Ilustración 13: Tubería de bombeo.



*Tomada por Carlos Rojas*

### Perdidas por trabajos adicionales.

Es una pérdida indirecta que ocurre cuando no existe un control frente a los procesos previos de la construcción, esto sucede de manera frecuente cuando hay un desplome, por lo tanto, existe una obligación por parte del obrero de compensar con mayores volúmenes de mezcla dicho desplome.

Ilustración 14: Desplome de muro



Foto tomada por Carlos Rojas

Por lo tanto, se concluye que para las actividades de muros y placas se presentan tres causas fundamentales por las que se incrementan los costos en las actividades, así como se evidencio en las ilustraciones 11, 12, 13 y 14 donde se hacen evidentes los problemas que presentaban las torres. Las siguientes tablas nos muestran las cantidades de desperdicios que se presentaba para cada una de las dos actividades:

| Consolidado Final Placas |        |      |               |
|--------------------------|--------|------|---------------|
| ITEM                     | M3     | %    | \$            |
| Inicio de obra           | 255,44 | 100% | \$ 85.572.400 |
| Metreo en campo          | 270,28 | 100% | \$ 90.543.800 |
| Desperdcios              | 24,84  | 9.7% | \$ 8.321.400  |
| Desperdicios finales     | 39,68  | 15%  | \$ 13.292.800 |
| Metreo final             | 295,12 | 110% | \$ 98.865.200 |

| Consolidado Final Muros |       |      |               |
|-------------------------|-------|------|---------------|
| ITEM                    | M3    | %    | \$            |
| Inicio de obra          | 104,2 | 100% | \$ 34.907.000 |
| Metreo en campo         | 90,7  | 100% | \$ 30.384.500 |
| Desperdcios             | 23,5  | 22%  | \$ 7.872.500  |
| Desperdicios finales    | 10    | 10%  | \$ 3.350.000  |
| Metreo final            | 114,2 | 110% | \$ 38.257.000 |

Se concluye que las placas presentaron un incremento del 15% frente a lo que se tenía presupuestado al inicio de la obra, esto quiere decir que hubo un incremento de \$13.292.800 frente al presupuesto de la obra \$85.572.400 para la actividad de placas, mientras que en los muros existe una diferencia del metreo proyectado con el metreo en obra que equivale a 10 m3, un incremento en el presupuesto final del 10%, donde se infiere que este porcentaje representa un incremento de \$3.350.000

Por consiguiente, los desperdicios finales en cuanto a muros y placas tienen gran incidencia en el presupuesto final para cada una de las actividades, en donde es evidente que no se logró cumplir con los desperdicios que se tenían proyectados, por múltiples causas entre las más importantes que se resaltan en el presente documento son: por superproducción, residuos de procesos y trabajos adicionales.

| Porcentajes de perdidas finales |               |     |               |    |
|---------------------------------|---------------|-----|---------------|----|
| Torre # 4                       | MUROS         |     | PLACAS        |    |
|                                 | % DE PERDIDAS |     | % DE PERDIDAS |    |
| PLANTA N°1                      | 17%           | 23% | 3%            | 9% |
| PLANTA N°2                      | 21%           |     | 10%           |    |
| PLANTA N°3                      | 23%           |     | 11%           |    |
| PLANTA N°4                      | 25%           |     | 2%            |    |
| PLANTA N°5                      | 27%           |     | 20%           |    |

Tabla 32 Promedio de pérdidas para muros y placas

En la tabla 30 encontramos un promedio de porcentajes en cuanto a las perdidas reales que se presentaron en la ejecución de las actividades de muros y placas, en don se evidencia el promedio de pérdidas en las dos actividades que son: placas de un 9 % y para muros de un %23. Los muros presentan mayores porcentajes de perdidas ya que las pérdidas que tenían proyectadas eran menores a un 1m<sup>3</sup>, mientras que los desperdicios estuvieron por encima de los 2 M<sup>3</sup>, y en las placas se presentan un promedio menor, pero este se debe a que se calculaban mayores porcentajes de pérdidas para las placas.

### **Reducir perdidas significa beneficios económicos.**

Cuando existe una reducción de desperdicios se infiere que la obra no presentara aumentos económicos en ninguna de las actividades dentro de la obra, esto se encuentra ligado a una buena administración, en donde el personal encargado debe asumir su rol como supervisor, debe verificar que aquellas actividades en donde se producen grandes desperdicios cuenten con una buena ejecución y control de estas, de lo contrario se presentarían problemas dentro de las actividades que incluyen aumentos en los presupuestos de la obra, así como se evidencio en el presente documento donde los porcentajes de desperdicios tienen incrementos del 10% y el 15% frente a lo proyectado. Así mismos se presentará mejoras en la productividad del operario y sus tiempos de ejecución ya que al contar con una buena supervisión en las actividades se reducen las pérdidas, por lo que es necesario tener en cuenta los desperdicios directos e indirectos que pueden llegar hacer mayores en otras obras,

### **RECOMENDACIONES PARA FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

Esta monografía muestra la incidencia de los desperdicios en el presupuesto para la construcción de placas y muros en la torre número 4, sin embargo, aún queda mucho tema por investigar que es de gran importancia y que pueden representar costos mayores dentro de la misma construcción como para otros proyectos. En ciudades como Brasil y Perú se realizaron múltiples investigaciones donde se obtuvieron datos interesantes frente al consumo de los materiales, las causas de los desperdicios y su incidencia en el presupuesto, obteniendo datos con mayor importancia y a una mayor escala.

De esta misma forma es de gran importancia realizar una investigación en donde se tenga la oportunidad de comparar de los datos obtenidos en el presente documento, con los que se pueden obtener en otros tipos de proyectos tales como viviendas, centro comercial etc, y así de esta manera contribuir en el sector de la construcción colombiana proporcionando datos reales en cuanto al consumo de materiales. Otro aspecto interesante sobre el cual se ha tratado en este trabajo y que podría merecer un trabajo de profundización es la relación directa que existe entre el desperdicio de materiales y la administración, puede brindar mayor información sobre las causas y el control de los materiales.

**Bibliografía.**

- Botero.L. (2006). “*Construcciones sin perdidas*”. Bogotá D.C, Colombia. Legis S.A
- Martinez.G-Pellicer.E (2007). “*Organización y gestión de proyectos*”. Madrid, España. Mc Graw Hill
- Muñoz. A. (2015). “Construcción, interventoría y supervisión técnica de las edificaciones de concreto estructural según el reglamento Colombiano NSR-10”. Bogotá D.C, Colombia. Asocreto
- Asocreto. (2007). “José concreto. Manual de consejos prácticos sobre el concreto”. Bogotá D.C, Colombia. Asocreto
- Soibelman.L (2000). “*Material de desperdicio en la industria de la construcción: incidencia y control*”. Recuperado de: <https://bit.ly/2rsa20B>
- Giannasi. E (2012).” *INTI-Instituto nacional de tecnología industrial*”. Recuperado de: <https://bit.ly/2I1IYfS>
- Autor desconocido. (2000). *Desperdicios vs el control de materiales*. Recuperado de: <http://imcyc.com/cyt/septiembre03/desperdicios.htm>
- Galarza. M (2011).”Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: métodos de medición y control.” Tomado de: <https://bit.ly/2HZyp0C>

