



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO:**

**Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil.**

**AUTOR:**

**Naranjo Salazar, César Enrique**

**Trabajo de Grado previo a la obtención del Título de:  
INGENIERO CIVIL**

**TUTOR:**

**ING. Varela Terreros, Nancy Fátima**

**Guayaquil, Ecuador  
2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CÍVIL**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Naranjo Salazar, César Enrique** como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Civil**.

### **TUTOR (A)**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Nancy Fátima Varela Terreros**

### **REVISOR(ES)**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Roberto Murillo Bustamante**

\_\_\_\_\_  
**Lcda. Vilma St. Omer Navarro**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Lilia Valarezo de Pareja**

**Guayaquil, a los 22 del mes de Julio del año 2013**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CÍVIL**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **César Enrique Naranjo Salazar**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil**, previa a la obtención del Título **de Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 22 del mes de Julio del año 2013**

**EL AUTOR (A)**

---

**César Enrique Naranjo Salazar**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CÍVIL

## AUTORIZACIÓN

Yo, **César Enrique Naranjo Salazar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Aplicación del sistema Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social en la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 22 del mes de Julio del año 2013**

**EL AUTOR:**

---

**César Enrique Naranjo Salazar**

## **AGRADECIMIENTO**

**Primeramente a Dios por ser el motor principal de mi vida y darme la oportunidad de poder alcanzar esta meta, ya que sin Él ninguna meta podría ser alcanzada en la vida.**

**A mis padres, por apoyarme siempre en todo momento, desde que me dieron la vida.**

**A mi querida Tutora Ing. Nancy Varela por su apoyo, dedicación y tiempo brindado hacia mi persona durante este proceso de titulación.**

**Al Ing. César Baquerizo Arosemena por su guía, orientación y tiempo dedicado durante este proceso.**

**Al Ing. Roy Schelling por su colaboración incondicional, y consejos brindados en la elaboración de este trabajo de grado.**

**A mis amigos por estar conmigo acompañándome en los buenos y malos momentos.**

**César Enrique Naranjo Salazar**

## **DEDICATORIA**

**De manera especial a mis padres,**

**A mi padre, por ser un ejemplo y guía para mí, por ser un padre muy responsable y haberme transmitido sus enseñanzas y principios a lo largo de mi vida.**

**A mí amada madre, por haber estado acompañándome y apoyándome de manera incondicional en todo momento y por haber contribuido con sus ejemplos y enseñanzas a mi desarrollo personal.**

**A mis dos abuelitas que desde el cielo, se que están muy orgullosas y contentas por haber logrado alcanzar esta meta.**

**César Enrique Naranjo Salazar**

# **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING NANCY FÁTIMA VARELA TERREROS  
PROFESOR GUÍA Ó TUTOR**

---

**ING. ROBERTO MURILLO BUSTAMANTE  
PROFESOR DELEGADO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CÍVIL**

**CALIFICACIÓN**

---

**ING. NANCY FÁTIMA VARELA TERREROS**

# ÍNDICE GENERAL

<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	1
<b>2. INTRODUCCION</b> .....	3
<b>3. JUSTIFICACION</b> .....	4
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	7
4.1. OBJETIVO PRINCIPAL .....	7
4.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	7
<b>5. ALCANCE</b> .....	8
<b>6. METODOLOGÍA</b> .....	9
<b>7. MARCO TEÓRICO</b> .....	11
7.1. DEFINICIÓN .....	11
7.2. OBJETIVO DE LEAN CONSTRUCTION .....	12
7.3. INTRODUCCION A LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION... 12	
7.4. HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION.....	15
7.4.1. ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA .....	15
7.4.1.1. DEFINICION DE CRONOGRAMA PERT .....	16
7.4.1.2. DEFINICION DE CPM .....	16
7.4.1.3. DEFINICION DE EFA.....	16
7.4.2. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME) .....	17
7.4.3. REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO .....	18
7.4.4. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM) .....	18
7.4.4.1. DIAGRAMA DE ESPAGUETI.....	19

7.4.5. GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT) .....	19
7.4.5.1. DEFINICION DE TQM.....	19
7.4.5.2. OBJETIVOS DE TQM .....	20
7.4.5.3. ELEMENTOS DE TQM .....	21
7.4.5.4. LOS PUNTOS DE DEMING. ....	21
7.4.5.5. SEIS SIGMA.....	24
7.4.5.5.1. DEFINICION DE SEIS SIGMA. ....	24
7.4.5.5.2. NIVELES DE DESEMPEÑO EN SIGMA.....	25
7.4.5.5.3. PRINCIPIOS DE LA METODOLOGIA SEIS SIGMA. ...	26
7.4.5.5.4. PREMISAS DE SEIS SIGMA.....	27
7.4.5.5.5. VARIACION EN SEIS SIGMA. ....	27
7.4.5.5.6. ECUCACION DE GESTION. ....	28
7.4.5.5.7. MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	29
7.4.6. ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM) .....	30
<b>8. CRÍTICA A LA BASE TEÓRICA DE LA PLANIFICACION TRADICIONAL, EL MODELO DE CONVERSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>9. EL MODELO DE FLUJOS .....</b>	<b>35</b>
<b>10. COMPARACIÓN ENTRE PRODUCCION TRADICIONAL Y PRODUCCION LEAN.....</b>	<b>37</b>
<b>11. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCION EN SERIE DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....</b>	<b>38</b>

11.1. ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA .....	40
11.1.1.    APLICACIÓN .....	40
11.2. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME) .....	49
11.2.1.    APLICACIÓN.....	49
11.3. REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO (BUSINESS PROCESS REENGINEERING) .....	50
11.3.1.    APLICACIÓN .....	50
11.3.1.1. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS .....	50
11.3.1.2. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN INSTALACIONES ELECTRICAS.....	54
11.3.1.3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL RUBRO DE ENLUCIDOS .....	56
11.3.1.3.1.    INFORMACION DE MAQUINA ENFOCADORA Y TRANSPORTADORA DE MORTEROS COMUNES Y ESPECIALES “TURBOSOL” .....	56
11.4. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM) .....	59
11.4.1.    APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA “SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM).....	59
11.4.1.1. APLICACIÓN DEL DIAGRAMA DE ESPAGUETI DE ECOCITY .....	60
11.4.1.2. RESULTADOS DEL DIAGRAMA DE ESPAGUETI .....	61
11.5. GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT) 64	
11.5.1.    APLICACIÓN DEL METODO DMAMC .....	64
11.6. ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM) .....	69

11.6.1.	APLICACIÓN .....	69
11.6.1.1.	CONTROL DE PRODUCCION SEMANAL Y LOS COMPROMISOS .....	69
<b>12.</b>	<b>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
12.1.	ADMINISTRACION DE PROCESOS POR DEMANDA .....	75
12.2.	JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME) .....	75
12.3.	REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO (BUSINESS PROCESS REENGINEERING) .....	76
12.3.1.	APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS.....	77
12.3.2.	APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	77
12.3.3.	APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA EN EL RUBRO ENLUCIDOS .....	78
12.4.	SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM) .....	79
12.5.	GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT) .	79
12.6.	EL ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM).....	80
<b>13.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>82</b>
<b>14.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DEFECTOS POR MILLON DE OPORTUNIDADES EN NIVELES SIGMA .....	25
TABLA 2: DIFERENCIAS ENTRE PRODUCCION TRADICIONAL Y PRODUCCION LEAN .....	37
TABLA 3: ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CALLE N°1 .....	41
TABLA 4: CRONOGRAMA PERT .....	45
TABLA 5: DURACIÓN DE ACTIVIDADES .....	46
TABLA 6: ACTIVIDADES DE LA CALLE 1 VS CALLE 2 .....	47
TABLA 7: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE APLICAR LA REINGENIERIA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS Y NO APLICARLA .....	54
TABLA 8: RENDIMIENTO M/O CON MAQUINA TURBOSOL .....	58
TABLA 9: RENDIMIENTO EN TIEMPO CON USO DE LA MAQUINA TURBOSOL .....	58
TABLA 10: KILÓMETROS RECORRIDOS AL DIA EN ECOCITY POR CARGO	61
TABLA 11: CALCULO DEL VALOR PROMEDIO DEL KM EN ECOCITY .....	62
TABLA 12: COSTO DE TRANSPORTE MENSUAL EN ECOCITY .....	62
TABLA 13: VALOR AHORRADO CON LA NUEVA UBICACIÓN DE BODEGA Y OFICINA DE OBRA EN ECOCTIY .....	63
TABLA 14: PROCESO PARA EL EGRESO DE MATERIALES DE BODEGA ..	64
TABLA 15: TIEMPO PROMEDIO EN ACTIVIDADES RELEVANTES EN ECOCITY .....	66
TABLA 16: DIAGRAMA DE ISHIKAWA .....	67

TABLA 17: PROCESO PARA EL EGRESO DE MATEERIALES DE BODEGA NUEVO.....	68
TABLA 18: PLANIFICACIÓN SEMANAL ECOCITY.....	71
TABLA 19: CAUSA RAÍZ.....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURA 1: INCREMENTO DE VIVIENDAS EN GUAYAQUIL, LAS CIFRAS INCLUYEN CONSTRUCCIONES CLASIFICADAS COMO NO TERMINADAS Y URBANO MARGINALES .....	4
FIGURA 2: DÉFICIT DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL .....	5
FIGURA 3: MÉTODO DMAMC .....	29
FIGURA 4: MODELO DE CONVERSIÓN (LIRA, 1996) .....	32
FIGURA 5: MODELO DE FLUJO SEGÚN LEAN CONSTRUCTION.....	35
FIGURA 6: VILLAS MODELO MARGARITA 3D.....	38
FIGURA 7: OBRA GRIS DE VILLAS ECOCITY MODELO MARGARITA .....	39
FIGURA 8: ACTIVIDADES SEGÚN GRUPO DE TRABAJO .....	43
FIGURA 9: CONTRAPISO ARMADO LISTO PARA LA FUNDICIÓN.....	51
FIGURA 10: FUNDICIÓN DE CONTRAPISO EN CALLE N°1.....	52
FIGURA 11: PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PARA DIFERENTES USOS.....	53
FIGURA 12: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN Y DISTRIBUCIÓN PARA LOS CONTRAPISOS.....	53
FIGURA 13: KITS ELECTRICOS.....	55
FIGURA 14: ENLUCIDO MEDIANTE MAQUINA TURBOSOL.....	56
FIGURA 15: DIAGRAMA DE ESPAGUETI DE ECOCITY.....	60
FIGURA 16: NUEVA PROPUESTA DE UBICACIÓN DE BODEGA Y OFICINA DE OBRA.....	63
FIGURA 17: ÍNDICE DE CONFIABILIDAD DE COMPROMISOS .....	72
FIGURA 18: DIFERENCIA DE ENLUCIDO EN PRIMERA CALLE CON SEGUNDA CALLE .....	78

## **1. ANTECEDENTES.-**

El incremento de la población en los últimos años de la ciudad de Guayaquil (2'526.927 habitantes según el Censo INEC 2010), debido a la migración poblacional desde diferentes sectores del Ecuador para buscar nuevas fuentes de trabajo que aseguren el futuro de sus familias, es una de las principales causas del déficit de vivienda digna en nuestra ciudad.

Después de citar estas cifras en Guayaquil, una urbe con más de dos millones de habitantes, se hace evidente que la escasez de vivienda representa un problema crítico y que es necesaria la aplicación de nuevas filosofías para la administración de la producción en la construcción como lo es “Lean Construction”, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

Sin duda alguna el sector de la construcción es un recurso casi imprescindible en la economía de un país. A pesar de su importancia aún se encuentran fallas en dicho sector como: baja productividad y calidad, accidentes laborales, incumplimientos en los tiempos fijados para la entrega, desfases en los presupuestos, etc.

Se puede ver a “Lean Construction” como la aplicación de las herramientas de la filosofía “Lean Manufacturing” la cual se originó en Japón en el año 1950 y que fueron aplicadas por primera vez en la empresa Toyota.

A principios de este siglo se realizaron estudios más a fondo, desarrollando nuevas herramientas del Lean Construction, el cual se enfoca en crear un sistema de producción ajustado que minimice residuos y herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución de proyectos de construcción, mejorando las herramientas ya existentes, y aplicando en diferentes países tales como: Japón, Inglaterra, Finlandia, Dinamarca, Estados Unidos, Israel, Brasil, Chile, Perú, con excelentes resultados y una muy buena aceptación en estos países y otros países vecinos difundiéndose así a más partes del mundo.

Actualmente se imparten cursos de Lean Construction en las universidades de muchos países, incluido el nuestro, y así mismo se están desarrollando empresas especializadas y dedicadas a asesorar a las empresas constructoras en la aplicación del Lean Construction y sus beneficios.

Indiscutiblemente Lean Construction es el presente y el futuro en lo que a administración en la construcción se refiere. Este sistema ya ha sido aplicado con éxito en diferentes sectores industriales y ahora ha llegado a ser aplicado en la construcción con el nombre de Lean Construction.

## **2. INTRODUCCION.-**

De acuerdo a Koskela (1993), el consumo excesivo de materiales en las obras es de aproximadamente 10%. En cuanto a los procesos de flujo de trabajo, la proporción media del tiempo de trabajo utilizado en actividades de valor añadido se estima en 36% (Technology, 2011). La productividad de la construcción tiene numerosos factores que perjudican la rentabilidad deseada, por lo que últimamente se han presentado concretas propuestas de cómo optimizar drásticamente la práctica constructiva; se ha realizado experimentos y se ha conseguido favorables datos relacionados con nuevos procedimientos de administración.

Los principios de Lean Construction se basan en los cambios del ámbito conceptual de cómo administrar el mejoramiento de la productividad y dirigir los esfuerzos a estabilizar el flujo de trabajo.

Las ideas de la filosofía Lean nacen en Japón en el año 1950, como una alternativa para mejorar los sistemas de producción. La aplicación más prominente fue la ejecutada en el sistema de producción de la Toyota, por el ingeniero Ohno (Monden, 1983; Shingo, 1984; Ohno, 1988; Ohno, 1988; Shingo, 1988; Koskela, 1992). De esto nace la visión de Lean Construction como una manera de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto final y a optimizar las actividades que sí agregan valor. (Technology, 2011)

Examinando estos aspectos fundamentales, y por medio de la planificación e inspección de proyectos encaminada desde la percepción de Lean Construction, se busca la optimización en la ejecución y desarrollo de los proyectos en el campo de la construcción.

La filosofía de producción del Lean Construction ha demostrado que aumenta la fiabilidad de los proyectos al mejorar la dirección de sus elementos, con la aplicación de este en varios países.

### 3. JUSTIFICACIÓN.-

En la Figura 1 se presentan cifras estadísticas que muestran el auge actual de los proyectos de vivienda en la ciudad de Guayaquil que han venido desarrollándose en gran magnitud. Esto se debe a que en los últimos años ha habido una mayor facilidad para ingresar a créditos para la obtención de una vivienda digna, como por ejemplo los bonos de vivienda, los cuales han incentivado a muchas personas de escasos recursos a adquirir una vivienda con todos los servicios básicos. Fueron 671.452 las viviendas registradas en Guayaquil en el Censo INEC 2010, incluyendo construcciones clasificadas como no terminadas y urbanas marginales. Esta cifra, al ser comparada con la del censo del 2001 que fue de 520.790, indica un crecimiento de vivienda del 28,9%. En el año de 1990 se contabilizaron 369.775 viviendas, lo que indica un incremento del 40% respecto del 2001.

**Figura 1: Incremento de viviendas en Guayaquil. Las cifras incluyen construcciones clasificadas como no terminadas y urbano marginales**



**Fuente: Censos de población y vivienda de los años 1990, 2001 y 2010.**

A pesar del notorio incremento de viviendas en la ciudad de Guayaquil, según los datos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Miduvi), en

la ciudad de Guayaquil el déficit de vivienda también ha tenido un incremento a lo largo de los años el cual se muestra en la Figura 2. La información proporcionada por la M. Ilustre Municipalidad de Guayaquil indica que en el año 1990 el déficit era de 97.025 viviendas, en el 2001 fue de 180.000 viviendas y en el año 2010 fue de 214.635 viviendas, según la M. Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

**Figura 2: Déficit de viviendas en la ciudad de Guayaquil**



**Fuente: M. Ilustre Municipalidad de Guayaquil (DPLANG)**

Es por esto que muchas empresas constructoras se han motivado a interesarse cada vez más por la construcción de proyectos masivos de vivienda, muchos por parte de promotoras inmobiliarias privadas y otros por parte del gobierno o municipio de la ciudad de Guayaquil.

Según la revista Ekos – Sector Inmobiliario, el análisis denominado Resumen Inmobiliario en la ciudad de Guayaquil, realizado por la consultora MarketWatch, estipula que entre 2010 y 2011, la ciudad tuvo un incremento de la construcción de 73,88% lo que equivale a un crecimiento de 694.014

m<sup>2</sup>, lo que da una clara visión del desarrollo del sector de la construcción en la urbe.

Teniendo presente las necesidades de vivienda digna que en la actualidad se presentan en la ciudad de Guayaquil, además de problemas tales como costos, tiempo y calidad que habitualmente se dan en el campo de la construcción, la implementación de este nuevo sistema en administración de la construcción denominado Lean Construction es necesaria.

## **4. OBJETIVOS.-**

### **4.1. OBJETIVO PRINCIPAL.-**

El objetivo principal de este trabajo de grado es realizar una comparación entre el método tradicional de administración de construcción y el método Lean Construction, dentro de un proceso de construcción en serie de vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil, teniendo como base para esta aplicación documentos existentes y la aplicación de las herramientas de Lean Construction en la construcción de la urbanización "Ecocity", construida por la empresa constructora Conbaquerizo Cía. Ltda.

### **4.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS.-**

- a) Determinar en que se fundamenta el sistema Lean Construction para tener en cuenta las herramientas básicas que se van a usar en la aplicación del mismo.
- b) Establecer cómo se deben aplicar las herramientas de Lean Construction en la construcción en serie de viviendas de interés social.
- c) Demostrar los beneficios que se obtendrán como resultados al aplicar las herramientas del sistema Lean Construction en comparación con el sistema de administración tradicional que se ha venido utilizando en la construcción.

## **5. ALCANCE.-**

Toda la información para este Trabajo de Grado se obtendrá a partir de mediciones que se realizarán en la construcción de viviendas a lo largo de dos calles de la Cdla. Ecocity, ubicada en la ciudad de Guayaquil, en el km 14 ½ vía a Daule. Para poder hacer la comparación de la aplicación del sistema Lean Construction se usará la información obtenida en la calle N°1 con el método de administración de la construcción tradicional, y los que se obtengan con la aplicación del sistema lean Construction en la calle N°2.

El análisis de los períodos de tiempo de cada uno de los rubros, de la calidad del producto terminado, costos, entre otros factores, serán medidos hasta el estado de obra gris de las viviendas; este estudio no incluirá los acabados como pintura, piezas sanitarias, puertas de madera, entre otros ya que algunas viviendas serán con acabados básicos y otras con acabados “full” dependiendo el pedido del cliente (promotora).

## **6. METODOLOGÍA.-**

La metodología de este trabajo de grado es de carácter práctico-teórico, ya que para poder hacer el análisis del método hay que analizar la construcción de estas viviendas utilizando los dos métodos de administración en la construcción: el tradicional y aplicando la metodología LEAN CONSTRUCTION; se hará el análisis y comparación entre las dos metodologías y se sacarán las conclusiones al aplicar las herramientas de Lean Construction.

Para lograr que la aplicación del sistema Lean Construction tenga éxito en las fases del proyecto se debe tener en claro la aplicación de las herramientas del mismo desde la etapa de planeación hasta la fase final. Para esto se crearán grupos de trabajo liderados por un encargado el cual debe tomar las ideas de este sistema, aplicar sus herramientas y controlarlas durante la ejecución de las mismas.

Para la aplicación de estas herramientas se usarán diferentes tablas de Excel de las cuales se obtendrán conclusiones de cada una de las herramientas del sistema Lean Construction, como también permitirá comparar este sistema con el sistema de administración tradicional. Asimismo es de suma importancia el uso del programa Project del cual se obtendrán los diferentes diagramas y cronogramas de trabajo, así como la de la ruta crítica, y tiempos de duración de las diferentes actividades del proyecto o rubros.

Se debe tener muy en cuenta que aunque el Sistema Lean Construction no obliga a la utilización de formatos, la herramienta el Ultimo Planificador, es de suma importancia y de uso obligatorio dentro de la aplicación de este, ya que sirve para el control y manejo de tiempos. Por tanto, esta herramienta también se utilizará durante el desarrollo del proyecto.

Para lograr los objetivos propuestos se realizará lo siguiente:

- a) Se aplicará la Metodología Lean Construction en los rubros que pertenecen a las fases de estructura general y enlucidos en la construcción en serie de vivienda para interés social en la ciudad de Guayaquil, en la obra Ecocity construida por la empresa Conbaquerizo Cía. Ltda., mejorando y optimizando el uso de tiempo y recursos utilizados.
- b) Esta aplicación y su correspondiente análisis se hará en dos calles diferentes. En la primera calle denominada calle N°1 se aplicará el sistema de administración tradicional de construcción, y en la calle N° 2 se aplicará el sistema Lean Construction. Cada una de las calles contará con 26 viviendas de una planta denominadas Modelo Margarita 3D (3 dormitorios) de 45,32 m<sup>2</sup> de construcción.
- c) Con los resultados obtenidos se comparará y se obtendrán las ventajas y/o desventajas del sistema Lean Construction en relación con la construcción de este tipo de vivienda aplicando el método de administración en la construcción tradicional.

## **7. MARCO TEÓRICO.-**

### **7.1. DEFINICIÓN.-**

Según el Instituto de Lean Construction (ILC), Lean Construction es una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). Se enfoca en crear un sistema de producción ajustado que minimice residuos y herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución de proyectos. (Technology, 2011)

Lean Construction nace en la década del 90 en Finlandia, donde el Ingeniero civil Lauri Koskela sistematizó los conceptos más avanzados de la administración moderna (Benchmarking; Kaizen o Mejoramiento continuo; Justo a Tiempo, etc.) junto con la Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo para reformular los conceptos clásicos de programar y control de Obras.

La herramienta el Ultimo Planificador (Last Planner System) fue creada en el año 2000 por el profesor Glenn Ballard, y se considera como una herramienta imprescindible para la programación de los proyectos de construcción. (Technology, 2011)

En síntesis, el Lean Construction o construcción sin pérdidas es la transformación de sistemas aplicados ya a diferentes tipos de industrias hacia un sistema que pueda ser aplicado en la construcción pero con los mismos principios que se han aplicado en otras industrias y obteniendo excelentes resultados, optimizando la producción y teniendo en cuenta tres factores importantes en el campo de la construcción que son tiempo, costo y calidad.

## **7.2. OBJETIVO DE LEAN CONSTRUCTION.-**

Las redes orientadas y cerradas siempre tienen actividades con holguras y el objetivo es convertir dichas actividades en críticas (holgura cero) pero teniendo en cuenta los flujos, los mismos que deben ser reducidos al mínimo con el mejoramiento continuo de la disposición en planta (layout plant) que repercute en una mejora en la producción y por ende en la Productividad. (Rodríguez Castillejo, 2003)

Se conoce como holgura a la cantidad de tiempo que puede retrasarse una actividad sin afectar el inicio de las actividades siguientes; por lo tanto holgura cero significa que el período de holgura tiene que ser 0, es decir no se puede tolerar retraso alguno en las actividades.

El principal objetivo del Lean Construction dentro del análisis realizado para el presente trabajo de investigación, es el de eliminar las actividades que representan pérdidas y para así optimizar los factores costo- tiempo- calidad.

## **7.3. INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS DE LEAN CONSTRUCTION.-**

Un nuevo paradigma en la gestión de producción industrial se gestó en los años 70, emulando los logros y desarrollos alcanzados por el sistema de producción desarrollado por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial, liderada por el ingeniero Taichi Ohno.

Ohno conceptualizó una serie de principios relacionados con expresiones tales como *Justo a Tiempo*, *Gestión de la Calidad Total*, *Reingeniería*, entre otros; expresiones que se superponen por los aspectos similares que abordan. (Alarcón, 1997).

En Occidente, sobre la base de los principios del sistema de producción de Toyota, se acuña el término *Lean Production* o Producción Sin Pérdidas, por los autores del libro “La Máquina que cambió el Mundo”, (James P. Womack, 1992). En su libro ellos definen de la forma siguiente el término Lean (término interpretado en castellano como “sin pérdidas”, por el propósito que persigue en la producción): ***“una producción es lean por utilizar menor cantidad de todo en comparación con la producción en masa: mitad de esfuerzo de los operarios en la fábrica, mitad de espacio para fabricación, mitad de inversión en herramientas, mitad de horas de planificación para desarrollar nuevos productos en la mitad del tiempo. Requiere menos de la mitad de inventarios presentes en las bodegas de fabricación, más allá de resultar en menos defectos y producir una mayor y siempre creciente variedad de productos”***. (Alarcón, 1997)

La producción sin pérdidas o producción Lean, entonces, tiene como objetivo eliminar toda actividad o trabajo que no sea necesario en la producción de cualquier bien o servicio, por lo que se lo conoce como pérdida.

De lo citado anteriormente se desprende que si se pueden distinguir las pérdidas en un sistema de producción determinado, así como su origen, se debe tomar resoluciones que tiendan a corregir el cumplimiento del sistema de producción, reduciendo o eliminando las pérdidas nombradas.

Fue a partir de muchos de los conceptos, principios y prácticas del nuevo prototipo de gestión de la producción, que muchos investigadores de la industria de la construcción establecieron una nueva filosofía de producción, adoptando la expresión Lean Construction o Construcción Sin Pérdidas, la cual precisa un desarrollo optimizado para la industria de la construcción. Dichos conceptos, principios y prácticas fueron en un principio propuestos por Lauri Koskela en el año 2000, basándose en trabajos investigativos realizados por expertos en el campo de la construcción.

A partir de este nuevo concepto denominado Lean Construction se puede dar un nuevo enfoque a la palabra pérdida desde el punto de vista de la industria de la construcción, “como todo lo que difiera a la demanda mínima de materiales, maquinarias, mano de obra que sean necesarios para agregar valor al producto final. (Technology, 2011)

Los principios relacionados a Lean Construction, que se pueden aplicar al ámbito de la construcción son:

- a) Acrecentar la eficacia de los rubros que agregan valor.
- b) Aminorar la intervención de los rubros que no agregan valor (pérdidas).
- c) Acrecentar el valor del producto teniendo en cuenta las peticiones del cliente.
- d) Disminuir la variabilidad
- e) Reducción en tiempos del ciclo.
- f) Disminuir los pasos de forma que se reduzcan los procesos.
- g) Aumentar la flexibilidad de las salidas.
- h) Acrecentar la claridad en los procesos.
- i) Encauzar el control de los procesos al proceso completo.
- j) Mejorar continuamente los procesos.
- k) Benchmarking o modelos de éxito, haciendo referencia constante a los procesos. Este se refiere a la evaluación comparativa de los productos, servicios y procesos de trabajo.

De manera indistinta pueden ser aplicados cada uno de estos principios en la planificación y administración de proyectos de construcción teniendo en cuenta la particularidad de cada uno, con el fin de optimizar el desarrollo de un proyecto en cualquier etapa del mismo.

## **7.4. HERRAMIENTAS DE LEAN CONSTRUCTION.-**

En Lean Construction es imprescindible conocer las funciones de cada una de las herramientas para entender acerca del mismo. Las herramientas de Lean Construction fueron elaboradas con el propósito de simplificar la aplicación de esta en los procesos administrativos y de gestión de obras civiles. Las herramientas no son más que la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional. (Alarcón, 1997). Estas herramientas se describen brevemente a continuación:

### **7.4.1. ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA (PULL-DRIVEN PROCESS MANAGEMENT).**

Según esta herramienta una actividad debe ser ejecutada solamente cuando ésta sea pre-requisito inmediato de otra actividad.

Al aplicar esta herramienta básicamente en la etapa de planeación del proyecto y la programación del mismo se pueden definir de una manera más precisa y clara las actividades (rubros) que se van a desarrollar durante el proyecto.

Durante la aplicación de esta herramienta es importante profundizar en la selección de las actividades que sean secuencias las unas de las otras, así como determinar la duración de cada una de estas actividades o rubros.

Se debe programar reuniones periódicas con los encargados del proyecto donde se debe tocar puntos importantes para la planeación del mismo tales como información general del proyecto, selección de actividades a realizar por grupos de trabajo liderados por un encargado específico y uno general y la modificación de los cronogramas de trabajo en lo que corresponde a la duración de tiempos.

Para la aplicación de Pull Driven se usarán diferentes herramientas que servirán para el desarrollo de la misma. Estas herramientas se definen a continuación:

#### **7.4.1.1. DEFINICION DE CRONOGRAMA PERT.**

El cronograma **PERT** es la representación de forma gráfica de las relaciones entre las actividades del proyecto cuyo objetivo principal es calcular los tiempos que van a durar las actividades del proyecto y por ende el tiempo total que va a durar el proyecto.

#### **7.4.1.2. DEFINICION DE CPM.**

El Diagrama **CPM** (Critical Path Method) o Método de la ruta crítica es una herramienta que ayuda a la obtención de la ruta crítica, y sirve para el cálculo de tiempos y plazos para las actividades del proyecto.

La fusión del Cronograma PERT y del Diagrama CPM da como resultado el cronograma PERT – CPM de donde se obtienen la ruta crítica para la obtención de tiempos y plazos máximos que pueden tener las actividades de una obra para la optimización de tiempos, servicios, costos y calidad.

#### **7.4.1.3. DEFINICION DE EFA.**

EFA o Estructura de Fracturación de Actividades es una manera de presentación simple y organizada del trabajo requerido para la ejecución de un proyecto, es decir la colocación de los rubros de manera jerárquica la cual servirá en este paso para identificar las actividades específicas del proyecto.

Los pasos principales de la herramienta Pull- Driven son: Planeación, Programación y Control

De estas 3 fases básicas siguen los siguientes pasos:

- a) Identificar las actividades específicas del proyecto
- b) Determinar la apropiada secuencia de actividades
- c) Construir el diagrama de red
- d) Estimar el tiempo requerido para cada actividad
- e) Determinar la ruta crítica
- f) Actualizar como avanza el proyecto.

#### **7.4.2. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME)**

“JIT (De sus siglas en inglés Just In Time) esta herramienta usa para su descripción el transporte y despacho de materiales, lo que quiere decir que los materiales deben ser instalados en el sitio al momento de su llegada a obra, y no perder tiempo en factores tales como el bodegaje.

Para la aplicación de esta herramienta es muy importante la comunicación entre los proveedores y el personal encargado de obra, de manera particular con el jefe de bodega, ya que se debe coordinar de una manera precisa el despacho de materiales con un tiempo de holgura mínimo o cero.

Asimismo la cuestión de los pagos, tema manejado a nivel de gerencia de la empresa, debe ser de manera más eficaz; para esto los encargados de los materiales deben comunicar al director del proyecto los materiales a utilizarse en un periodo de tiempo pre-establecido, y asimismo el departamento de compras debe coordinar con los proveedores de materiales. A la vez el director del proyecto debe recomendar los pagos para los proveedores que despacharan materiales en esa semana, ya que el director de proyecto está más al tanto de cuáles son los materiales necesarios para poder cumplir con la planificación.

En el Ecuador, debido a una baja eficiencia en despacho de materiales o problemas de escasez de productos en el campo de la construcción, se podría aplicar esta herramienta considerando un tiempo mínimo de entregas de materiales pero a la vez teniendo en bodega un stock mínimo de materiales para la construcción de lo planificado.

#### **7.4.3. REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO (BUSINESS PROCESS REENGINEERING)**

Esta herramienta se basa en decidir nuevos procesos y cambios en la producción, para obtener mejoras en costos, tiempos, servicios y calidad. En cuanto al término reingeniería, se puede decir que es la revisión y rediseño de procesos para poderlos implementar en el campo de la construcción.

Dentro de esta herramienta entra el uso de nuevas tecnologías en el ámbito de la construcción. La aplicación de esta herramienta muchas veces suele ser difícil dentro de la sociedad, ya que los constructores le temen a la aplicación de nuevas tecnologías en la construcción al no ser muy conocidas, o poco aplicadas, sin embargo se debe demostrar que estas no van a interferir en los costos, calidad y tiempo, del producto final, sino que al aplicarlas estas podrían optimizar los tiempos, costos, y mejorar la calidad del producto, es por esta razón que se deben realizar pruebas y comparaciones para con metodologías usadas anteriormente para ver las diferencias que existen en los procesos constructivos y poder aplicar los nuevos.

#### **7.4.4. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM)**

Lean Construction reconoce a esta herramienta como un sistema técnico de administración natural, ya que pronostica el ciclo de la obra mientras ella

está en ejecución a partir de la localización de maquinarias de trabajo, como por ejemplo ubicación de las concretas para las diferentes fundiciones que pueden haber en una obra, junto a la distribución del producto y movimientos.

Se puede nombrar tres pasos muy importantes dentro de esta herramienta que son: ubicación, distribución y movimientos o acarreo, lo que permite reconocer tiempos de holgura que quizás sean posibles.

El Sistema de Administración basado en la localización se descompone en cuatro principios básicos:

- a) Punto de referencia o línea base.
- b) Flujo.
- c) Progreso.
- d) Pronóstico.

(Technology, 2011)

Para la aplicación de estos principios se hará el uso de un diagrama conocido como Diagrama de Espagueti:

#### **7.4.4.1. Diagrama de Espagueti**

El diagrama de Espagueti es un diagrama que representa en un gráfico, o en el caso de Lean Construction en un plano, los movimientos que realiza uno o varios operarios en el transcurso del día, dentro del área de trabajo.

El objetivo de este diagrama es ubicar los principales puntos de partida de la obra, los cuales se consideran como la oficina de residentes y bodega para optimizar la producción del personal y que este sea de la manera más eficiente posible.

Este diagrama ayuda a eliminar desperdicios muy importantes dentro de la obra como son el tiempo de espera, el movimiento de los operarios, y el transporte o acarreo de materiales. (Excelean, 2013)

#### **7.4.5. GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)**

##### **7.4.5.1. Definición de TQM**

La concepción de Total Quality Management (Gestión de Calidad Total, TQM en inglés) fue difundida por el estadístico y profesor estadounidense Edwards Deming, y se refiere a una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de la calidad en los procesos organizacionales.

TQM se basa en reducir los errores producidos durante el proceso de fabricación o de servicios, en el caso de Lean Construction durante la ejecución del proyecto y después de entregado, aumentar la complacencia del cliente, la actualización de equipos, y la especialización de la mano de obra para lograr la optimización de los recursos.

##### **7.4.5.2. Objetivos de TQM**

Esta herramienta de Lean Construction es un grupo de tácticas cuyo objetivo es hacer cumplir las demandas del cliente. Su enfoque es básicamente el cumplimiento de procesos y la mejora continua de los mismos. La calidad es un factor estratégico en esta herramienta ya que esta debe ser revisada y analizada antes que una actividad sea considerada como “finalizada”.

Otro objetivo de esta herramienta es hacer que las actividades que son subsecuentes no sean empezadas de actividades que no cumplen el control de calidad previamente establecido.

### 7.4.5.3. Elementos de TQM

**a) Clientes en primer lugar.-** Todo producto siempre debe estar diseñado para satisfacer las expectativas y necesidades del cliente. Si el cliente no es ubicado en primer lugar, sus expectativas serán difíciles de satisfacer y por ende no se logrará la calidad deseada.

**b) Mejora continua.-** La filosofía del Kaizen<sup>1</sup> considera que no hay límites para la mejora continua. Esto significa que una organización bajo el concepto de TQM, continuará esforzándose para mejorar su producto o servicio y por aumentar los estándares de calidad.

**c) Objetivo cero defectos.-** Los defectos son indeseables por 2 razones:

- Son caros porque disminuyen la confianza del cliente con el producto.
- Es más caro corregir imperfecciones que evitar que se produzcan.

**d) Capacitación y desarrollo.-** Una organización tendrá que capacitar a sus empleados para asegurarse de que comprenden los principios de TQM. Ellos necesitan entender cómo es que deben alcanzar o mantener este concepto.

Para poder cumplir con este sistema de calidad hay que cumplir los 14 pasos de Deming.

### 7.4.5.4. Los Puntos de Deming.

**Punto 1. Crear una visión y demostrar un compromiso.-** Toda estructura debe determinar su misión, valores, y una visión al futuro para dar una

---

<sup>1</sup> Kaizen: "cambio a mejor" o "mejora" en japonés. El uso común de su traducción al castellano es "mejora continua" o "mejoramiento continuo"; y su metodología de aplicación es conocido como la MCCT: La Mejora Continua hasta la Calidad Total.

orientación a largo plazo a su parte administrativa como a su personal. La tarea la tendrá la gerencia general.

**Punto 2. Aprender la nueva Filosofía.-** el mundo está en constante cambio, y en la actualidad mucho más; los avances tecnológicos cada día se van renovando. En el campo empresarial la metodología antigua definitivamente no funciona. La nueva filosofía debe ser aprendida por los empleados como por la parte gerencial de toda empresa.

**Punto 3. Comprender la inspección.-** la inspección debe ser vista como una herramienta para recoger información para mejorar, no como un método que asegure la calidad. Se debe usar para el mejoramiento de los procesos y la reducción de costos.

**Punto 4. Dejar de tomar decisiones únicamente basadas en el costo.-** Básicamente este punto va dirigido para el departamento de compras de la empresa el cual no sólo debe pensar en escoger el menor costo para la compra de los productos, sino además fijarse en la calidad del mismo. El departamento de ventas debe cambiar la manera de pensar, la cual ha sido basada durante años en los precios de venta.

**Punto 5. Mejorar constantemente y para siempre.-** siempre se debe considerar la mejora como algo necesario para la producción, y algo que debe estar en constante cambio. No hay que sentirse conforme con los procesos, sino siempre buscar mejorar.

**Punto 6. Instituir la capacitación.-** la capacitación del personal es un punto muy importante ya que éste eleva la ética y la moral de los trabajadores además de dar buenos resultados en el mejoramiento de la calidad y una mayor productividad. La capacitación del personal, demuestra a la sociedad la importancia que ésta da al trabajador al cual ayuda y en cuyo futuro invierte.

**Punto 7. Instituir liderazgo.-** el deber de la parte administrativa no es la supervisión, es el liderazgo.

**Punto 8. Eliminar el miedo.-** Se debe crear un ambiente de confianza en el personal para que florezca un clima para la innovación y eliminar los miedos a los llamados de atención, miedo a perder el control, a los fracasos, a lo desconocido.

**Punto 9. Optimizar el esfuerzo de los equipos.-** el personal de la empresa debe verse como un equipo, cuyo objetivo es sacar adelante la empresa, por lo tanto se debe incentivar el trabajo en equipo para eliminar muros que dividan al personal o indiferencias que existan entre distintos departamentos de la empresa.

**Punto 10. Elimine exhortos.-** se puede motivar mucho más al grupo de trabajo con lemas y proponiendo diferentes metas.

**Punto 11. Eliminar cuotas numéricas y la administración por objetivos.-** Las metas deben dividirse en metas a corto y largo plazo; sin embargo las metas numéricas deben tener un proceso o metodología para poder alcanzarlas; caso contrario dan la sensación de resentimiento y frustración por no alcanzarlas. Se debe implementar una mejora continua en lugar de proponerse metas a cortos plazos. Este punto se puede observar desde:

**a) Eliminar las cuotas numéricas de producción.-** y reemplazarlas por métodos de mejora.

**b) Eliminar la administración por objetivos.-** y tener muy en cuenta las capacidades de los diferentes procesos, y siempre de buscar la manera de mejorarlos.

**Punto 12. Eliminar barreras para estar orgullosos de un trabajo bien hecho.-** La evaluación del desempeño del personal es una de las barreras más grandes para estar orgullosos de un trabajo bien hecho, ya que destruye el trabajo en equipo al promover la competencia por recursos limitados, y conlleva a la mediocridad, ya que los objetivos son impulsados por valores y los deseos del jefe; en vez de lo más importante que es la calidad.

**Punto 13. Fomentar la educación y la auto-superación.-** Se debe fomentar y dar la oportunidad a todos los empleados para auto- superarse para un mejor desarrollo personal y por ende un desarrollo empresarial.

**Punto 14. Entrar en acción.-** Todo cambio empieza desde la administración gerencial superior y conlleva a toda la organización. (Gil, 2010)

Como resultado de la aplicación de estos 14 pasos se pueden utilizar herramientas de la metodología Seis Sigma.

#### **7.4.5.5. Seis Sigma**

##### **7.4.5.5.1. Definición de Seis Sigma.-**

Seis Sigma es una metodología dirigida a la mejora continua de procesos. Seis Sigma coloca al cliente en primer lugar y usa datos los cuales son medidos con anterioridad para propulsar mejores resultados.

La metodología Seis Sigma va dirigida especialmente a tres áreas:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Se puede definir Seis Sigma como:

- a) Una medida estadística de la ejecución de algún proceso o producto.
- b) El objetivo final de alcanzar casi la perfección mediante la mejora continua.
- c) Método de dirección para lograr un liderazgo duradero en un negocio.

Se usa la letra griega Sigma  $\sigma$  como representación de la desviación estándar, ya que así se describe de manera estadística las variaciones que existen en un grupo de datos. La letra Sigma se usa para ver que tan bien o mal operan los procesos y darle a estos una medida de calidad.

La medida sigma se desarrolló para:

- a) Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios.
- b) Proveer un modo consistente de medir y comparar distintos procesos

#### **7.4.5.5.2. Niveles de desempeño en Sigma.**

La siguiente tabla muestra cuantos defectos por millón de oportunidades representan los niveles en sigma.

TABLA 1: DEFECTOS POR MILLON DE OPORTUNIDADES EN NIVELES SIGMA

<b>Nivel en Sigma</b>	<b>Defecto por millón de oportunidades</b>
6	3,40
5	233,00
4	6.210,00
3	66.807,00
2	308.537,00
1	690.000,00

FUENTE: (Chowdhury, 2001) cap II pag 59

Mientras mayor es el número de defectos que ocurran, mayor será el costo de corregirlos, además crecerá el riesgo de perder al cliente.

El propósito de Seis Sigma es apoyar a las personas y a los procesos a que se proyecten a lograr entregar los productos y servicios sin defectos. Seis Sigma reconoce que hay espacio para que existan defectos, sin embargo Seis Sigma tiene un nivel de funcionamiento correcto del 99,9997 por 100, lo que hace que muchos errores o defectos en los procesos o productos sean casi inexistentes. (Chowdhury, 2001)

#### **7.4.5.5.3. Principios de la Metodología Seis Sigma**

La Metodología Seis Sigma se basa en los siguientes principios:

##### **Principio 1: Enfoque genuino en el cliente**

El enfoque más importante es la prioridad que tiene el cliente. Las mejoras de la metodología Seis Sigma se basan en los niveles de satisfacción y apreciación de parte del cliente.

##### **Principio 2: Dirección basada en datos y hechos**

La medición es un punto clave en el proceso seis sigma el cual luego de la recopilación de datos, pasa a un análisis posterior de los mismos. De esta manera se pueden resolver los problemas de una manera más óptima.

##### **Principio 3: Los procesos están donde está la acción**

La metodología Seis Sigma se basa en los procesos, así que si estos se dominan se llegará a conseguir ventajas competitivas para la empresa sea esta del medio que sea en que este.

##### **Principio 4: Dirección proactiva**

Una dirección Proactiva significa en promover hábitos de definición de metas, tener en claro las prioridades, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse porque se hacen las cosas de la manera que se hacen.

#### **Principio 5: Colaboración sin barreras**

El objetivo de este principio es alcanzar una mejor comunicación entre el personal y un mejoramiento en el flujo de los labores; para esto se debe demoler los muros que impiden el trabajo en equipo, entre los miembros del personal.

#### **Principio 6: Busque la perfección**

Las empresas que aplican la metodología Seis Sigma están llamadas a tener siempre como meta el mejoramiento de su calidad, haciéndola cada día más perfecta.

#### **7.4.5.5.4. Premisas de Seis Sigma.**

- a) Todo trabajo tiene variación, consecuentemente todo proceso tiene variación.
- b) Toda variabilidad tiene causas.
- c) Generalmente pocas causas son significativas.
- d) En la medida que se identifiquen las causas, se pueden solucionar los problemas.
- e) Toda variación es medible.
- f) El rediseño de los procesos debe ser inmune a los efectos de las variaciones.
- g) El principal enemigo de la calidad, es la variación.

#### **7.4.5.5.5. Variación en Seis Sigma.**

En la metodología Seis Sigma la variación representa un defecto ocasionado por un evento en el producto/servicio que incumple con los requerimientos

del cliente. Es el nivel de incumplimiento de las especificaciones. Es cualquier variación negativa que ocasiona la insatisfacción del cliente.

Seis Sigma identifica las fuentes de la variación que afecta al proceso y reduce o preferiblemente elimina los defectos. Los principales factores causantes de las variaciones son:

- Materiales: Insumos usados en el proceso.
- Método: procedimientos, manuales, etc.
- Maquinaria e Infraestructura: activos usados en el proceso.
- Medidas: técnicas usadas para evaluar la calidad.
- Entorno: ambiente en que se hace el trabajo.
- Mano de obra: personal que cumple actividades del proceso.

Es necesario controlar la variación ya que ésta crea insatisfacción en el cliente que generalmente se da por la variación en los tiempos y niveles de servicio. (Di Domenico & De Bona, 2004)

#### **7.4.5.5.6. Ecuación de Gestión.**

Seis Sigma exige que cada problema se resuelva a partir de la función:  $Y = f(x, x_1, x_2, \dots, x_n)$  donde Y es la variable dependiente;  $x_1, x_2 \dots x_n$  son las variables independientes. Para eliminar la “variabilidad” del proceso es necesario aplicar DMAMC, ésta constituye la hoja de ruta para la ejecución de proyectos Seis Sigma.

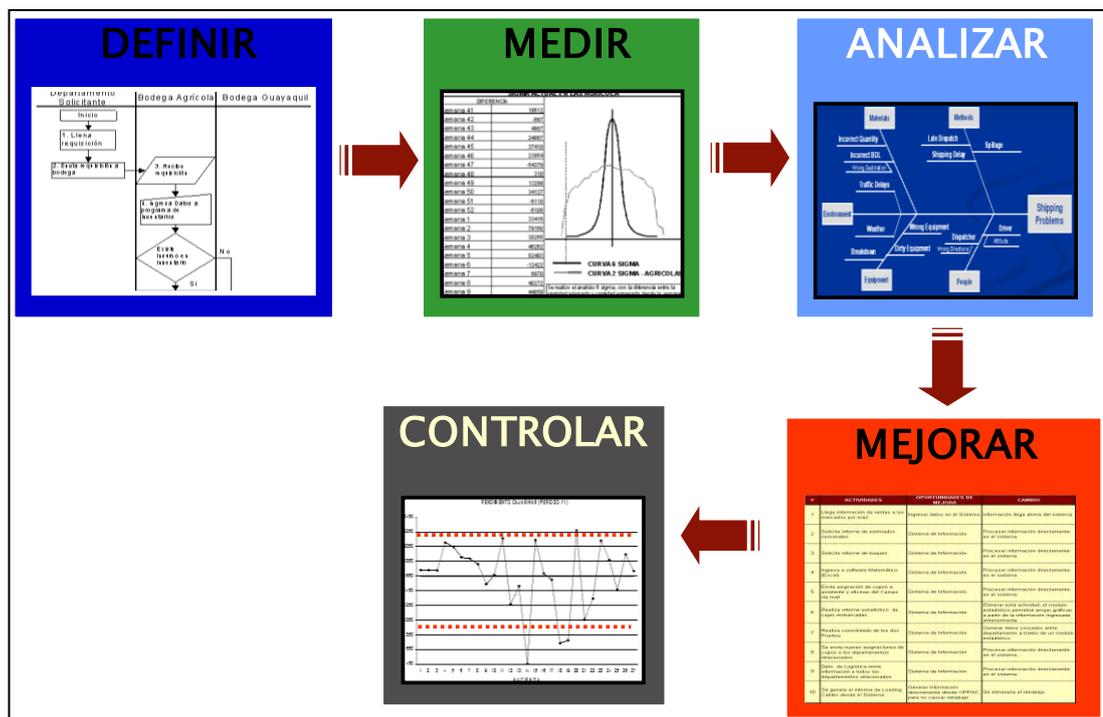
Donde:

- Y (meta): variable dependiente.
- X (insumo-causa): variable independiente.
- La clave es controlar las Xs.

### 7.4.5.5.7. Método de Resolución de Problemas.

Para la resolución de problemas se ha desarrollado el método DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar), dentro de la metodología Seis Sigma, como se muestra en la Figura 3.

Figura3: Método DMAMC



Fuente: Propiedad de César Naranjo

La metodología DMAMC se lleva a la práctica por un grupo especialmente formado en la compañía para la solución de problemas y para alcanzar los objetivos y metas de la empresa. Las claves del DMAMC se encuentran en:

- Medir el problema. Siempre es necesario tener la clara noción de los defectos que se producen no sólo en cantidades sino en costos.
- Enfocarse en el cliente. Las necesidades y requerimientos del cliente son lo más importante y por ende siempre debe estar tomado en consideración.

- c) Verificar la causa raíz. Es importante llegar a saber la razón fundamental de un problema y no quedarse estancado en él.
- d) Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
- e) Gestionar los riesgos. Probar y mejorar las soluciones propuestas son parte esencial de la metodología Seis Sigma.
- f) Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
- g) Sostener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure. (Harry & Richard, 2000)

#### **7.4.6. ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM)**

El Ultimo Planificador (Last Planner System), es la herramienta más nombrada, conocida y utilizada en Lean Construction, la cual se basa fundamentalmente en la forma en que los proyectos son planificados y administrados.

Esta herramienta introduce el concepto de unidades de producción e inspección del flujo de las actividades, a partir de asignaciones de trabajos. Asimismo se puede obtener de una manera más fácil el origen de los problemas que se presenten en diferentes actividades y por ende poder tomar una decisión más rápida para darle una solución, teniendo como objetivo un crecimiento en la productividad.

El Último Planificador es una herramienta que se compone de tres fases, las cuales se enfocan en diferentes períodos y a la vez en especificaciones de planificación:

- a) La primera de éstas es la Planificación General, el plan maestro de la ejecución del proyecto.
  - b) En segundo orden la Planificación Intermedia (Lookahead), que consiste en detallar por periodos de 4 a 6 semanas la Planificación General, de modo que no existan desperdicios (materiales y tiempo);
  - c) Por último se tiene la Planificación Semanal, donde se realiza por medio del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), midiendo el porcentaje del plan completado y permitiendo aprender de las causas de no cumplimiento.
- (Technology, 2011)

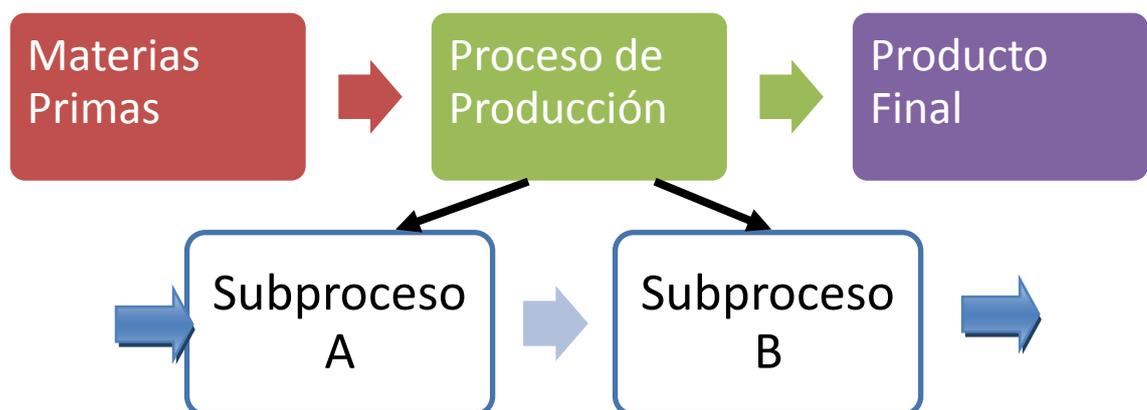
Beneficios de aplicar Last Planner en la obra: Permite planificar las actividades cada semana para que todos conozcan qué deben hacer.

- Permite identificar y eliminar problemas ocultos por falta de información.
- Permite identificar de manera gráfica los problemas que tienen en obra.
- Permite reducir la variación negativa que nos hace incumplir con las especificaciones de la empresa.
- Permite identificar a los mejores Directores de obra.

## 8. CRÍTICA A LA BASE TEÓRICA DE LA PLANIFICACION TRADICIONAL, EL MODELO DE CONVERSIÓN<sup>2</sup>.-

La industria de la construcción de manera tradicional ha sido considerada como un proceso de producción donde las materias primas se convierten o transforman en productos, generando un modelo de producción que se conoce con el nombre de Modelo de conversión. Así también, este modelo incluye subprocesos que son denominados como subprocesos de conversión. En la Figura 4 se muestra un esquema de este modelo.

Figura 4. Modelo de conversión (Lira, 1996)



Fuente: (Alarcón, 1997)

Este modelo posee los siguientes errores:

- No existe una diferencia entre las actividades netas del proceso (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo. Este modelo asume que todas las actividades agregan valor.
- Uno de los principios más importantes de este modelo, considera que el costo total del proceso se puede reducir al minimizar los costos de cada subproceso, rechazando los efectos que se producen por la

<sup>2</sup> Modelo de conversión.- son diagramas que demuestran el proceso de transformación o conversión de la materia prima al producto final.

interdependencia entre los subprocesos. Este modelo no asume la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos, ya que se considera que el trabajo pasa linealmente a través del sistema de producción.

- c) No se consideran los impactos que se ocasionan en el producto final tales como la mala calidad de los recursos, variabilidades e incertidumbres.

Según Lira (1996), el concepto tradicional en el campo de la construcción trae varios problemas estructurados de la siguiente manera:

- a) El método secuencial de la realización de los proyectos.
- b) La carencia de consideraciones de calidad.
- c) El control segmentado.

A continuación se dará una breve explicación de cada uno de estos puntos:

- a) Dentro del ámbito de la **ingeniería** y el diseño secuencial, todas las tareas se dividen en tareas secuenciales temporales, las cuales son dadas a diferentes especialistas para que sean ejecutadas por completo, sin existir una visión global entre ellas. Según Koskela este método conduce a un pobre desempeño: soluciones no óptimas; constructabilidad y operabilidad pobres; gran número de cambios de órdenes, significando esta situación trabajos rehechos en el diseño y construcción; y carencia de innovación y mejoramiento.
- b) Dentro del ámbito **administrativo** tradicional presente en la construcción: no se efectúa un esfuerzo especial ni por eliminar fallas, errores, omisiones, etc., ni para reducir su impacto; y se piensa que existe un nivel óptimo de calidad.

- c) Dentro del ámbito **tradicional** presente en la construcción, se controlan sólo las partes componentes de los procesos, en vez de inspeccionarlos en su totalidad. En la mayoría de las ocasiones la razón de esta situación recae sobre la estructura jerárquica de la organización  
(Alarcón, 1997)

Según Lira (1996), este enfoque tradicional tiene numerosas desventajas, algunas de las cuales se presentan a continuación:

1. Se necesita de mayor espacio y de cuidados para los materiales y el proceso de trabajo.
2. Hay un mayor deterioro en los procesos por la acción de factores naturales externos.
3. Pérdidas por robos.
4. Corrección de errores demasiado lenta.
5. Múltiple manejo.

Koskela (2000), según lo cita Alarcón (1997) elabora un modelo de procesos, que figura de buena manera lo que sucede en los procesos de producción en la industria de la construcción, y trata de resolver los problemas comentados anteriormente, desarrollando así un nuevo entorno de producción en la construcción, Lean Construction.

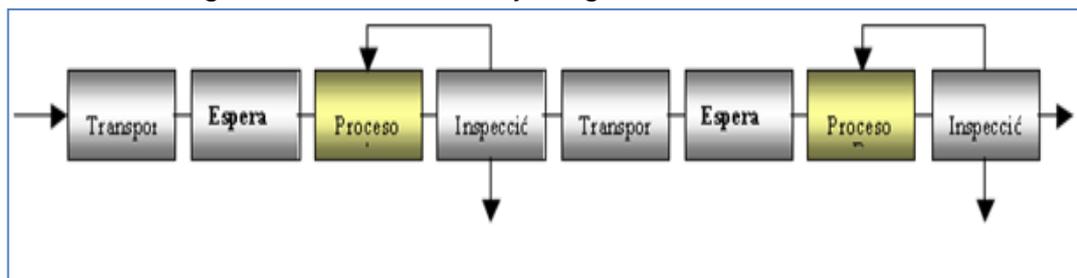
Este nuevo modelo se lo conoce con el nombre de Modelo de flujos y se explica a continuación.

## 9. EL MODELO DE FLUJOS.-

Al considerar los flujos de un proceso (actividades que no agregan valor), como actividades de conversión (actividades que agregan valor) en un ambiente productivo, se ha constituido un modelo de procesos de producción según los principios establecidos por Lean Construction, los cuales permiten hacer énfasis en el análisis para minimizar o eliminar las actividades de flujo, ya que forman la mayor parte de los pasos en los procesos productivos en el campo de la construcción. El impacto sobre estos tiene una gran influencia en el proceso de producción completo, en comparación a los procesos de conversión, que sólo representan entre un 3% a un 20% de los pasos que agregan valor.

Sin embargo esto no es una razón para dejar de realizar mejoramientos continuos sobre estos últimos. En la Figura 5 se encuentra el modelo de procesos según Lean Construction.

Figura 5. Modelo de Flujo según Lean Construction:



Fuente: (Alarcón, 1997)

Es de suma importancia considerar las actividades de flujo, ya que generan una mejoría en los procesos de planificación y control de producción. El proceso ha sido desarrollado a partir del modelo de conversión mostrado anteriormente pero implementándolo en la industria de la construcción. Además, Lean Construction incluye etapas al proceso de planificación que ajusta los pronósticos a la realidad y disminuye la variabilidad, a partir de actividades que pueden ser realizadas.

Considerando que en las actividades de producción o ejecución de obra en cualquier proyecto constructivo, se encuentran actividades que agregan valor o producen cambios en la materia prima para obtener el producto final es decir el fin de la obra misma, y las cuales generan costos en una obra por lo que se deben optimizar, y por otro lado se encuentran actividades que no agregan valor y que no implican un cambio físico en los recursos utilizados en obra, por lo que se debe analizar si en realidad son necesarias tenerlas o no, pero que generan costos en la obra por lo que deben ser minimizados o eliminados, se deberá analizar las actividades o elementos que rijan los procesos de producción de un proyecto, para mejorar su carga en general.

Lo nombrado hasta este momento no es lo único que de manera teórica o práctica perjudica a un proyecto de construcción en su desempeño y que incluya los principios de Lean Construction, a los que se trate de encontrar alguna respuesta. (Alarcón, 1997)

## 10. COMPARACIÓN ENTRE PRODUCCION TRADICIONAL Y PRODUCCION LEAN.-

En la Tabla 2, a continuación, se muestra un cuadro en donde se resumen las principales diferencias que existen entre la producción tradicional y la Producción Lean o Producción Sin Pérdidas. Esta información es teórica, y parte de la bibliografía existente sobre el tema.

Para el análisis de estas diferencias se han considerado tres factores importantes que son la conceptualización, el enfoque de control y enfoque de mejoramiento de la producción tradicional y la producción Lean.

TABLA 2: DIFERENCIAS ENTRE PRODUCCION TRADICIONAL Y PRODUCCION LEAN

DESCRIPCIÓN	Producción tradicional	Producción Lean
<b>Conceptualización de la Producción</b>	La producción consiste en conversiones (actividades o tareas) y todas añaden valor al producto.	La producción consiste en conversiones y flujos. Sólo las primeras agregan valor al producto.
<b>Enfoque de control</b>	Dirigido hacia el costo de las actividades (formado por conjunto de operaciones, funciones o tareas).	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos (ciclo de los procesos) y minimizar variabilidad.
<b>Enfoque de mejoramiento</b>	Incremento de la eficiencia por medio de la adopción de nueva tecnología.	Mejora continua respecto al desperdicio y valor y periódicamente respecto a la eficiencia a través de la implementación de nuevas tecnologías.

FUENTE: (Rodriguez Castillejo, 2003)

## **11. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN EN SERIE DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

El objetivo principal de este trabajo de investigación es realizar una comparación entre el método tradicional de administración de construcción y el método Lean Construction, dentro de un proceso de construcción en serie de vivienda de interés social en la ciudad de Guayaquil, teniendo como base para esta aplicación documentos existentes y la aplicación de las herramientas de Lean Construction en la construcción de la urbanización “Ecocity”, construida por la empresa constructora Conbaquerizo Cía. Ltda. Ubicada en la ciudad de Guayaquil en el km. 14 ½ vía a Daule.

Esta una urbanización cuenta con 4 etapas (Ecojardin I Y II y Ecobosque I Y II) con un total de 1200 viviendas, desde los 45,32 m<sup>2</sup> de construcción hasta los 82m<sup>2</sup>. La urbanización cuenta con todos los servicios básicos, además de seguridad, ya que posee una garita de ingreso con seguridad privada. En la Figura 6 se puede ver el tipo de vivienda Modelo Margarita 3D (3 dormitorios) que es el modelo de villa con el que se realizará el presente estudio.

Figura 6: villas modelo Margarita 3D.



Fuente: César Naranjo.

Para la aplicación de estas herramientas se ha tomado como muestra la construcción de dos calles de la Ciudadela Ecocity, ubicada en la ciudad de Guayaquil en el Km. 14 ½ vía a Daule. Cada calle cuenta con un promedio de 26 casas, de una planta de 45,32 m<sup>2</sup> de construcción, en obra gris, que son las que se considerarán como parte de este estudio, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7: obra gris de villas Ecocity modelo Margarita



Fuente: César Naranjo.

En la calle N°2 se utilizó el sistema LEAN CONSTRUCTION para la administración de la construcción de las viviendas, luego de haber tenido la experiencia de que en la calle N°1 no se utilizó, y la diferencia fue notoria; entonces se decidió que por los factores COSTO, TIEMPO Y CALIDAD, se debía seguir en las calles posteriores con la aplicación del sistema LEAN CONSTRUCTION.

A continuación la aplicación de las herramientas del sistema LEAN CONSTRUCTION en el proyecto

## **11.1. ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA (PULL-DRIVEN PROCESS MANAGEMENT).**

### **11.1.1 Aplicación.-**

Lo más importante en la construcción es la planificación. Con una buena planificación la obra será exitosa, con una mala será desordenada y desastrosa. Para planificar una obra hay que descomponerla en partes más manejables. A estas partes o trabajos por hacer se las llama rubros en el presupuesto y actividades en el cronograma.

Principalmente hay tres cosas que planificar para luego controlar: costo, puntualidad y calidad. Por otro lado, para ejecutar los rubros se necesitan recursos que se pueden dividir en: materiales, mano de obra, equipos y subcontratos. Uno muy importante es el tiempo pero este se lo trata de forma distinta como un recurso en la construcción.

En base a los rubros y los recursos se planifican los costos (presupuestos), el tiempo (cronograma) y la calidad (especificaciones técnicas). (Baquerizo Arosemena, LO QUE EL RESIDENTE DE OBRA DEBE SABER , 2012)

En la calle N°1 se desarrollaron las actividades sin un previo análisis. Las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes presentadas en la Tabla 3:

TABLA 3: ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN CALLE N°1

ACTIV	CONCEPTO	UNID
	<b>ESTRUCTURA.-</b>	
A	Limpieza de terreno	m2
B	Trazado y replanteo	m2
C	Excavación a Mano	m3
D	Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm	m2
E	Conectores	u
F	Hormigón simple para cimentación $f_c=210\text{kg/cm}^2$	m3
G	Encofrado perimetral metálico para cimentación $h=15\text{cm}$	ml
H	Contrapiso de Hormigón Simple $f_c=210\text{kg/cm}^2$ $h=8\text{cm}$	m2
I	Toma y rotura de cilindros/hormigón	u
J	Instalaciones sanitarias solo tubería	un
K	Paleteado o barrido de piso	m2
L	Instalaciones eléctricas sólo tubería	u
M	Instalación de muros a base de panel Walltech Planta Baja	m2
N	Cubierta de Eternit	m2
O	Instalaciones eléctricas	u
P	Instalaciones sanitarias	u
Q	Aplicación 1ra. capa de enlucido de paneles $e=1\text{cm}$	m2
R	Aplicación 2da. capa de enlucido de paneles $e=1.50\text{cm}$	m2
S	Cuadrada de boquete	ml
T	Enlucido de filo	ml
U	Andamios de caña para fachada	m2
V	Juntas de construcción $e=2.5\text{cm}$ (poliestireno expandido)	ML
W	Remate inferior de fachada	ml
X	Canales enlucidos fachada	ml
Y	Enlucido y nivelada de piso 1.5 cm	M2
Z	Tacos enlucidos	ml
AA	Amurado de Cubierta	ml
AB	Trabajos Varios Albañilería y resanes	U

En esta calle se aplicaron para la construcción de las viviendas todos los rubros, y sin la aplicación del sistema LEAN CONSTRUCTION. Se tuvo que entrar posteriormente a reparaciones varias en las viviendas para continuar con los acabados de las mismas.

Posteriormente en la calle N°2 se aplicó el sistema LEAN CONSTRUCTION. Para la aplicación de la herramienta ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA (PULL-DRIVEN PROCESS MANAGEMENT) el estudio se basó en la elaboración de **CRONOGRAMAS PERT – CPM** que son dos herramientas que sirven para determinar la ruta crítica de las actividades de un proyecto.

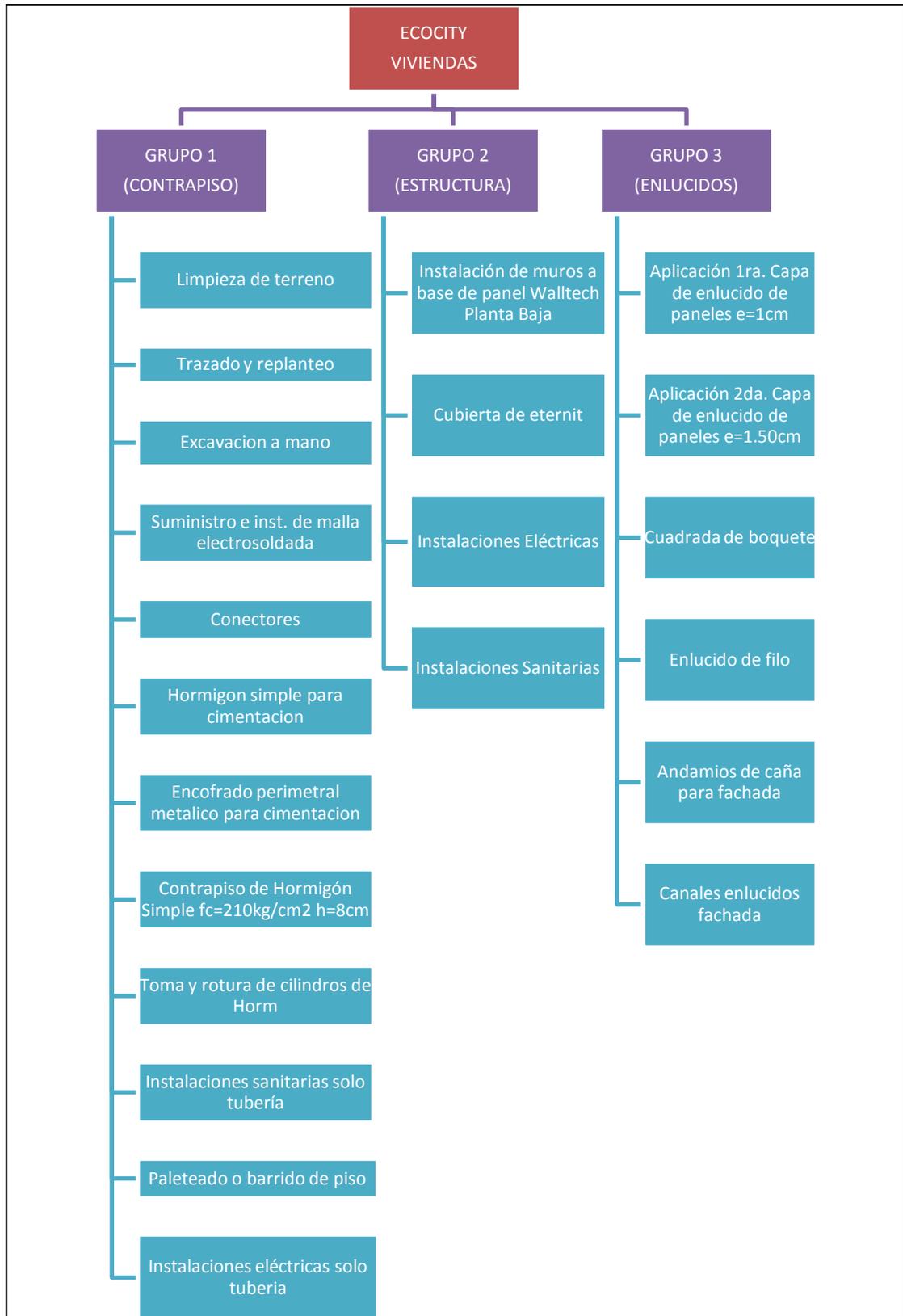
Estas herramientas fueron diseñadas para proporcionar elementos útiles de información para los administradores del proyecto. (Cueva Chamorro & Pacherras Torrejon, 2010)

Aplicación de la herramienta Pull Driven en la Calle N°2.-

a) Identificar las actividades específicas del proyecto

Para identificar las actividades específicas del proyecto se utilizó la ESTRUCTURA DE FRACTURACION DE ACTIVIDADES (**EFA**), la cual consiste en repartir el trabajo a realizarse en sus componentes menores, y colocándolos en forma de un árbol de trabajos. (Baquerizo Arosemena, GERENCIA DE PROYECTOS PARA CONSTRUCTORES E INMOBILIARIAS, 2007). Así, se dividió al personal en 3 grupos de trabajo, a saber: contrapiso, estructura y enlucidos. Las actividades que cada grupo realizaría se muestran en la Figura 8 a continuación.

Figura 8: actividades según grupo de trabajo



Fuente: César Naranjo

Para la estructura de fracturación de actividades (EFA) se ha seleccionado las actividades que van a ser completamente necesarias y se han descartado ciertos rubros que no son PRE-REQUISITO de otra actividad.

#### ACTIVIDADES QUE NO FUERON SELECCIONADAS PARA LA CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA EFA.

- Remate inferior de fachada.- este rubro se lo considero innecesario ya que en la aplicación de la segunda capa de enlucido ya se sale con la pared completa incluido el remate inferior de la fachada.
- Enlucido y nivelada de piso 1.5 cm.- El residente (supervisor) del grupo 2 debe recibir el trabajo del residente (supervisor) del grupo 1 donde tiene que ver que el contrapiso esté completamente nivelado y bien enlucido ya que el encargado del grupo 1 se debe encargar del rubro Paleteado o barrido de piso.
- Tacos de enlucido.- Asimismo este rubro sale incluido ya con las aplicaciones de primera y segunda capa de enlucido.
- Amurado de cubierta.- debido a que la cubierta debe ser colocada antes del enlucido, el rubro de amurado esta demás ya que este así mismo sale con el enlucido de la primera y segunda capa.
- Trabajos Varios Albañilería y resanes.- este rubro es innecesario si es que se realiza un trabajo supervisado (control de calidad) y el resultado es aceptable dentro de las normas, lo que además representaría un ahorro en costos.

#### b) Determinar la apropiada secuencia de actividades.-

Para determinar la secuencia de las actividades hemos dividido en grupos de trabajo para un mayor orden y control de la ejecución de dichas actividades, y en cronograma semanal para un mejor control, como se muestra a continuación en la tabla 4:

TABLA 4: CRONOGRAMA PERT

COD	CONCEPTO	DURACION	SUCESOR	REL	L A G
	<b>INICIO DE PROYECTO</b>	<b>1</b>	Limpieza de terreno	<b>FS</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>GRUPO 1</b>				
A	Limpieza de terreno	0,13	Trazado y replanteo	FS	0
B	Trazado y replanteo	0,13	Excavación a mano	FS	0
C	Excavación a Mano	0,13	Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm	FS	0
D	Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm	0,13	Conectores	SS	0
E	Conectores	0,13	Hormigón simple para cimentación fc=210kg/cm2	FS	0
F	Hormigón simple para cimentación fc=210kg/cm2	0,2	Contrapiso de Hormigón Simple fc=210kg/cm2 h=8cm	SS	0
G	Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm	0,13	Hormigón simple para cimentación fc=210kg/cm2	FS	0
H	Contrapiso de hormigón Simple fc=210kg/cm2 h=8cm	0,3	Paleteado o barrido de piso	FS	0
I	Toma y rotura de cilindros/hormigón	0,1			0
J	Instalaciones sanitarias solo tubería	0,13	Instalaciones eléctricas solo tubería	SS	0
K	Paleteado o barrido de piso	0,3	Instalación de muros a base de panel Walltech Planta Baja	FS	0
L	Instalaciones eléctricas solo tubería	0,13			0
<b>2</b>	<b>GRUPO 2</b>				
M	Instalación de muros a base de panel Walltech Planta Baja	1	Cubierta de eternit	FS	0
N	Cubierta de eternit	1	Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles e=1cm	FS	0
O	Instalaciones eléctricas	1			0
P	Instalaciones sanitarias	1	Instalaciones Eléctricas	SS	0
<b>3</b>	<b>GRUPO 3</b>				
Q	Aplicación 1ra. Capa de	1	Aplicación 2da. Capa de	FS	0

	enlucido de paneles e=1cm		enlucido de paneles e=1.50cm		
R	Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles e=1.50cm	1	Cuadrada de boquete	FS	0
S	Cuadrada de boquete	0,25	Enlucido de filo	SS	0
T	Enlucido de filo	0,25	Canales enlucidos fachada	SS	0
V	Canales enlucidos fachada	0,25	FIN DEL PROYECTO	FS	0
	<b>FIN DE PROYECTO</b>				

c) Construir el diagrama de red

[Ver Anexo 1](#)

d) Estimar el tiempo requerido para cada actividad

Se establece el tiempo requerido para la construcción de las 26 viviendas como se muestra en la tabla 5 a continuación:

TABLA 5: DURACIÓN DE ACTIVIDADES

NOMBRE DE ACTIVIDADES	DURACION
<b>INICIO DE PROYECTO</b>	
<b>GRUPO I</b>	<b>14 días</b>
Limpieza de terreno	12 días
Trazado y replanteo	12 días
Excavación a Mano	12 días
Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm	12 días
Conectores	12 días
Hormigón simple para cimentación $f_c=210\text{kg/cm}^2$	12 días
Encofrado perimetral metálico para cimentación $h=15\text{cm}$	12 días
Contrapiso de Hormigón Simple $f_c=210\text{kg/cm}^2$ $h=8\text{cm}$	12 días
Toma y rotura de cilindros/hormigón	12 días
Instalaciones sanitarias solo tubería	12 días
Paletado o barrido de piso	12 días
Instalaciones eléctricas solo tubería	12 días
<b>GRUPO 2</b>	<b>13 días</b>
Instalación de muros a base de panel Walltech	12 días
Instalaciones Eléctricas	12 días

Instalaciones Sanitarias	12 días
Cubierta de eternit	12 días
<b>GRUPO 3</b>	<b>15 días</b>
Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles e=1cm	12 días
Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles e=1.50cm	12 días
Cuadrada de boquete	12 días
Enlucido de filo	12 días
Andamios de caña para fachada	12 días
Canales enlucidos fachada	12 días
FIN DEL PROYECTO	

e) Determinar la ruta Crítica

Para determinar la ruta crítica se ha considerado el cronograma semanal.

[Ver anexo 2](#)

f) Actualizar mediante el avance del proyecto.

Conforme avanza el proyecto se debe ir actualizando las fechas del cronograma que se elaboró en el programa Microsoft Project.

A continuación se presentará la Tabla 6 la cual se refiere a la comparación de las actividades que se utilizaron en la calle 1 junto con las actividades de la calle 2 :

TABLA 6: ACTIVIDADES DE LA CALLE 1 (SISTEMA TRADICIONAL) VS CALLE 2 (LEAN CONSTRUCTION)

	ACTIVIDADES CALLE 1 (SISTEMA TRADICIONAL)	ACTIVIDADES CALLE 2 (LEAN CONSTRUCTION)
	<b>ESTRUCTURA.-</b>	<b>GRUPO I</b>
A	Limpieza de terreno	Limpieza de terreno
B	Trazado y replanteo	Trazado y replanteo
C	Excavación a Mano	Excavación a Mano
D	Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm	Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm
E	Conectores	Conectores
F	Hormigón simple para cimentación	Hormigón simple para cimentación

	fc=210kg/cm2	fc=210kg/cm2
G	Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm	Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm
H	Contrapiso de Hormigón Simple fc=210kg/cm2 h=8cm	Contrapiso de Hormigón Simple fc=210kg/cm2 h=8cm
I	Toma y rotura de cilindros/hormigón	Toma y rotura de cilindros/hormigón
J	Instalaciones sanitarias solo tubería	Instalaciones sanitarias solo tubería
K	Paleteado o barrido de piso	Paleteado o barrido de piso
L	Instalaciones eléctricas sólo tubería	Instalaciones eléctricas solo tubería
M	Instalación de muros a base de panel Walltech Planta Baja	<b>GRUPO 2</b>
N	Cubierta de Eternit	Instalación de muros a base de panel Walltech
O	Instalaciones eléctricas	Instalaciones eléctricas
P	Instalaciones sanitarias	Instalaciones sanitarias
Q	Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles e=1cm	Cubierta de eternit
R	Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles e=1.50cm	<b>GRUPO 3</b>
S	Cuadrada de boquete	Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles e=1cm
T	Enlucido de filo	Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles e=1.50cm
U	Andamios de caña para fachada	Cuadrada de boquete
V	Juntas de construcción e=2.5cm (poliestireno expandido)	Enlucido de filo
W	Remate inferior de fachada	Andamios de caña para fachada
X	Canales enlucidos fachada	Canales enlucidos fachada
Y	Enlucido y nivelada de piso 1.5 cm	
Z	Tacos enlucidos	
AA	Amurado de cubierta	
AB	Trabajos varios albañilería y resanes	

## **11.2. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME).-**

### **11.2.1. APLICACIÓN.-**

Como se mencionó anteriormente, Justo a Tiempo (Just in Time: JIT) o política de Inventario Cero. Ideado por la Toyota alrededor de 1950. Nace como una herramienta y luego se transforma en un método de producción. Pudo implementarse cuando la Toyota estableció una política de cooperación con sus proveedores, para lo cual pasó a dirigir parte de esas empresas con lo cual redujo los niveles de su inventario, el tamaño de los lotes de producción, optimizar el layout de la fábrica y reducir los tiempos de preparación para los procesos. (Rodríguez Castillejo, 2003)

En nuestro país, debido a una baja eficiencia en despacho de materiales o problemas de escasez de productos en el campo de la construcción, se podría aplicar esta herramienta considerando un tiempo mínimo de entregas de materiales pero a la vez teniendo en bodega un stock mínimo de materiales para la construcción de lo planificado.

Para el análisis se ha escogido las compras de los materiales que se realizó en la calle N°1 para luego compararla con las compras que se hicieron en la calle N°2, y analizar los resultados de ambas.

En la calle N°1 se compró el 50% del material para la construcción de las viviendas ya que al pagar todo el material se obtendría un 5% menos del costo total debido a la cantidad.

Posteriormente se compró el otro 50% sin embargo ya había un desfase de materiales del 10%, en especial a lo que respecta a cemento y agregados. Aún faltando viviendas para concluir se tuvo que realizar una tercera compra en la cual ya no hubo ningún descuento.

Al finalizar la contabilidad de dicho material se observó que había un faltante total de un 20% del material que fue comprado, debido a desperdicios, mermas, y curva de aprendizaje debido que el sistema constructivo que se utilizó, el Walltech, era nuevo y por tanto poco conocido para el personal.

[VER ANEXO 3](#)

Con la experiencia de la calle N°1, en la calle N°2 se realizó la compra de los materiales que se iban a utilizar por semana en la obra (JIT) por lo que se hizo una planificación semanal para la contabilidad de los materiales a utilizarse en la obra en esa semana y de ahí comprarlos para tener en la bodega un stock del material que se utilizaría en dicha semana, y así se evito desperdicios, pérdidas, entre otros.

[VER ANEXO 4](#)

### **11.3. REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO (BUSINESS PROCESS REENGINEERING)**

#### **11.3.1. APLICACIÓN.-**

En la primera calles se aplicaron diferentes procesos los cuales podrían ser más eficientes aplicando la reingeniería de procesos.

Usando este criterio, se decidió hacer el análisis de los diferentes grupos de trabajo en que se dividió la obra utilizando la herramienta Pull driven y se tomaron rubros específicos para la aplicación de la reingeniería. Los rubros analizados fueron los siguientes:

#### **11.3.1.1. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS.-**

Este análisis se hace en base a la fundición del Contrapiso, es decir después que ya estén listos los rubros de trazado y replanteo, colocación de malla

electrosoldada, tuberías eléctricas, y sanitarias, como se puede apreciar en la Figura 9

FIGURA 9: CONTRAPISO ARMADO LISTO PARA LA FUNDICION



Fuente: César Naranjo.

En la calle N° 1 la fundición de los contrapisos de 45,32 m<sup>2</sup> se realizó con hormigón de obra hecho por concretera de un saco fundiendo al pie de cada casa para la cual se necesito:

**Mano de obra:**

- 2 oficiales para acarreo de cemento y agregados
- 1 oficial para manejo y desplazamientos de la concretera.
- 1 albañil para la preparación del hormigón.
- 1 oficial para la colocación del hormigón en el Contrapiso.
- 2 albañiles para la fundición propia del Contrapiso.
- 1 albañil para el paleteado y acabado del Contrapiso.

**Materiales:**

- 2,75 m<sup>3</sup> de arena
- 3,85 m<sup>3</sup> de piedra
- 24 sacos de cemento, por casa.

En la Figura 10 se puede apreciar claramente el desperdicio que existe del material (cemento y agregados) al realizar la fundición sin la aplicación de la reingeniería de procesos, ya que se ha perdido material en el acarreo, además de perderse material debido a su contaminación.

Figura 10: fundición de Contrapiso en calle N°1



Fuente: César Naranjo.

En la calle N° 2 la fundición de los contrapisos de 45,32 m<sup>2</sup> se realizó así mismo con hormigón de obra sin embargo este fue producido en una pequeña planta ubicada dentro de la obra, como se muestra en la figura 10, al principio de la calle donde se va a producir el hormigón para luego ser distribuido a los diferentes contrapisos que fueron fundidos como se muestra en la Figura 12.

Figura 11: Planta de producción de Hormigón para diferentes usos.



Fuente: César Naranjo.

Figura 12: ubicación de la planta de producción de hormigón y distribución para los contrapisos.



Fuente: César Naranjo.

**Mano de obra:**

- 1 oficial para acarreo del hormigón por medio de Buguis o carretillas
- 1 oficial para la colocación del hormigón en el contrapiso.
- 2 albañiles para la fundición propia del contrapiso.
- 1 albañil para el paleteado y acabado del contrapiso.

**Materiales:**

- 2,5 m3 de arena
- 3,5 m3 de piedra

22 sacos de cemento,

Por casa.

La siguiente tabla (tabla n°7) muestra el ahorro de costo, tiempos y recursos, que significa por contrapiso al aplicar la reingeniería de procesos.

Tabla 7: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE APLICAR LA REINGENIERIA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS Y NO APLICARLA

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE APLICAR LA REINGENIERIA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS Y NO APLICARLA									
RECURSOS	CALLE N° 1 (NO APLICA)				CALLE N° 2 (APLICA)				
MATERIALES	CANT	UND	COSTO UN	TOTAL	CANT	UND	COSTO UN	TOTAL	
ARENA	2,75	m3	11,50	31,63	2,5	m3	11,50	28,75	
PIEDRA	3,85	m3	12,50	48,13	3,5	m3	12,50	43,75	
CEMENTO	24	saco	6,20	148,80	22	saco	6,20	136,40	
MANO DE OBRA									
ALBAÑIL	4	UND	20,64	41,28	2	UND	20,64	10,32	
OFICIAL	4	UND	20,47	40,94	3	UND	20,47	15,35	
TIEMPO	0,5 DIAS				0,25 DIAS				
<b>TOTAL (DOLARES)</b>				<b>310,77</b>					<b>234,57</b>

Fuente: Cesar Naranjo

### 11.3.1.2. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

En la calle N°1 no existió un control exhaustivo en los materiales en general, por lo que hubo muchos desperdicios y robos. En la calle N°1 lo que corresponde al material eléctrico estaba almacenado por producto, por lo que había mucho desperdicio en los cortes para las tuberías para las instalaciones eléctricas, muy bajo control en piezas tales como uniones EMT, reversibles, conectores eléctricos, cajas rectangulares, desperdicio de cintas aislantes entre otros. Por ello se tuvo que volver a hacer la compra de los mismos para concluir los rubros de instalaciones eléctricas. Las pérdidas

producidas de esta forma representaron el 10% con respecto a los materiales.

En la calle N° 2 se crearon **KITS ELÉCTRICOS**, con lo que se industrializó el material. Estos kits eran repartidos al momento que iban a ser colocados en cada vivienda uno a uno para ser colocados de inmediato apenas llegaban al sitio.

Debido a que las viviendas son del mismo modelo, la creación de los kits eléctricos optimizó de una manera muy eficiente el rubro de instalaciones eléctricas. Estos kits estaban formados por todos los materiales que componen las instalaciones eléctricas desde las tuberías ya cortadas a la medida que va a ser utilizada en la vivienda, hasta los materiales más pequeños como conectores contados por vivienda como se muestra en la siguiente Figura 13. Luego de concluir la instalación se comprobó que el desperdicio y pérdidas con respecto a este rubro fue 0.

Figura 13: kits eléctricos



Fuente: César Naranjo.

### **11.3.1.3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL RUBRO DE ENLUCIDOS**

El rubro de enlucidos se descompone en dos partes: aplicación de primera capa, y aplicación de segunda capa.

Para la aplicación de la herramienta reingeniería en el proceso de negocio se ha considerado la utilización de una máquina conocida como TURBOSOL, la cual es una máquina proyectora de hormigón, en el rubro de la aplicación de la segunda capa de hormigón. Esto se puede apreciar en la figura 14.

Figura 14: Enlucido mediante maquina TURBOSOL



Fuente: César Naranjo.

En la primera calle el enlucido se lo hizo de manera artesanal, es decir a mano, lo que demandó una mayor cantidad de mano de obra.

#### **11.3.1.3.1. INFORMACION DE MAQUINA ENFOSCADORA <sup>3</sup>Y TRANSPORTADORA DE MORTEROS COMUNES Y ESPECIALES “TURBOSOL”**

La máquina “Turbosol” nos permite transferir al punto de utilización morteros comunes a base de cal y/o cemento, morteros premezclados a base de

---

<sup>3</sup> Enfoscar: Un enfoscado es una capa de mortero empleada para revestir una pared o un muro.

cemento, morteros ligeros para aislamiento térmico y acústico, morteros ignífugos y morteros de cementos especiales.

Estos se pueden extender para la edificación de mampostería o aplicarse a paredes interiores/exteriores y techos mediante proyección con pistolas apropiadas, tanto para los revestimientos comunes de espesor y de acabado, como para las recuperaciones estructurales y los saneamientos. (S.p.A., 2008)

La máquina “Turbosol” se puede distinguir porque:

- a) Gracias a una exclusiva concepción técnica patentada, garantiza una proyección homogénea y continua del material.
- b) La innovadora bomba de pistón puede bombear inertes hasta una granulometría máxima de 6 mm, asegurando alto rendimiento, irrelevantes costos de trabajo y mantenimiento.
- c) El motor de gasolina Honda da 3,3 HP, con encendido eléctrico y de arranque, garantiza la máxima potencia y eficiencia en cualquier intervención de bombeo.

(S.p.A., 2008)

A continuación se muestra el análisis de rendimientos de mano de obra y tiempo, que ocurrió con la aplicación de la maquina TURBOSOL en el enlucido segunda mano de las viviendas.(Tabla 8 y Tabla 9).

TABLA 8: RENDIMIENTO M/O CON MAQUINA TURBOSOL

<b>RENDIMIENTO M/O CON MAQUINA TURBOSOL</b>			
	<i>Aplicacion de 1ra Mano</i>	<i>Aplicacion de 2da Mano</i>	<i>Aplicacion de 2da Mano con Turbo Sol</i>
	M2	M2	M2
<b>Cuadrilla por Vivienda</b>		<b>Margarita</b>	
Obreros requeridos por dia			
12 Albañiles			
7 Oficiales	184,79	184,79	230,99
<i>En 2da Mano con proyeccion de la TURBOSOL</i>			
El rendimiento del albañil aumenta en un 25%			
<i>En 2da Mano con proyección de la Turbo-Sol</i>			
los Oficiales requeridos disminuyen en un 60%			

Fuente: César Naranjo

TABLA 9: RENDIMIENTO EN TIEMPO CON USO DE LA MAQUINA TURBOSOL

<b>RENDIMIENTO EN TIEMPO CON USO DE LA MAQUINA TURBOSOL</b>					
<b>MODELO DE VILLA</b>	<b>TIEMPO EN HORAS</b>	<b>POR CASA M2</b>	<b>POR DIA M2</b>	<b>POR SEMANA M2</b>	<b># DE CASA x Semana</b>
MARGARITA	3h30	184,79	306,18	1377,81	9,00

Fuente: César Naranjo

El rendimiento de la TURBOSOL tomado en sitio se obtuvo de la siguiente forma:

- M2 por minuto: 0,73m<sup>2</sup>
- Villa modelo Margarita se demora: 210 min, lo que equivale a 3h30.
- Según los m<sup>2</sup> de enlucido que existen en la villa modelo Margarita (184,79 m<sup>2</sup>), se obtiene que se enlucirían 2 villas por día, tomando en cuenta que la maquina TURBOSOL trabajaría 1h30, después que los albañiles hayan enlucido la primera mano las paredes de la vivienda.
- Además se hizo el cálculo por semana considerando (4,5 días) ya que los albañiles se dedican el día lunes a dar la primera capa de enlucido.

#### **11.4. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM)**

Lean Construction reconoce a esta herramienta como un sistema técnico de administración natural, ya que pronostica el ciclo de la obra mientras esta está en ejecución a partir de la localización, como lo es la ubicación estratégica de la bodega, baños de obreros y oficina de residentes de obra. Dentro de esta herramienta se tiene 3 pasos importantes que son: ubicación, distribución y movimientos o acarreos, lo que nos permite reconocer tiempos de holgura que quizás sean posibles.

Para la aplicación de esta herramienta se va a utilizar la ayuda de un diagrama conocido como Diagrama de Espagueti.

##### **11.4.1. Aplicación de la herramienta “Sistema de administración basado en la localización” (location based management system)**

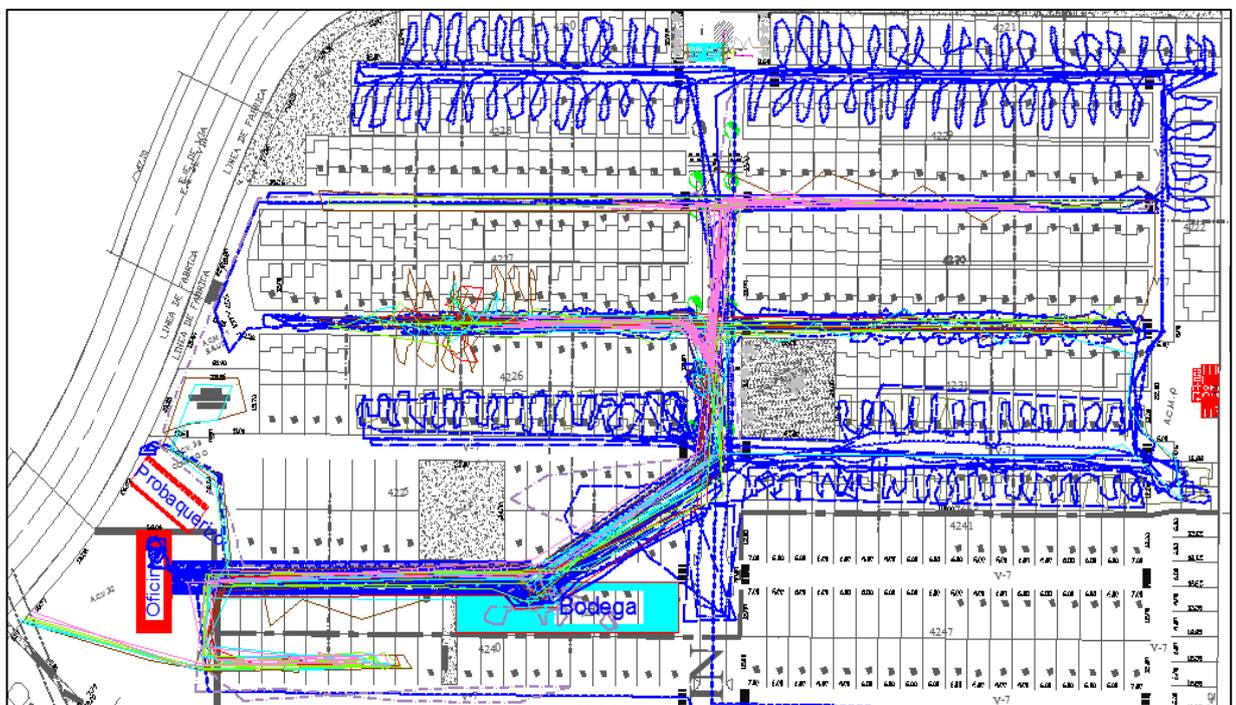
En la calle N°1 no se hizo la aplicación de esta herramienta por lo que la bodega y la oficina de obra fueron ubicadas sin un previo análisis, lo que ocasionaba desperdicios en: esperas, movimientos, y transporte.

La espera a la llegada de los materiales a cada uno de los puntos donde iban a ser utilizados era tal que hacía que los obreros corten sus ritmos de trabajo. Los movimientos del personal encargado de acarreos, y personal técnico eran mayores que en la calle dos, lo que hacía que el personal se canse más, y no rinda de manera eficiente. El transporte del material era muy lento en comparación con el realizado en la calle N° 2.

#### 11.4.1.1. Aplicación del Diagrama de Espagueti de Ecocity

El diagrama de espagueti es una ilustración que pone en evidencia la ineficiencia de la distribución del sistema utilizado, antes de la implementación de la herramienta. Esto se observa en la Figura 15.

Figura 15: Diagrama de Espagueti de Ecocity



Fuente: César Naranjo

Entre Oficinas y Obra, así como entre Bodega y Obra se evidencia bastante recorrido, esto es porque no están bien ubicados los puntos clave, generando un mayor recorrido del personal todos los días.

#### 11.4.1.2. Resultados del Diagrama de Espaguetti

En la siguiente tabla (Tabla N°10) se muestra la medición de las distancias recorridas a diario por obreros y personal técnico de la obra Ecocity.

TABLA N°10: KILÓMETROS RECORRIDOS AL DIA EN ECOCITY POR CARGO

<b>Cargo</b>	<b>Personas por cargo</b>	<b>Distancia recorrida del cargo (metros/día)</b>	<b>Distancia total por cargo (metros/día)</b>
Residentes	6	1,368.90	8,213.37
Administrativos y Directivos	7	1,498.33	8,990.00
Aguatero	3	3,474.83	10,424.49
Albañil	53	2,569.00	136,157.00
Oficial	55	2,690.64	147,985.20
Segundero	6	2,853.94	17,123.64
Maestro Principal	5	1,188.27	5,941.35
<b>Kilómetros recorridos por día en Ecocity</b>			<b>334,835</b>

Fuente: Cesar Naranjo

Después de tener los kilómetros que se recorren a diario en la obra se procedió al cálculo del valor por kilómetro recorrido:

TABLA 11: CALCULO DEL VALOR PROMEDIO DEL KM EN ECOCITY

Tiempo de caminar 100metros (min)	Salario promedio	Salario Por minuto	salario gastado con respecto al tiempo	Salario por Km recorrido
1,8833333	\$ 20	\$ 0,04	\$ 0,08	\$ <b>0,78</b>

Fuente: Cesar Naranjo

Luego, se analiza cuánto representó en costo el recorrido que realizó el personal de la obra Ecocity

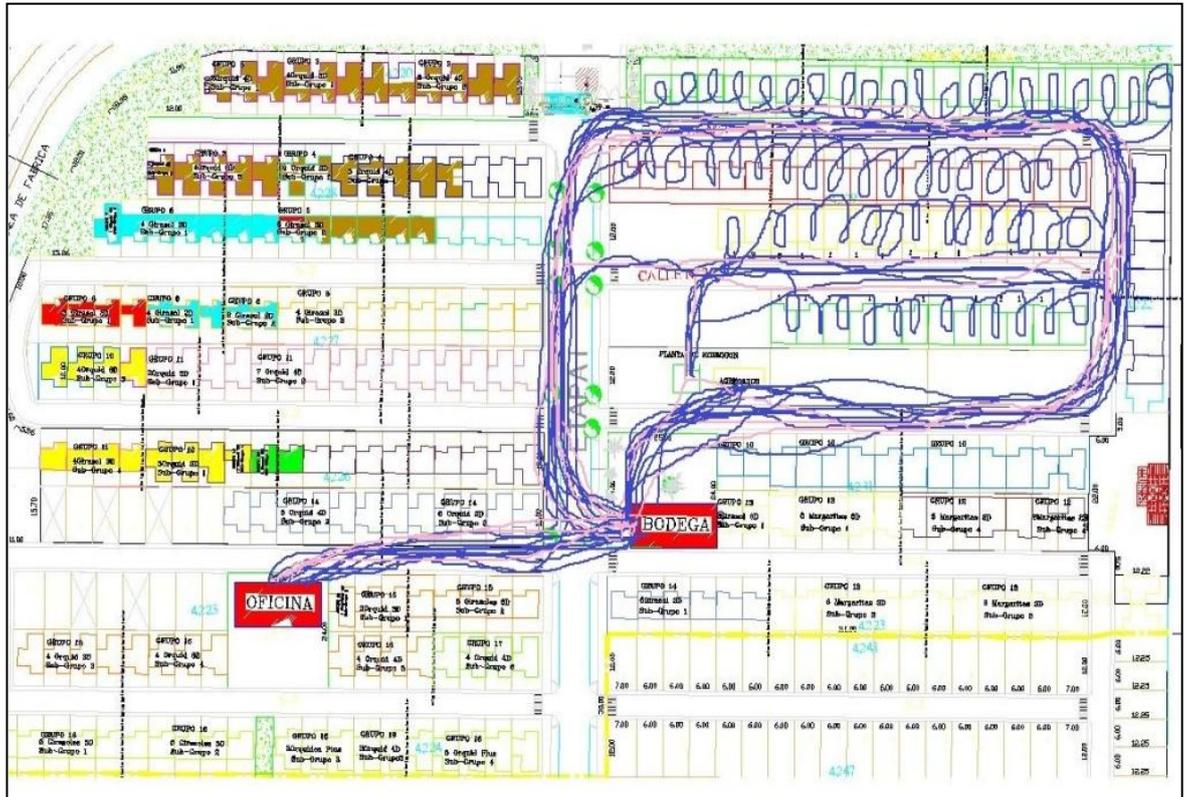
TABLA 12: COSTO DE TRANSPORTE MENSUAL EN ECOCITY

Transporte....			
En Kilómetros	En dinero/Día	En dinero/Semana	En dinero/Mes
334.835	\$ 262.75	\$ 1,111.44	\$ 6,112.94

Fuente: cesar Naranjo

En la figura 16 se muestra la propuesta de ubicación de bodega y oficina para la calle N°2 y el siguiente diagrama de espagueti:

Figura 16: Nueva propuesta de ubicación de bodega y oficina de obra



Fuente: César Naranjo

TABLA 13: VALOR AHORRADO CON LA NUEVA UBICACIÓN DE BODEGA Y OFICINA DE OBRA EN ECOCTIY

Ubicación anterior	UBICACIÓN PROPUESTA						
	Recorrido del personal con la ubicación de la bodega y oficina de obra en la calle 1 (KM)	Recorrido del personal con la ubicación de la bodega en el parque de la fase 2 de Ecojardín (propuesta)	Metrage diario ahorrado con la propuesta:	%de Ahorro en Distancia recorrida	KM	Dinero Ahorrado/ Día	Dinero Ahorrado/ Semana
334,835	187,51	147,325	44%	147,325	\$ 114,91	\$ 486,07	\$2673,38

Fuente: César Naranjo

Se aclara que esta herramienta no se aplicó en la obra. Los datos aquí presentados son teóricos.

## **11.5. GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)**

Para la aplicación de esta herramienta de Lean Construction se hará uso del Método DMAMC

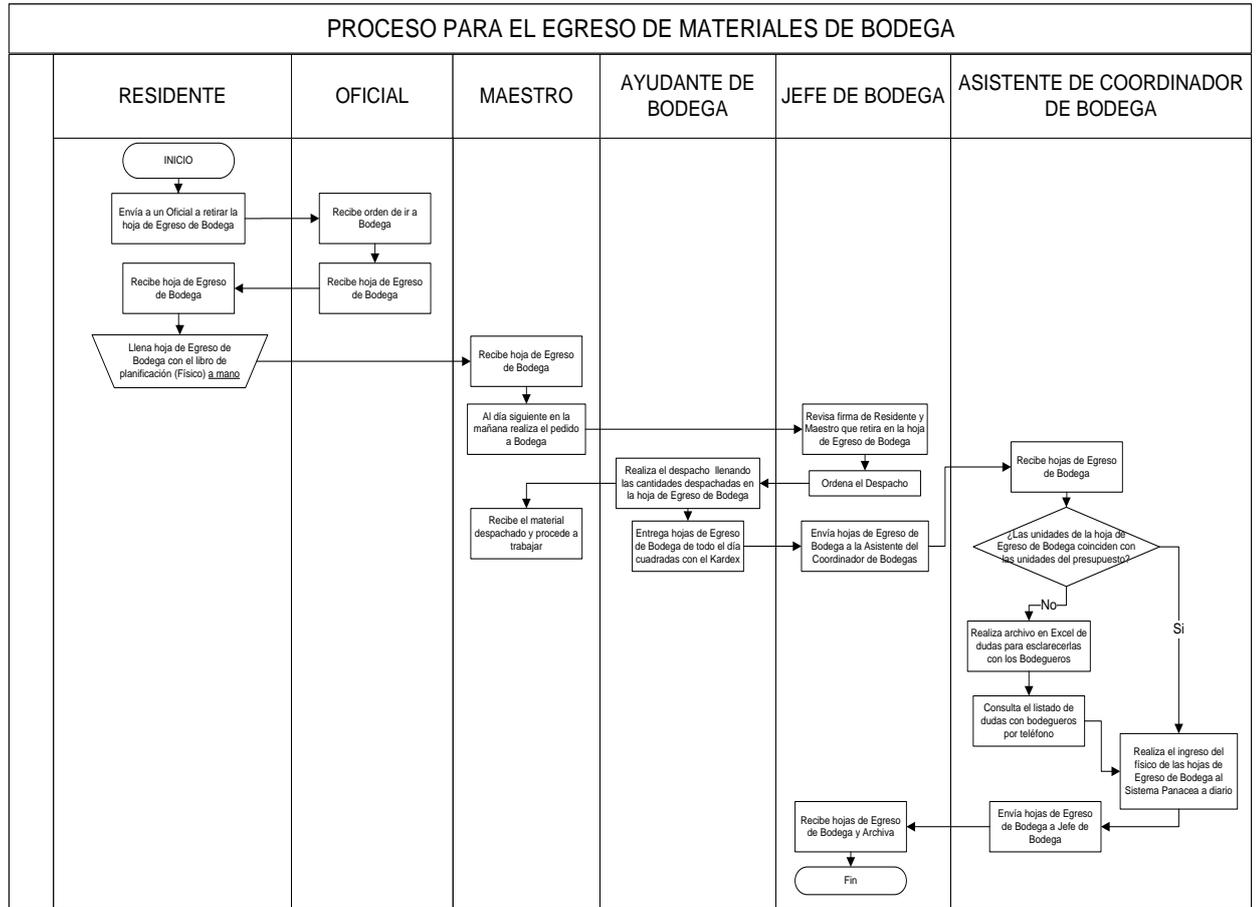
### **11.5.1. Aplicación del Método DMAMC**

Se aplicó el método DMAMC para mejorar ciertos procesos. Entre ellos, para la aplicación de este método se seleccionó el estudio del egreso de materiales de bodega ya que se consideró que esto era uno de los problemas raíz, que había que solucionar inicialmente. Se procedió por ello a la medición, definición y análisis, para luego sugerir procesos de mejora.

#### **DEFINIR:**

Proceso actual: Egreso de Materiales de Bodega.

TABLA 14: PROCESO PARA EL EGRESO DE MATERIALES DE BODEGA



Fuente: Conbaquerizo Cía. Ltda.

**MEDIR:**

**¿Cuál es el rendimiento actual del proceso?**

15 hojas de Egreso de Materiales de Bodega al día

**¿Qué se desea medir?**

Se desea medir el tiempo transcurrido desde que se hace el egreso de materiales de Bodega hasta que se ingresa esta información en el sistema, así como los recursos humanos óptimos requeridos

**Medición:**

Tiempo transcurrido entre la realización de Egreso de materiales de bodega hasta el ingreso de esta información en el sistema:

TABLA 15: TIEMPO PROMEDIO EN ACTIVIDADES RELEVANTES EN ECOCITY

Tiempo promedio (min)	Actividades Relevantes
10	Pedir un oficial para que vaya a retirar la hoja de Egreso de bodega
3	Ir a retirar la Hoja de Egreso de Bodega
3	Traerle la hoja de Egreso de Bodega al Residente de Obra
5	Llenar la hoja de Egreso de Bodega
4	Buscar en el libro de planificación de obra, el rubro y el recurso del material requerido
1	Transcribir la codificación del libro de Egreso de Bodega a la hoja de egreso de bodega
3	Cuadrar hoja de bodega con el Kardex
1 a 2 días	Demora hasta que se envíe la hoja de Egreso de obra a Oficina
60	Enviar hoja de egreso de bodega a Asistente de Coordinador de Bodega
1	Ingresar los datos de la hoja de egreso de Bodega al sistema
<b>Total: 1,7 días</b> de tiempo de Procesamiento	

Fuente: César Naranjo.

### Recursos Humanos Involucrados:

Residente, Oficial, Maestro, Ayudante de Bodega, Jefe de Bodega, Asistente de Coordinador de Bodegas.

### ¿Cuáles son las Posibilidades para cometer errores?

Hay 20 actividades en el proceso para cada una de las 15 hojas de egreso diario, dando como resultado 300 posibilidades para cometer errores al día.

### ANALIZAR:

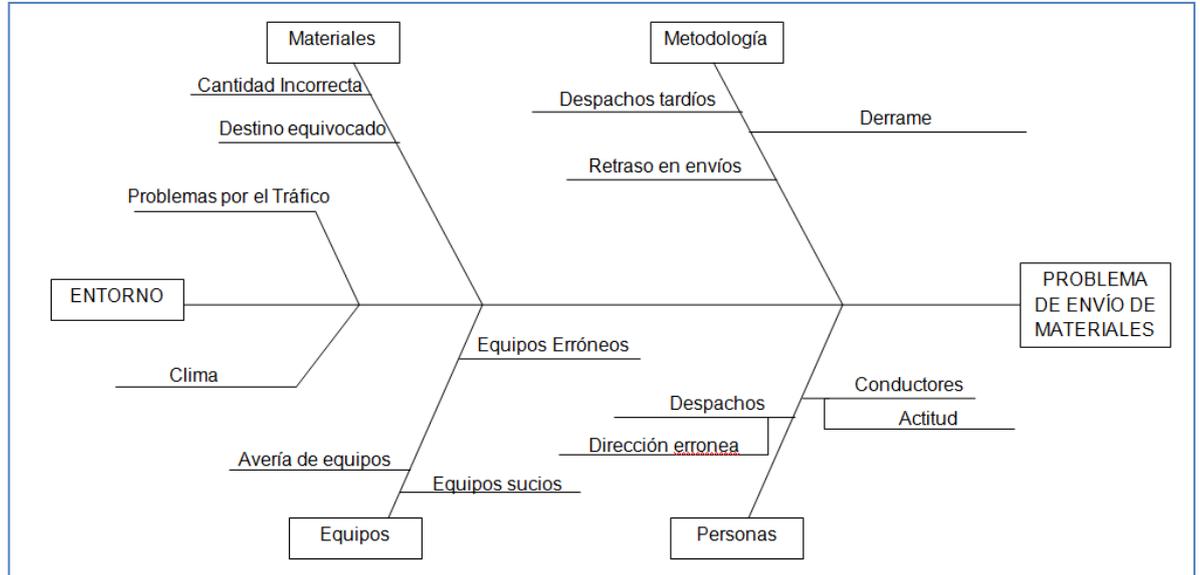
#### ¿Qué problemas se encontraron?

Largos tiempos transcurridos entre la realización de Egreso de Materiales de Bodega hasta el ingreso de esta información en el sistema.

Excesivas personas involucradas.

Se realiza el análisis de Ishikawa para cada problema y se encuentra la causa raíz para cada análisis

TABLA 16: DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: César Naranjo

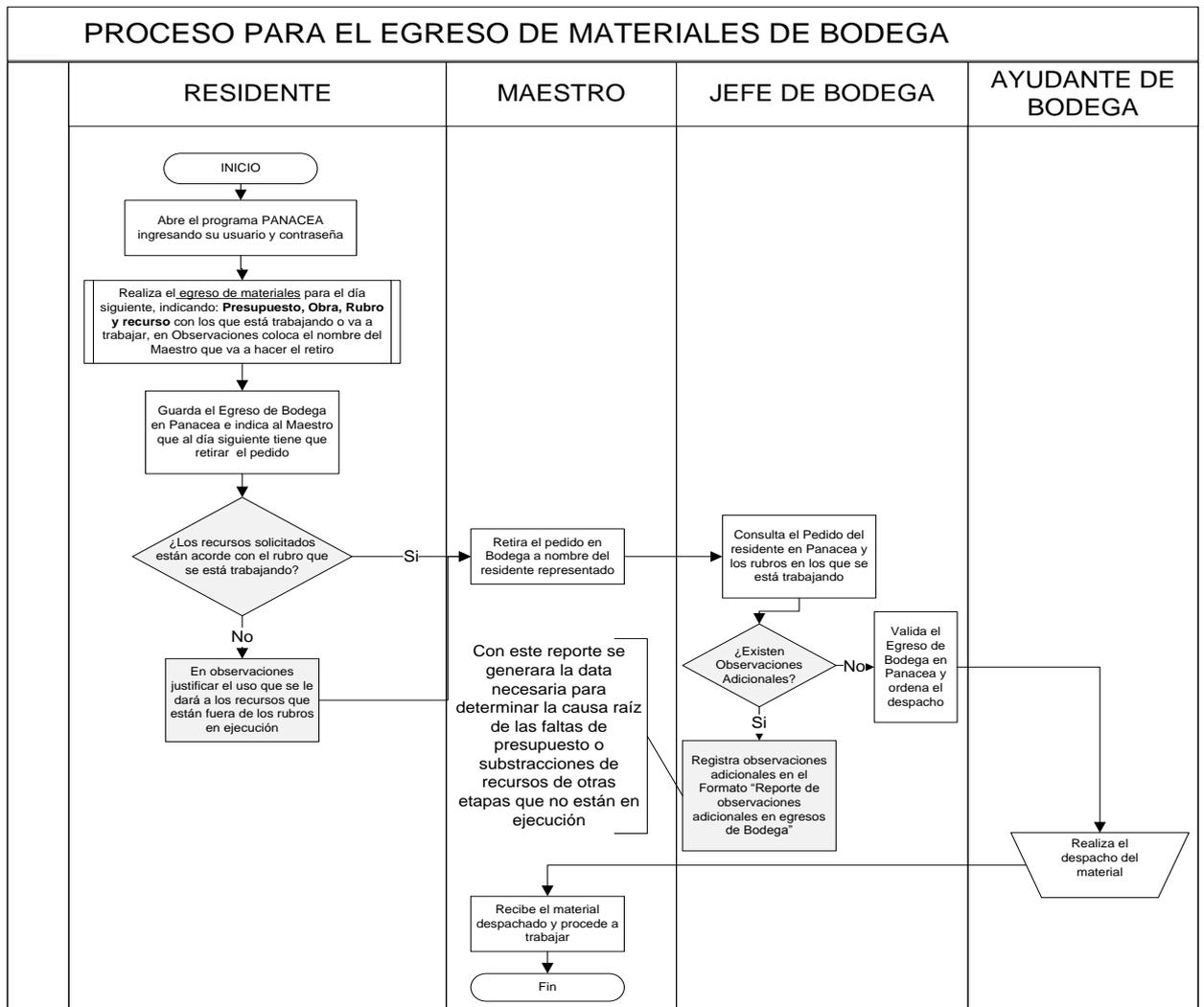
Causa Raíz: No se usa el programa Panacea (software de Conbaquerizo) desde el inicio del proceso.

Para mayor conocimiento del programa Panacea

[Ver ANEXO 5.](#)

**MEJORAR:**

**TABLA 17: PROCESO PARA EL EGRESO DE MATERIALES DE BODEGA  
NUEVO**



Fuente: Conbaquerizo Cía. Ltda.

**CONTROLAR:**

**Se va a controlar lo que se midió, en este caso:**

El tiempo transcurrido desde que se hace el egreso de materiales de Bodega hasta que se ingresa esta información en el sistema.

**¿Cómo controlarlo?**

Con Cartas de Control que se van a alimentar de los datos generados por el sistema (el sistema comienza a tomar el tiempo desde que se hace el

requerimiento de egreso de Materiales de Bodega hasta que se aprueba el despacho).

## **11.6. ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM)**

### **11.6.1. Aplicación.-**

Actualmente se opta por la implementación y uso de nuevas metodologías que no sólo buscan ayudar a hacer los procesos más efectivos sino también más eficientes y así poder disminuir los tiempos constructivos.

El Last Planner System (LPS™), como se mencionó, es un sistema de control de producción que ayuda a rediseñar los sistemas de planificación tradicional. Ayudando a reducir la variabilidad entre los procesos y como resultado aumentar su confiabilidad. Fue desarrollado originalmente por Ballard y Howell, fundadores del Lean Construction Institute. Su principio básico se basa en aumentar el cumplimiento de las actividades de construcción mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación.

Esta herramienta también se utilizó dentro del análisis del presente estudio. Los pasos seguidos, y los resultados, se presentan a continuación.

#### **11.6.1.1. Control de producción Semanal y los compromisos.-**

Dentro del grupo de estudio, se siguieron estos pasos

##### **Fase inicial (Implementación):**

1. Lunes en la mañana. Se plantea la pregunta: ¿Qué se comprometen a ejecutar en la semana?
2. La semana 2, el lunes en la mañana se pregunta: ¿Se hizo todo lo que se comprometió el lunes pasado?
  - a) Si No se hizo:

- i. Escribir brevemente por qué no? (escribir los problemas)
  - ii. Categorizar los problemas (Categorías: Medio ambiente, materiales, Equipos, Seguridad Industrial, Recursos Económicos, trabajos Pre-Requeridos pendientes, Otros [especificar])
- b) Se escribe lo que se va a comprometer a ejecutar en la semana.
- c) Estar preparado para analizar diferencias en la reunión de semanal si las hay.
3. La semana 3, el lunes en la mañana se pregunta: ¿Se hizo todo lo que se planificó el lunes pasado?
- a) Si No se hizo:
    - i. Escribir brevemente por qué no? (escribir los problemas)
    - ii. Categorizar los problemas (Categorías: Medio ambiente, Materiales, Equipos, Seguridad Industrial, Recursos Económicos, trabajos Pre Requeridos pendientes, Otros[especificar])
- b) Se escribe lo que se va a comprometer a ejecutar en la semana.
- c) Estar preparado para analizar diferencias en la reunión semanal si las hay.
4. Las actividades de la semana 2 y la semana 3 se repite en el resto de semanas posteriores.

**Porcentaje de actividades completadas (PAC).**

Para llevar el control semanal se ha elaborado el siguiente formato para la obra para analizar lo planificado la semana anterior y hacer la nueva planificación semanal.

La siguiente tabla 18 muestra si se ha cumplido o no con la meta planificada.

Tabla 18: Planificación Semanal Ecocity.

FECHA XDIA		lun, 17 jun 13	mar, 19 jun 13	mié, 20 jun 13	jue, 21 jun 13	vie, 22 jun 13	sáb, 23 jun 13	TOTAL CASAS A REALIZAR 17 AL 22 DE JUNIO DEL 2013	REALIZADO SEMANA 17 AL 22 DE JUNIO DEL 2013	DIFERENCIA	MOTIVO	DETALLE DE PRODUCCIÓN
CONTRAPISOS (Fundicion)	#CASAS	0	2	2	2	2	2	10	6	-4,00	RETRASO EN LLEGADA DE MATERIALES	Mz. 4241
PANELIZACIONES PB	#CASAS	1	1	1	1	1	1	6	6	0,00		Mz. 4225
ENLUCIDOS PLANTA BAJA	#CASAS	0	1	1	1	1	1	5	5	0,00		Mz. 4275
CUBIERTA	#CASAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00		

Fuente: Conbaquerizo Cía. Ltda.

El porcentaje de actividades completadas (PAC) dará como resultado el índice de confiabilidad de compromisos.

1. De 10 contrapisos de concreto comprometidas en terminarse en la semana:
  - a) 6 están al 100% completadas
  - b) 4 están al 95% completadas

## 2. PAC

$$PAC = \frac{\text{Número de actividades cumplidas}}{\text{Número de actividades programadas}} \times 100\%$$

$$PAC = 6/10 = 60\%$$

La primera medición es una medida de referencia que sirve para:

- a) Hacer y mantener compromisos sobre un valor más real.

- b) Para Planificar y ejecutar ¿Se ha hecho lo que se ha dicho que se iba a hacer?

El índice de confiabilidad de compromisos al inicio de la aplicación de esta metodología entonces es del **60%**.

### **Análisis de la CAUSA RAIZ**

Con la siguiente tabla se podrá analizar la CAUSA RAIZ para ver donde hay más problemas en la obra

**TABLA 19: CAUSA RAÍZ**

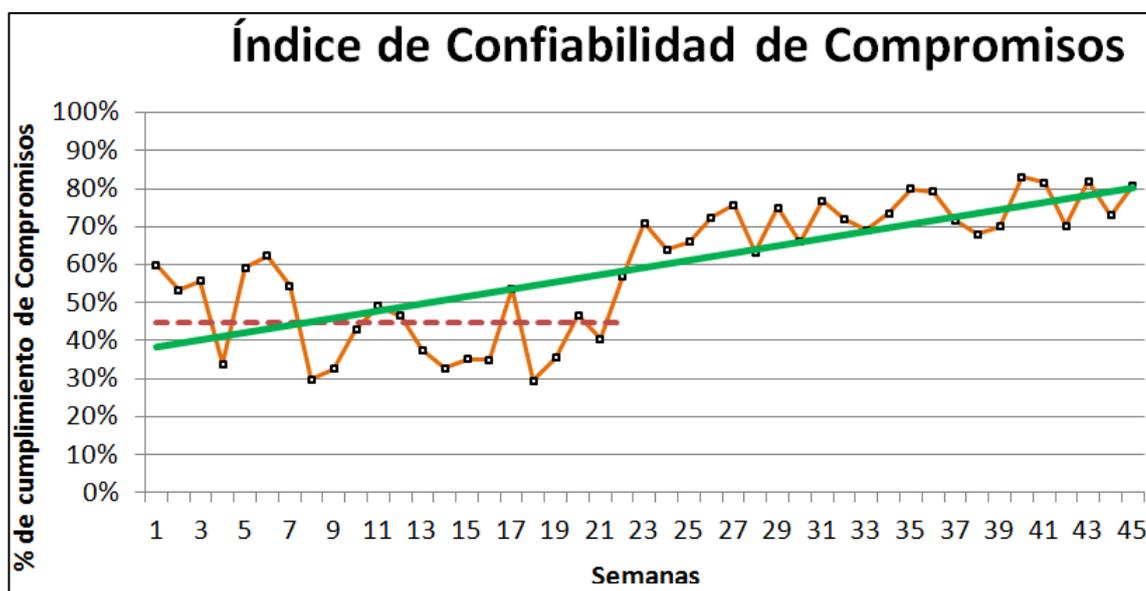
<b>Problema</b>	<b>Categoría</b>	<b>Causa</b>	<b>Actividad a realizar</b>	<b>Fecha</b>	<b>Responsable</b>
El enlucido de la planta baja no estaba concluido	Trabajo Pre- Requerido Pendiente	Bajo rendimiento de enlucidos, genera atrasos en entregas e inicio de acabados	Incentivar al maestro líder del grupo para que disminuya el tiempo ocioso de sus obreros	14/05/2013	Residente grupo 3 Enlucidos
La estructura para los encofrados de contrapiso no estaba lista	Trabajo Pre- Requerido Pendiente	Bajo rendimiento en contrapisos, no se puede fundir los contrapisos, no se puede continuar el proceso	Conseguir otros proveedores de encofrados metálicos o buscar otros métodos para encofrar como madera	15/05/2013	Residente grupo 1 contrapisos
El enlucido de la planta baja no estaba concluido	Trabajo Pre- Requerido Pendiente	Bajo rendimiento de enlucidos, genera atrasos en entregas e inicio de acabados	Incentivar al maestro líder del grupo para que disminuya el tiempo ocioso de sus obreros	16/05/2013	Residente grupo 3 Enlucidos
El enlucido de la planta baja no estaba concluido	Trabajo Pre- Requerido Pendiente	Bajo rendimiento de enlucidos, genera atrasos en entregas e inicio de acabados	Incentivar al maestro líder del grupo para que disminuya el tiempo ocioso de sus obreros	17/05/2013	Residente grupo 3 Enlucidos

Fuente: César Naranjo

Con este cuadro el Director de Obra se dará cuenta dónde tiene los problemas una y otra vez. El Director de Obra será el encargado de que el responsable designado ejecute las actividades a realizar, obteniendo los siguientes resultados:

**Construcción de la gráfica del Índice de confiabilidad de compromisos.**

FIGURA 17: ÍNDICE DE CONFIABILIDAD DE COMPROMISOS



FUENTE: César Naranjo

Dentro del gráfico del índice de confiabilidad de compromisos se encuentran dos escenarios:

<b>ANTES DE TOMAR ACCIONES (IMPLEMENTACION)</b>	<b>DESPUES DE QUE LAS ACCIONES SEAN TOMADAS (IMPLEMENTACION)</b>
El índice de confiabilidad de compromisos tiende ligeramente a una mejora de un 45 a un 48%	El índice de confiabilidad de compromisos es muy positivo pasó de un 40% a un 84%
La variación alrededor de la línea de tendencia (color verde) es significativa	La variación <sup>4</sup> alrededor de la línea de tendencia es menor que antes y tiende a la parte más alta del gráfico

Fuente: César Naranjo

<sup>4</sup> Variación: es el nivel de incumplimiento de las especificaciones. Se necesita eliminar las variaciones negativas que hacen incumplir con las especificaciones del cliente o la empresa.

## **Resultados de la Aplicación de Last Planner.-**

Con el gráfico “Índice de confiabilidad de Compromisos”, el DIRECTOR DE OBRA se dará cuenta de que sus equipos de trabajo estaban trabajando desorganizadamente.

Con esta nueva metodología, se debe mejorar sus rendimientos de Mano de Obra, para lo cual de manera semanal:

1. Hay que hacer el compromiso semanal.
2. Escribir las razones por las que no se cumplió el compromiso de la semana pasada.
3. Categorizar las razones.
4. Graficar el ‘Porcentaje de Planeación Completo’ que es lo mismo que el ‘Índice de Confiabilidad de Compromisos’.
5. Elaborar la gráfica del ‘Número de Ocurrencias por categoría vs. Categorías’.
6. En las categorías más representativas de la gráfica hacer el análisis de la causa raíz.
7. Asegurarse de que los responsables cumplan con las acciones necesarias para corregir las causas de los problemas.

## **12. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES**

Para una mejor comprensión del presente estudio, se presentan conclusiones, según las diferentes herramientas utilizadas.

### **12.1. ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS POR DEMANDA**

- a) En el presupuesto se tenía actividades las cuales no eran necesarias ni eran PRE-REQUISITO de otra actividad por lo que en la calle N° 2 al tener un mejor análisis no fueron consideradas lo que significó un ahorro en lo que a costos se refiere.
  
- b) En la calle N°2 se dividieron las actividades en GRUPOS DE TRABAJO; en cada grupo se colocó un residente de obra (supervisor de cada grupo) con lo que se tuvo mejor resultados en la calidad de los acabados y mejor especialización en la mano de obra al dedicarse solamente a hacer una actividad, lo que significó un ahorro en mano de obra y a diferencia de la calle N°1 no se tuvo que entrar a posteriores reparaciones ya que la calidad del producto fue aceptable.
  
- c) En lo que a tiempo se refiere se cumplieron los cronogramas sin embargo en la calle N°1 se tuvo que regresar a hacer varias reparaciones de fisuras y niveles en contrapisos lo que conlleva a un mayor desperdicio de tiempo, materiales, y por ende dinero. Además para poder cumplir con el cronograma en la calle N°1 se tuvo que utilizar mayor mano de obra que en la calle N°2, por lo que se elevó el costo de la mano de obra en la calle N°1.

### **12.2. JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME)**

- a) En la calle número 1 se obtuvo un ahorro del 5% por compra de materiales debido a que las cantidades eran grandes. Sin embargo al final nos pudimos dar cuenta que hubo un 10% de merma de materiales por

compra realizada, por lo cual se tuvo que volver a invertir dinero en compra de materiales adicionales para concluir con la obra.

- b) De acuerdo a la información obtenida se puede dar como un hecho que implementar la herramienta JIT reduce los costos, ya que el costo principal en lo que a compras de materiales se refiere en la obra tuvo una reducción del 5% con respecto al presupuesto original de la obra, cumpliéndose así el objetivo principal de la implementación del JIT, que es la reducción de costos.
- c) En la calle N°2 no se tuvo que comprar materiales adicionales ya que se planificaba semanalmente la compra de estos y el despacho de los mismos para tener en bodega la cantidad de materiales que se iban a requerir para una semana de trabajo previamente analizada.
- d) La comunicación con los proveedores es algo muy básico e importante en la aplicación de esta herramienta, ya que con esta se puede obtener una mejor sincronización para los despachos de los materiales hacia la obra.
- e) La aplicación del JIT ayudó además a dar una mayor liquidez al capital que se invirtió para la compra de materiales.

### **12.3. REINGENIERÍA EN EL PROCESO DE NEGOCIO (BUSINESS PROCESS REENGINEERING)**

#### **12.3.1. APLICACIÓN DE LA REINGENIERÍA EN LA FUNDICION DE CONTRAPISOS.-**

- a) Se ha verificado un ahorro con respecto a la calle N°1 en lo que respecta a materiales y mano de obra.
- b) En lo que respecta a mano de obra se ahorraron 2 personas por vivienda, y en materiales un ahorro del 10%, esto se debe a que en la calle N°1

hubo pérdida de material debido al acarreo de cada uno de estos por vivienda, los cuales se iban cayendo por el camino, y además de al estar en el suelo hubo contaminación del mismo como la arena.

- c) El cambio se debe a que en vez de acarrear los materiales casa por casa se acarrea el producto final que es el hormigón, en lo cual el desperdicio es mucho menor además este acarreo se puede hacer por máquina como por ejemplo bobcat.
- d) Al convertirse la producción del hormigón a un ambiente de fábrica la calidad de los contrapisos fue mejor en la calle N°2 en comparación con la calle N°1

### **12.3.2. APLICACIÓN DE LA REINGENIERIA EN INSTALACIONES ELECTRICAS.-**

- a) Las pérdidas del material eléctrico las cuales representaban un 10% en lo que respecta a materiales, bajaron a un 0%.
- b) Se industrializa el proceso eléctrico.
- c) Se optimiza el tiempo de instalación.
- d) El personal encargado de la parte eléctrica se especializa en la misma lo que da un margen de error en la instalación muy bajo o casi 0.
- e) En la calle N°1 de cada 10 casas, 2 casas tenían que ser revisadas las instalaciones eléctricas porque tenía falla en algún punto; mientras que en la calle N° 2 no hubo ninguna falla en las instalaciones eléctricas.

### 12.3.3. APLICACIÓN DE LA REINGENIERIA EN EL RUBRO DE ENLUCIDOS

- a) Con la máquina Turbosol el rendimiento del albañil aumenta en un 25%.
- b) Se reduce el número de oficiales en un 60%, para el enlucido de la segunda mano
- c) Se industrializa el proceso de enlucido, optimizando los tiempos de enlucido y especializándose la mano de obra mejorando así la calidad del enlucido.
- d) En la primera calle el enlucido fue hecho a mano, y la diferencia fue muy notoria al aplicar la máquina turbosol en lo que respecta a calidad como se muestra en la siguiente imagen

FIGURA 18: DIFERENCIA DE ENLUCIDO EN PRIMERA CALLE CON SEGUNDA CALLE



Fuente: César Naranjo

Como se puede apreciar en la imagen, en la primera calle se tuvo que entrar a reparar las fisuras, lo que conlleva a un gasto adicional luego de haber ya

entregado las villas; mientras que en la segunda calle el enlucido con la máquina turbosol tuvo un 80% menos de fisura.

#### **12.4. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN BASADO EN LA LOCALIZACIÓN (LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM)**

- a) La aplicación de esta herramienta es importante para ubicar de una manera estratégica los puntos de partidas para los procesos en la obra que son la bodega y la oficina de obra, la bodega porque es de ahí que salen todos los materiales (materia prima) que va a ser transformada en el producto para entregar al cliente.
- b) Se optimiza los tiempos de recorridos de todo el personal en la obra.
- c) La ubicación de los puntos de partida (bodega y oficina de obra) corta los tiempos de ocio que puedan tener el personal ya que para llegar a algún punto este tendrá que hacer un recorrido menor por lo que el cansancio es menor que si estos puntos no estuvieran en una ubicación estratégica.
- d) Hace que el personal tenga mayor proactividad, lo cual no significa que el personal actúe de prisa sino a un buen ritmo de una manera responsable y siempre con la mira de cumplir las metas propuestas.

#### **12.5. GESTIÓN DE CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)**

- a) A partir de aplicar la metodología DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar) se obtiene el mejoramiento de procesos de la empresa en lo que respecta al Egreso de Materiales de Bodega que fue en donde aplicamos la metodología DMAMC; sin embargo TQM nos exige que debemos estar en una mejora continua, para mejorar así los procesos y hacerlos más efectivos y óptimos lo que dará grandes beneficios para el proyecto.

- b) Es de suma importancia la creación de un departamento de mejora continua ya que así serán analizados todos los procesos de obra y poderlos hacer más óptimos, además que se encargue del estudio de nuevas alternativas que lleven a la empresa a un constante crecimiento y competitividad.
- c) A partir de la aplicación de esta herramienta se pueden minimizar o eliminar varios desperdicios, además de reducir el exceso de pasos que hay en la empresa para los procesos y así optimizar procesos para evitar retrasos en entregas u otros problemas.

## **12.6. EL ÚLTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER SYSTEM)**

- a) Last planner (el último planificador), como sistema de planificación y control de proyectos de construcción, es una herramienta muy útil para mejorar la confiabilidad y rebajar la incertidumbre en la planificación.
- b) El estudio realizado muestra un incremento en el cumplimiento de lo planificado desde el 60% en la primera semana de implementación del sistema hasta el 80% en la semana 45.
- c) La planificación intermedia, el plan de trabajo semanal y las reuniones de control de lo planificado afectan positivamente el desarrollo de la obra y su desempeño en diferentes aspectos:
- Comunicación, ya que la planificación intermedia y del día a día (plan de trabajo semanal) se realiza conjuntamente en la obra.
  - Compromiso, al ser tenidos en cuenta para la planificación, los actores que intervienen directamente en el desarrollo de los mismos (últimos planificadores): maestros, supervisores y subcontratistas.

- Cultura de medición, necesaria para establecer referencias del desempeño del proyecto
  - Mejoramiento continuo, una vez establecido el indicador PAC de cumplimiento de lo planificado y la herramienta se aplica sistemáticamente.
- d) Con el nuevo sistema, el papel del profesional administrador de obra se torna PROACTIVO, ya que es necesario analizar y levantar las restricciones de las actividades para definir las asignaciones de trabajo de la unidad de producción.
- e) El análisis de las causas de no cumplimiento de lo planificado ofrece valiosa información, utilizada para evitar la recurrencia de situaciones que generan atrasos y baja productividad en la obra.

## Referencias bibliográficas

DPLANG, M. I. *Déficit de vivienda de la ciudad de Guayaquil*.

Alarcón, L. F. (1997). Un sistema de control de producción para la construcción: el último planificador. *Un sistema de control de producción para la construcción: el último planificador*, (pág. 100).

Baquerizo Arosemena, C. (2007). GERENCIA DE PROYECTOS PARA CONSTRUCTORES E INMOBILIARIAS. En C. Baquerizo Arosemena, *GERENCIA DE PROYECTOS PARA CONSTRUCTORES E INMOBILIARIAS* (págs. 73-92). Guayaquil: Talleres gráficos del Archivo Histórico del Guayas .

Baquerizo Arosemena, C. (2012). LO QUE EL RESIDENTE DE OBRA DEBE SABER . En C. Baquerizo Arosemena, *LO QUE EL RESIDENTE DE OBRA DEBE SABER* (pág. 132). Guayaquil: Grupo Gráfico Abad.

Chowdhury, S. (2001). *El Poder de Seis Sigma*. Prentice Hall.

Cooperacion EKOS. (2012). Sector Inmobiliario, Protagonistas Ecuador 2012. *EKOS, negocios* , 18-45.

Cueva Chamorro, D. A., & Pacherras Torrejon, C. A. (4 de Julio de 2010). *Acerca de nosotros: Scribd*. Recuperado el 27 de Abril de 2013, de Sitio Web. Scribd.com/ Metodos PERT-CPM: <http://es.scribd.com/doc/29566881/Metodos-PERT-CPM>

Di Domenico, A., & De Bona, G. (8 de Diciembre de 2004). *Seis Sigma en Bibliotecas universitarias como filosofía de Gestion*. Recuperado el 26 de Junio de 2013, de [www.inpeau.ufsc.br/coloquio04/completos/Adriana%2520DI%2520DOMENICO%2520%2520-%2520Seis%2520sigma%2520en%2520bibliotecas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://www.inpeau.ufsc.br/coloquio04/completos/Adriana%2520DI%2520DOMENICO%2520%2520-%2520Seis%2520sigma%2520en%2520bibliotecas.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

Excelean. (18 de Mayo de 2013). *Excellence in logistics consulting*. Recuperado el 26 de Junio de 2013, de <http://leanlogisticsexecution.blogspot.com/>

Gil, G. (17 de Febrero de 2010). *Calidad Total*. Recuperado el 2 de Julio de 2013, de <http://calidadtotaltqm.blogspot.com/2010/02/los-14-puntos-de-deming-explicados.html>

Liker, J. K. (2004). *Las claves del exito de Toyota*. New York: McGraw-Hill 2004.

Rodriguez Castillejo, W. (27 de Agosto de 2003). *wrcastillejo@terra.com.pe*. Recuperado el 13 de Mayo de 2013, de [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=lean%20construction%20justo%20a%20tiempo&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcypmoreno.com%2F04articulos%2FLEAN\\_CONSTRUCTION.ppt&ei=CHGQ UZ\\_TG4es4APumYEQ&usg=AFQjCNGRKF6HR3YiPzdRTzD9SXGkCqVCQ &bvm=bv.463](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=lean%20construction%20justo%20a%20tiempo&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcypmoreno.com%2F04articulos%2FLEAN_CONSTRUCTION.ppt&ei=CHGQ UZ_TG4es4APumYEQ&usg=AFQjCNGRKF6HR3YiPzdRTzD9SXGkCqVCQ &bvm=bv.463)

S.p.A., T. P. (2008). *TURBOSOL Produzione S.p.A*. Recuperado el 26 de Junio de 2013, de [info@turbosol.it](mailto:info@turbosol.it) - [www.turbosol.com](http://www.turbosol.com)

Technology, 9. L. (3 de Mayo de 2011). *LACCEI'2011*. Recuperado el 29 de Marzo de 2013, de [http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/StudentPapers/CM008\\_Despradel\\_SP.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/StudentPapers/CM008_Despradel_SP.pdf)

## **ANEXOS**

# **ANEXO 1**

## **Cronograma Cdla. Ecocity**

ID	Task Mode	Name	Duration	Start	Finish	28 Apr '13				19 May '13			
						S	M	T	W	T	F	S	
1		INICIO DE PROYECTO	0 days	Mon 29/04/13	Mon 29/04/13								
2		<b>GRUPO I</b>	<b>14 days</b>	<b>Mon 29/04/13</b>	<b>Thu 16/05/13</b>								
3		Limpieza de terreno	12 days	Mon 29/04/13	Tue 14/05/13								
4		Trazado y replanteo	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
5		Excavación a Mano	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
6		Suministro e instalación	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
7		Conectores	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
8		Hormigón simple para ci	12 days	Wed 01/05/13	Thu 16/05/13								
9		Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
10		Contrapiso de Hormigón Simple fc=210kg/cm2 h=8cm	12 days	Wed 01/05/13	Thu 16/05/13								
11		Toma y rotura de cilindros/hormigon	12 days	Wed 01/05/13	Thu 16/05/13								
12		Instalaciones sanitarias solo tubería	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
13		Paqueteado o barrido de piso	12 days	Wed 01/05/13	Thu 16/05/13								
14		Instalaciones eléctricas solo tubería	12 days	Tue 30/04/13	Wed 15/05/13								
15		<b>GRUPO 2</b>	<b>13 days</b>	<b>Fri 03/05/13</b>	<b>Tue 21/05/13</b>								

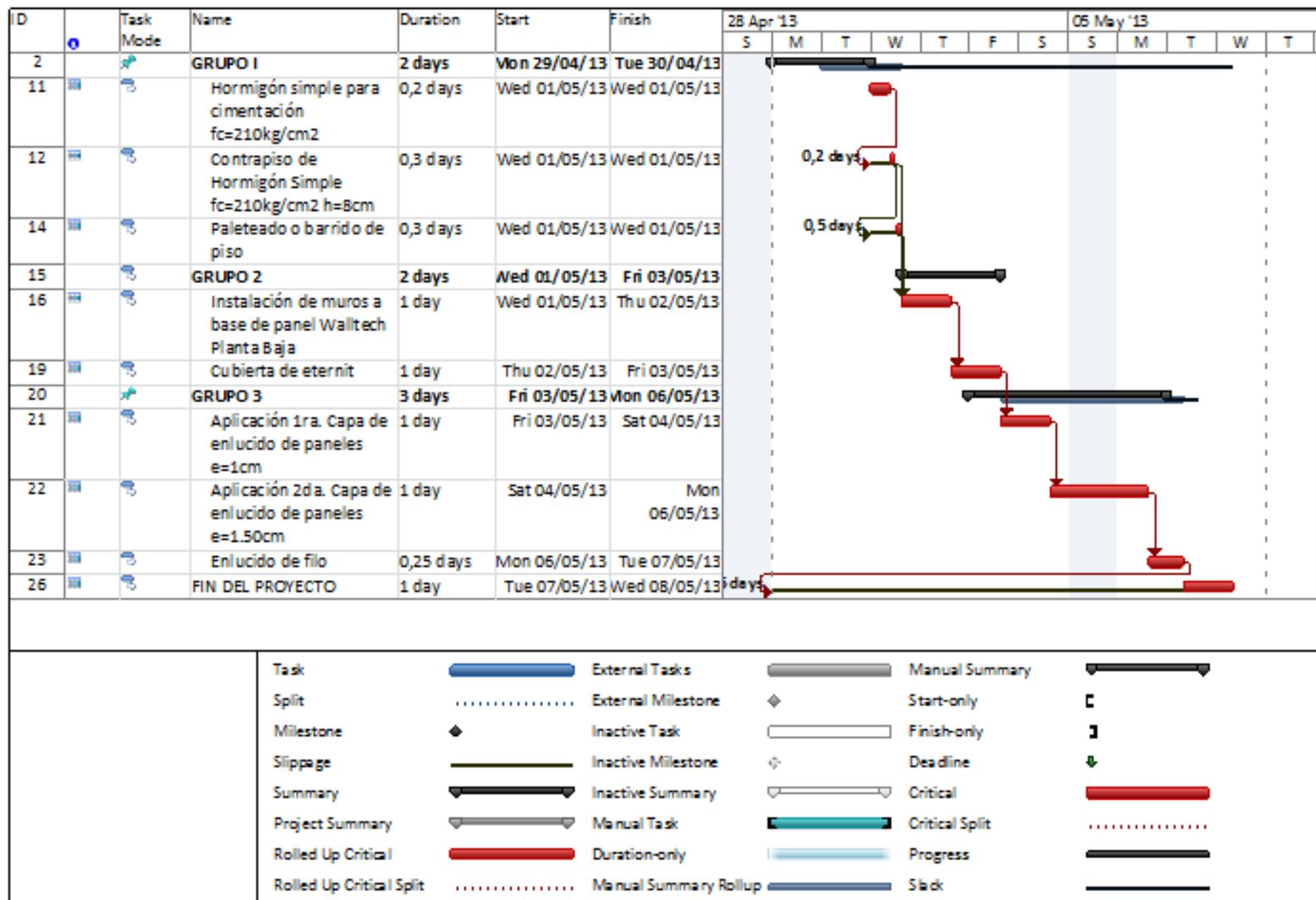
  

Task		External Tasks		Manual Summary	
Split		External Milestone		Start-only	
Milestone		Inactive Task		Finish-only	
Slippage		Inactive Milestone		Deadline	
Summary		Inactive Summary		Critical	
Project Summary		Manual Task		Critical Split	
Rolled Up Critical		Duration-only		Progress	
Rolled Up Critical Split		Manual Summary Rollup		Slack	

## **ANEXO 2**

**Ruta crítica.**

**Cronograma Cdla. Ecocity**



## **ANEXO 3**

**Compras realizadas en la calle n°1.**



**PRESUPUESTO DETALLADO**

**ECOCITY**  
**26 viviendas modelo margarita 3D**  
**CALLE N°1**

PRESUPUESTO DETALLADO (MATERIALES)						PRIMERA COMPRA		SEGUNDA COMPRA		ADICIONAL	
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL
<b>A</b>	<b>Limpieza de terreno</b>										
	HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	329,89	\$ 17,81	0,03	8,91	0,03	8,91	0,01	1,78
<b>B</b>	<b>Trazado y replanteo</b>										
	CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO	U.	73,42	2,05	\$ 150,51	36,71	75,25	36,71	75,25	7,34	15,05
	TIRA ENCOFRADO SEMI-DURA	U.	97,89	1,05	\$ 102,79	48,95	51,39	48,95	51,39	9,79	10,28
	CLAVO 2 1/2	kgs	24,47	1,29	\$ 31,57	12,24	15,78	12,24	15,78	2,45	3,16
	PIOLA	KG.	24,47	0,50	\$ 12,24	12,24	6,12	12,24	6,12	2,45	1,22
	CEMENTINA	S.	5,51	2,90	\$ 15,97	2,75	7,98	2,75	7,98	0,55	1,60
<b>C</b>	<b>Excavación a Mano</b>										
	HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	113,16	\$ 6,11	0,03	3,06	0,03	3,06		
<b>D</b>	<b>Relleno y conformacion con material de sitio</b>										
	AGUA	M3	48,60	6,25	\$ 303,75	24,30	151,88	24,30	151,88	4,86	30,38
<b>E</b>	<b>Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm</b>										
	MALLA ARMEX R-188 (6.15)	M2	430,11	3,28	\$ 1.410,76	215,06	705,38	215,06	705,38	43,01	141,08
<b>F</b>	<b>Conectores</b>										
	Conectores	u	0,00	0,00	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
<b>G</b>	<b>Hormigón simple para cimentación f'c=210kg/cm2</b>										
	ARENA BABAHOYO	M3	15,29	13,50	\$ 206,48	7,65	103,24	7,65	103,24	1,53	20,65
	PIEDRA #4	M3	22,35	13,50	\$ 301,78	11,18	150,89	11,18	150,89	2,24	30,18
	AGUA	M3	5,88	6,25	\$ 36,77	2,94	18,38	2,94	18,38	0,59	3,68
	GASOLINA	G.	0,00	1,48	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CEMENTO	S.	164,71	6,10	\$ 1.004,75	82,36	502,38	82,36	502,38	16,47	100,48
<b>H</b>	<b>Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm</b>										
	ENCOFRADO METALICO	GBL	0,42	1.000,00	\$ 423,79	0,21	211,90	0,21	211,90	0,04	42,38
<b>I</b>	<b>Contrapiso de Hormigón Simple f'c=210kg/cm2 h=8cm</b>										
	CLAVO 2 1/2	kgs	24,96	1,29	\$ 32,20	12,48	16,10	12,48	16,10	2,50	3,22

	TIRA ENCOFRADO SEMI-DURA	U.	30,59	1,05	\$ 32,12	15,30	16,06	15,30	16,06	3,06	3,21
	CEMENTO	S.	685,24	6,10	\$ 4.179,95	342,62	2.089,98	342,62	2.089,98	68,52	418,00
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	61,18	2,95	\$ 180,49	30,59	90,24	30,59	90,24	6,12	18,05
	AGUA	M3	24,47	6,25	\$ 152,96	12,24	76,48	12,24	76,48	2,45	15,30
	PIEDRA #4	M3	93,00	13,50	\$ 1.255,45	46,50	627,73	46,50	627,73	9,30	125,55
	ARENA BABAHOYO	M3	63,63	13,50	\$ 859,00	31,81	429,50	31,81	429,50	6,36	85,90
<b>J</b>	<b>Toma y rotura de cilindros/hormigon</b>										
	TOMA Y ROTURA DE CILINDROS/HORMIGON	U.	40,50	6,50	\$ 263,25	20,25	131,63	20,25	131,63	4,05	26,33
<b>K</b>	<b>Instalaciones electricas solo tuberia</b>										
	BARRA A TIERRA	U	26,00	8,93	\$ 232,18	13,00	116,09	13,00	116,09	2,60	23,22
	TUBO 1/2"	U	378,00	0,75	\$ 283,50	189,00	141,75	189,00	141,75	37,80	28,35
	ALAMBRE GALVANIZADO # 18	LB.	145,80	1,45	\$ 211,41	72,90	105,71	72,90	105,71	14,58	21,14
	TUBO 1/2"	U	486,00	0,75	\$ 364,50	243,00	182,25	243,00	182,25	48,60	36,45
<b>L</b>	<b>Instalaciones sanitarias solo tuberias</b>										
	TUBERIA PVC P/R D=1/2	ml	549,45	0,60	\$ 329,67	274,73	164,84	274,73	164,84	54,95	32,97
	CODO DE PVC DESAGUE DE 75mm. x 45	U	20,79	1,14	\$ 23,70	10,40	11,85	10,40	11,85	2,08	2,37
	CODO PVC DESAGUE 110MMx45	U	70,83	1,07	\$ 75,79	35,42	37,89	35,42	37,89	7,08	7,58
	CODO PVC DESAGUE 110MMx90	U	59,13	1,12	\$ 66,23	29,57	33,11	29,57	33,11	5,91	6,62
	CODO PVC DESAGUE D=50MMX90	U.	270,00	0,34	\$ 91,80	135,00	45,90	135,00	45,90	27,00	9,18
	CODO PVC DESAGUE D=75MMx90	U.	31,19	0,92	\$ 28,69	15,59	14,35	15,59	14,35	3,12	2,87
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.	300,78	0,24	\$ 72,19	150,39	36,09	150,39	36,09	30,08	7,22
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.		0,24	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	NEPLO DE 1/2"x4" DE HG	U	217,89	0,60	\$ 130,73	108,95	65,37	108,95	65,37	21,79	13,07
	SIFON 50 MM.	U	67,50	2,00	\$ 135,00	33,75	67,50	33,75	67,50	6,75	13,50
	SOLDADURA LIQUIDA PVC	GL.	5,56	39,90	\$ 221,84	2,78	110,92	2,78	110,92	0,56	22,18
	TEE DE 1/2" DE pvc	U	168,16	0,36	\$ 60,54	84,08	30,27	84,08	30,27	16,82	6,05
	TEE PVC DESAGUE D=75MM	U.	20,79	1,24	\$ 25,78	10,40	12,89	10,40	12,89	2,08	2,58
	TEFLON	rollo	137,36	0,09	\$ 12,36	68,68	6,18	68,68	6,18	13,74	1,24
	TUBERIA PVC DESAGUE D=110MM	M	565,65	2,36	\$ 1.334,93	282,83	667,47	282,83	667,47	56,57	133,49
	TUBERIA PVC DESAGUE D=50MM	M	205,20	0,94	\$ 192,89	102,60	96,44	102,60	96,44	20,52	19,29
	TUBERIA PVC DESAGUE D=75MM	U.	103,95	2,70	\$ 280,67	51,98	140,33	51,98	140,33	10,40	28,07
	UNION DE 1/2" DE HG	U	82,89	0,20	\$ 16,58	41,45	8,29	41,45	8,29	8,29	1,66
	UNION UNIVERSAL DE D=1/2DE HG	U	82,89	1,00	\$ 82,89	41,45	41,45	41,45	41,45	8,29	8,29
	YEE PVC DESAGUE D= 50 MM.	U.	23,45	0,60	\$ 14,07	11,72	7,03	11,72	7,03	2,34	1,41
	YEE PVC DESAGUE D=110 - 50 MM	U.	37,69	1,51	\$ 56,91	18,85	28,46	18,85	28,46	3,77	5,69
<b>M</b>	<b>Paleteado o barrido de piso</b>										
	HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	135,54	\$ 7,32	0,03	3,66	0,03	3,66		
<b>N</b>	<b>Instalación de muros a base de panel Walltech</b>										
	PANEL WALLTECH	M2	3031,056		\$ 56.165,47	1515,528	28082,734	1515,528	28082,734		
	ALAMBRE # 18	kgs	103,21	1,40	\$ 144,49	51,60	72,24	51,60	72,24		

<b>O</b>	<b>Cubierta de Eternit</b>										
	CONTRATO DE CUBIERTA	M2	1.495,26	13,03	\$ 19.483,24	747,63	9.741,62	747,63	9.741,62		
<b>P</b>	<b>Instalaciones electricas</b>										
	TOMACORRIENTE DOBLE	U	189,00	0,36	\$ 68,04	94,50	34,02	94,50	34,02	18,90	6,80
	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LB	1,08	0,36	\$ 0,39	0,54	0,19	0,54	0,19	0,11	0,04
	ALAMBRE TW # 10	MT	202,50	0,99	\$ 200,48	101,25	100,24	101,25	100,24	20,25	20,05
	ALAMBRE TW # 12	MT	3.888,00	0,40	\$ 1.555,20	1.944,00	777,60	1.944,00	777,60	388,80	155,52
	BASE SOCKET MONOFASICA	U	26,00	17,10	\$ 444,60	13,00	222,30	13,00	222,30	2,60	44,46
	BREAKER 1P-20 AMP	U	81,00	4,10	\$ 332,10	40,50	166,05	40,50	166,05	8,10	33,21
	BREAKER 1P-40 AMP.	U	26,00	4,10	\$ 106,60	13,00	53,30	13,00	53,30	2,60	10,66
	CABLE TW # 10	MT	54,00	0,62	\$ 33,48	27,00	16,74	27,00	16,74	5,40	3,35
	CABLE TW # 8	MT	297,00	1,60	\$ 475,20	148,50	237,60	148,50	237,60	29,70	47,52
	CAJA DE PASO 30x30x10 CM.	U	0,54	18,30	\$ 9,88	0,27	4,94	0,27	4,94	0,05	0,99
	CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	189,00	0,55	\$ 103,95	94,50	51,98	94,50	51,98	18,90	10,40
	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	U	378,00	0,45	\$ 170,10	189,00	85,05	189,00	85,05	37,80	17,01
	CINTA AISLANTE 20 Y	U	38,07	0,70	\$ 26,65	19,04	13,32	19,04	13,32	3,81	2,66
	CODO 1 1/2"	U	0,81	3,90	\$ 3,16	0,41	1,58	0,41	1,58	0,08	0,32
	CODO PVC 1/2"	U	243,00	0,10	\$ 24,30	121,50	12,15	121,50	12,15	24,30	2,43
	CONECTOR 1/2"	U	10,26	0,23	\$ 2,36	5,13	1,18	5,13	1,18	1,03	0,24
	CONECTOR 1 1/4"	U	26,00	1,00	\$ 26,00	13,00	13,00	13,00	13,00	2,60	2,60
	CONECTOR EMT 1/2"	U	54,00	0,23	\$ 12,42	27,00	6,21	27,00	6,21	5,40	1,24
	INTERRUPTOR	U	189,00	0,39	\$ 73,71	94,50	36,86	94,50	36,86	18,90	7,37
	PANEL 4 ESPACIOS	U	26,00	12,49	\$ 324,74	13,00	162,37	13,00	162,37	2,60	32,47
	POLIPEGA	LT	3,97	11,00	\$ 43,66	1,98	21,83	1,98	21,83	0,40	4,37
	POLIPEGA 1000 CC	galón	0,68	43,00	\$ 29,03	0,34	14,51	0,34	14,51	0,07	2,90
	REVERSIBLE 1"	U	26,00	2,30	\$ 59,80	13,00	29,90	13,00	29,90	2,60	5,98
	ROSETON	U	189,00	0,34	\$ 64,26	94,50	32,13	94,50	32,13	18,90	6,43
	TABLERO DE MEDIDORES	U	26,00	10,80	\$ 280,80	13,00	140,40	13,00	140,40	2,60	28,08
	TACO EXPANCIÓN 3/8"	U	2,70	0,80	\$ 2,16	1,35	1,08	1,35	1,08	0,27	0,22
	TACOS FISHER F-10	CJ/100	1,08	4,00	\$ 4,32	0,54	2,16	0,54	2,16	0,11	0,43
	TORNILLO TRIPA DE PATO 1 x 8	U	756,00	0,03	\$ 22,68	378,00	11,34	378,00	11,34	75,60	2,27
	TORNILLO TRIPA DE PATO 1x8	CJ/100	1,08	3,00	\$ 3,24	0,54	1,62	0,54	1,62	0,11	0,32
	TORNILLO TRIPA PATO 1 1/2" x 6	U	378,00	0,03	\$ 11,34	189,00	5,67	189,00	5,67	37,80	1,13
	TUBERIA EMT 1 1/4"	M	81,00	3,46	\$ 280,26	40,50	140,13	40,50	140,13	8,10	28,03
	TUBO 1 1/2"	U	8,91	12,20	\$ 108,70	4,46	54,35	4,46	54,35	0,89	10,87
	TUBO 1/2"	U	445,50	0,75	\$ 334,13	222,75	167,06	222,75	167,06	44,55	33,41
	TUBO PVC 1/2"	U	13,50	2,50	\$ 33,75	6,75	16,88	6,75	16,88	1,35	3,38
	UNION 1/2"	U	11,34	0,23	\$ 2,61	5,67	1,30	5,67	1,30	1,13	0,26
	VARILLAS ROSCADAS 3/8"	U	1,35	6,10	\$ 8,24	0,68	4,12	0,68	4,12	0,14	0,82
<b>Q</b>	<b>Instalaciones Sanitarias</b>										
	LLAVE DE PASO 1/2	U	26,00	2,52	\$ 65,52	13,00	32,76	13,00	32,76	2,60	6,55
	CODO DE PVC DESAGUE DE 75mm. x 45	U	10,80	1,14	\$ 12,31	5,40	6,16	5,40	6,16	1,08	1,23
	CODO PVC DESAGUE 110MMx45	U	8,10	1,07	\$ 8,67	4,05	4,33	4,05	4,33	0,81	0,87

	CODO PVC DESAGUE D=75MMx90	U.	16,20	0,92	\$ 14,90	8,10	7,45	8,10	7,45	1,62	1,49
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.	189,00	0,24	\$ 45,36	94,50	22,68	94,50	22,68	18,90	4,54
	NEPLO DE 1/2"x4" DE HG	U	26,00	0,60	\$ 15,60	13,00	7,80	13,00	7,80	2,60	1,56
	SOLDADURA LIQUIDA PVC	GL.	0,69	39,90	\$ 27,53	0,35	13,77	0,35	13,77	0,07	2,75
	TEE DE 1/2" DE pvc	U	10,80	0,36	\$ 3,89	5,40	1,94	5,40	1,94	1,08	0,39
	TEE PVC DESAGUE D=75MM	U.	10,80	1,24	\$ 13,39	5,40	6,70	5,40	6,70	1,08	1,34
	TEFLON	rollo	93,50	0,09	\$ 8,42	46,75	4,21	46,75	4,21	9,35	0,84
	TUBERIA PVC P/R D=1/2	ml	202,50	0,60	\$ 121,50	101,25	60,75	101,25	60,75	20,25	12,15
	TUBERIA PVC DESAGUE D=50MM	M	48,60	0,94	\$ 45,68	24,30	22,84	24,30	22,84	4,86	4,57
	TUBERIA PVC DESAGUE D=75MM	U.	54,00	2,70	\$ 145,80	27,00	72,90	27,00	72,90	5,40	14,58
	UNION DE 1/2" DE HG	U	26,00	0,20	\$ 5,20	13,00	2,60	13,00	2,60	2,60	0,52
	UNION UNIVERSAL DE D=1/2DE HG	U	26,00	1,00	\$ 26,00	13,00	13,00	13,00	13,00	2,60	2,60
	YEE PVC DESAGUE D= 50 MM.	U.	16,23	0,60	\$ 9,74	8,12	4,87	8,12	4,87	1,62	0,97
	YEE PVC DESAGUE D=110 - 50 MM	U.	21,60	1,51	\$ 32,62	10,80	16,31	10,80	16,31	2,16	3,26
<b>R</b>	<b>Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles</b>										
	CEMENTO	S.	678,13	6,10	\$ 4.136,61	339,07	2.068,30	339,07	2.068,30	67,81	413,66
	ARENA BABAHOYO	M3	69,12	13,50	\$ 933,08	34,56	466,54	34,56	466,54	6,91	93,31
	AGUA	M3	19,56	6,25	\$ 122,26	9,78	61,13	9,78	61,13	1,96	12,23
<b>S</b>	<b>Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles</b>										
	CEMENTO	S.	904,18	6,10	\$ 5.515,47	452,09	2.757,74	452,09	2.757,74	90,42	551,55
	ARENA BABAHOYO	M3	92,16	13,50	\$ 1.244,11	46,08	622,06	46,08	622,06	9,22	124,41
	AGUA	M3	26,08	6,25	\$ 163,01	13,04	81,51	13,04	81,51	2,61	16,30
<b>T</b>	<b>Cuadrada de boquete</b>										
	CEMENTO	S.	7,25	6,10	\$ 44,23	3,63	22,12	3,63	22,12	0,73	4,42
	ARENA BABAHOYO	M3	0,74	13,50	\$ 9,98	0,37	4,99	0,37	4,99	0,07	1,00
	AGUA	M3	0,21	6,25	\$ 1,31	0,10	0,65	0,10	0,65	0,02	0,13
<b>U</b>	<b>Enlucido de filo</b>										
	CEMENTO	S.	1,16	6,10	\$ 7,07	0,58	3,53	0,58	3,53	0,12	0,71
	ARENA BABAHOYO	M3	0,12	13,50	\$ 1,59	0,06	0,80	0,06	0,80	0,01	0,16
	AGUA	M3	0,03	6,25	\$ 0,21	0,02	0,10	0,02	0,10	0,00	0,02
<b>V</b>	<b>Andamios de caña para fachada</b>										
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	29,48	2,95	\$ 86,98	14,74	43,49	14,74	43,49	2,95	8,70
	CAÑA ROLLISA	U.	42,12	1,60	\$ 67,39	21,06	33,70	21,06	33,70	4,21	6,74
	SOGA	U.	84,24	0,60	\$ 50,54	42,12	25,27	42,12	25,27	8,42	5,05
<b>W</b>	<b>Juntas de construccion e=2.5cm (poliestileno expand)</b>										
	POLIESTIRENO	ml	108,00	1,77	\$ 191,16	54,00	95,58	54,00	95,58		
<b>X</b>	<b>Remate inferior perimetral de fachada h=20cm</b>										
	CEMENTO	S.	11,55	6,10	\$ 70,45	5,77	35,23	5,77	35,23	1,15	7,05
	ARENA BABAHOYO	M3	1,18	13,50	\$ 15,89	0,59	7,95	0,59	7,95	0,12	1,59

Y	AGUA	M3	0,33	6,25	\$ 2,08	0,17	1,04	0,17	1,04	0,03	0,21	
	<b>Canales enlucidos fachada</b>											
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	6,46	2,95	\$ 19,06	3,23	9,53	3,23	9,53	0,65	1,91	
	CAÑA ROLLISA	U.	11,31	1,60	\$ 18,09	5,65	9,05	5,65	9,05	1,13	1,81	
	SOGA	U.	21,00	0,60	\$ 12,60	10,50	6,30	10,50	6,30	2,10	1,26	
Z	<b>Enlucido y nivelada de piso 1.5 cm</b>											
	CEMENTO	S.	128,00	6,10	\$ 780,80	64,00	390,40	64,00	390,40	12,80	78,08	
	ARENA BABAHOYO	M3	7,04	13,50	\$ 95,10	3,52	47,55	3,52	47,55	0,70	9,51	
	AGUA	M3	0,56	6,25	\$ 3,53	0,28	1,76	0,28	1,76	0,06	0,35	
AA	<b>Tacos de enlucido</b>											
	CEMENTO	S.	12,80	6,10	\$ 78,08	6,40	39,04	6,40	39,04	1,28	7,81	
	ARENA BABAHOYO	M3	0,70	13,50	\$ 9,51	0,35	4,76	0,35	4,76	0,07	0,95	
	AGUA	M3	0,06	6,25	\$ 0,35	0,03	0,18	0,03	0,18	0,01	0,04	
AB	<b>Amurado de cubierta</b>											
	CEMENTO	S.	4,85	6,10	\$ 29,58	2,42	14,79	2,42	14,79	0,48	2,96	
	ARENA BABAHOYO	M3	0,49	13,50	\$ 6,67	0,25	3,34	0,25	3,34	0,05	0,67	
	AGUA	M3	0,14	6,25	\$ 0,87	0,07	0,44	0,07	0,44	0,01	0,09	
	CAÑA ROLLISA	U.	5,55	1,60	\$ 8,88	2,78	4,44	2,78	4,44	0,56	0,89	
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	4,16	2,95	\$ 12,28	2,08	6,14	2,08	6,14	0,42	1,23	
	SOGA	U.	6,94	0,60	\$ 4,16	3,47	2,08	3,47	2,08	0,69	0,42	
AC	<b>Trabajos Varios Albañilería y resanes</b>											
	CEMENTO	S.	86,40	6,10	\$ 527,04	43,20	263,52	43,20	263,52	8,64	52,70	
	ARENA BABAHOYO	M3	4,76	13,50	\$ 64,19	2,38	32,10	2,38	32,10	0,48	6,42	
	AGUA	M3	0,38	6,25	\$ 2,38	0,19	1,19	0,19	1,19	0,04	0,24	
					\$							
<b>SUBTOTAL</b>					111.346,92	55.673,46		55.673,46		3.534,91		
<b>IVA (12%)</b>					\$ 13.361,63	6.680,82		6.680,82		424,19		
<b>SUMA</b>						62.354,28		62.354,28		3.959,10		
<b>DESCUENTO (5%)</b>						3117,714		3117,714				
<b>TOTAL</b>					\$ 124.708,55	59.236,56		59.236,56		3.959,10		
								<b>TOTAL MATERIALES CALLE 1</b>		<b>122.432,23</b>		

## **ANEXO 4**

**Compras realizadas en la calle n°2.**

**PRESUPUESTO DETALLADO**

**ECOCITY**  
**26 viviendas modelo**  
**margarita 3D CALLE N°2**

PRESUPUESTO DETALLADO (MATERIALES)					PRIMERA COMPRA		SEGUNDA COMPRA		TERCERA COMPRA		CUARTA COMPRA	
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL	CANTIDAD	TOTAL
<b>A Limpieza de terreno</b>												
HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	329,89	\$ 17,81	0,01	4,45	0,01	4,45	0,01	4,45	0,01	4,45
<b>B Trazado y replanteo</b>												
CUARTON DE ENCOFRADO SEMIDURO	U.	73,42	2,05	\$ 150,51	18,35	37,63	18,35	37,63	18,35	37,63	18,35	37,63
TIRA ENCOFRADO SEMI-DURA	U.	97,89	1,05	\$ 102,79	24,47	25,70	24,47	25,70	24,47	25,70	24,47	25,70
CLAVO 2 1/2	kgs	24,47	1,29	\$ 31,57	6,12	7,89	6,12	7,89	6,12	7,89	6,12	7,89
PIOLA	KG.	24,47	0,50	\$ 12,24	6,12	3,06	6,12	3,06	6,12	3,06	6,12	3,06
CEMENTINA	S.	5,51	2,90	\$ 15,97	1,38	3,99	1,38	3,99	1,38	3,99	1,38	3,99
<b>C Excavación a Mano</b>												
HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	113,16	\$ 6,11	0,01	1,53	0,01	1,53	0,01	1,53	0,01	1,53
<b>D Suministro e instalación de malla electrosoldada 5/15x15cm</b>												
MALLA ARME X R-188 (6.15)	M2	430,11	3,28	\$ 1.410,76	107,53	352,69	107,53	352,69	107,53	352,69	107,53	352,69
<b>E Conectores</b>												
Conectores	u	0,00	0,00	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>F Hormigón simple para cimentación f'c=210kg/cm2</b>												
ARENA BABAHOYO	M3	15,29	13,50	\$ 206,48	3,82	51,62	3,82	51,62	3,82	51,62	3,82	51,62
PIEDRA #4	M3	22,35	13,50	\$ 301,78	5,59	75,44	5,59	75,44	5,59	75,44	5,59	75,44
AGUA	M3	5,88	6,25	\$ 36,77	1,47	9,19	1,47	9,19	1,47	9,19	1,47	9,19
GASOLINA	G.	0,00	1,48	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CEMENTO	S.	164,71	6,10	\$ 1.004,75	41,18	251,19	41,18	251,19	41,18	251,19	41,18	251,19
<b>G Encofrado perimetral metálico para cimentación h=15cm</b>												
ENCOFRADO METALICO	GBL	0,42	1.000,00	\$ 423,79	0,11	105,95	0,11	105,95	0,11	105,95	0,11	105,95
<b>H Contrapiso de Hormigón Simple f'c=210kg/cm2</b>												

	<b>h=8cm</b>												
	CLAVO 2 1/2	kgs	24,96	1,29	\$ 32,20	6,24	8,05	6,24	8,05	6,24	8,05	6,24	8,05
	TIRA ENCOFRADO SEMI-DURA	U.	30,59	1,05	\$ 32,12	7,65	8,03	7,65	8,03	7,65	8,03	7,65	8,03
	CEMENTO	S.	685,24	6,10	\$ 4.179,95	171,31	1.044,99	171,31	1.044,99	171,31	1.044,99	171,31	1.044,99
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	61,18	2,95	\$ 180,49	15,30	45,12	15,30	45,12	15,30	45,12	15,30	45,12
	AGUA	M3	24,47	6,25	\$ 152,96	6,12	38,24	6,12	38,24	6,12	38,24	6,12	38,24
	PIEDRA #4	M3	93,00	13,50	\$ 1.255,45	23,25	313,86	23,25	313,86	23,25	313,86	23,25	313,86
	ARENA BABAHOYO	M3	63,63	13,50	\$ 859,00	15,91	214,75	15,91	214,75	15,91	214,75	15,91	214,75
	<b>Toma y rotura de cilindros/hormigon</b>												
I	TOMA Y ROTURA DE CILINDROS/HORMIGON	U.	40,50	6,50	\$ 263,25	10,13	65,81	10,13	65,81	10,13	65,81	10,13	65,81
	<b>Instalaciones electricas solo tuberia</b>												
J	BARRA A TIERRA	U	26,00	8,93	\$ 232,18	6,50	58,05	6,50	58,05	6,50	58,05	6,50	58,05
	TUBO 1/2"	U	378,00	0,75	\$ 283,50	94,50	70,88	94,50	70,88	94,50	70,88	94,50	70,88
	ALAMBRE GALVANIZADO # 18	LB.	145,80	1,45	\$ 211,41	36,45	52,85	36,45	52,85	36,45	52,85	36,45	52,85
	TUBO 1/2"	U	486,00	0,75	\$ 364,50	121,50	91,13	121,50	91,13	121,50	91,13	121,50	91,13
	<b>Instalaciones sanitarias solo tuberias</b>												
K	TUBERIA PVC P/R D=1/2	ml	549,45	0,60	\$ 329,67	137,36	82,42	137,36	82,42	137,36	82,42	137,36	82,42
	CODO DE PVC DESAGUE DE 75mm. x 45	U	20,79	1,14	\$ 23,70	5,20	5,93	5,20	5,93	5,20	5,93	5,20	5,93
	CODO PVC DESAGUE 110MMx45	U	70,83	1,07	\$ 75,79	17,71	18,95	17,71	18,95	17,71	18,95	17,71	18,95
	CODO PVC DESAGUE 110MMx90	U	59,13	1,12	\$ 66,23	14,78	16,56	14,78	16,56	14,78	16,56	14,78	16,56
	CODO PVC DESAGUE D=50MMx90	U.	270,00	0,34	\$ 91,80	67,50	22,95	67,50	22,95	67,50	22,95	67,50	22,95
	CODO PVC DESAGUE D=75MMx90	U.	31,19	0,92	\$ 28,69	7,80	7,17	7,80	7,17	7,80	7,17	7,80	7,17
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.	300,78	0,24	\$ 72,19	75,20	18,05	75,20	18,05	75,20	18,05	75,20	18,05
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.		0,24	\$ 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	NEPLO DE 1/2"x4" DE HG	U	217,89	0,60	\$ 130,73	54,47	32,68	54,47	32,68	54,47	32,68	54,47	32,68
	SIFON 50 MM.	U	67,50	2,00	\$ 135,00	16,88	33,75	16,88	33,75	16,88	33,75	16,88	33,75
	SOLDADURA LIQUIDA PVC	GL.	5,56	39,90	\$ 221,84	1,39	55,46	1,39	55,46	1,39	55,46	1,39	55,46
	TEE DE 1/2" DE pvc	U	168,16	0,36	\$ 60,54	42,04	15,13	42,04	15,13	42,04	15,13	42,04	15,13
	TEE PVC DESAGUE D=75MM	U.	20,79	1,24	\$ 25,78	5,20	6,44	5,20	6,44	5,20	6,44	5,20	6,44
	TEFLON	rollo	137,36	0,09	\$ 12,36	34,34	3,09	34,34	3,09	34,34	3,09	34,34	3,09
	TUBERIA PVC DESAGUE	M	565,65	2,36	\$ 1.334,93	141,41	333,73	141,41	333,73	141,41	333,73	141,41	333,73

	D=110MM												
	TUBERIA PVC DESAGUE D=50MM	M	205,20	0,94	\$ 192,89	51,30	48,22	51,30	48,22	51,30	48,22	51,30	48,22
	TUBERIA PVC DESAGUE D=75MM	U.	103,95	2,70	\$ 280,67	25,99	70,17	25,99	70,17	25,99	70,17	25,99	70,17
	UNION DE 1/2" DE HG	U	82,89	0,20	\$ 16,58	20,72	4,14	20,72	4,14	20,72	4,14	20,72	4,14
	UNION UNIVERSAL DE D=1/2DE HG	U	82,89	1,00	\$ 82,89	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72	20,72
	YEE PVC DESAGUE D= 50 MM.	U.	23,45	0,60	\$ 14,07	5,86	3,52	5,86	3,52	5,86	3,52	5,86	3,52
	YEE PVC DESAGUE D=110 - 50 MM	U.	37,69	1,51	\$ 56,91	9,42	14,23	9,42	14,23	9,42	14,23	9,42	14,23
<b>L</b>	<b>Paleteado o barrido de piso</b>												
	HERRAMIENTAS VARIAS	(%)mo	0,05	135,54	\$ 7,32	0,01	1,83	0,01	1,83	0,01	1,83	0,01	1,83
<b>M</b>	<b>Instalación de muros a base de panel Walltech</b>												
	PANEL WALLTECH	M2	3031,056		\$ 18,53	757,764	14041,367	757,764	14041,367	757,764	14041,367	757,764	14041,36692
	ALAMBRE # 18	kgs	103,21	1,40	\$ 144,49	25,80	36,12	25,80	36,12	25,80	36,12	25,80	36,12
<b>N</b>	<b>Cubierta de Eternit</b>												
	CONTRATO DE CUBIERTA	M2	1.495,26	13,03	\$ 19.483,24	373,82	4.870,81	373,82	4.870,81	373,82	4.870,81	373,82	4.870,81
<b>O</b>	<b>Instalaciones electricas</b>												
	TOMACORRIENTE DOBLE	U	189,00	0,36	\$ 68,04	47,25	17,01	47,25	17,01	47,25	17,01	47,25	17,01
	ALAMBRE GALVANIZADO # 16	LB	1,08	0,36	\$ 0,39	0,27	0,10	0,27	0,10	0,27	0,10	0,27	0,10
	ALAMBRE TW # 10	MT	202,50	0,99	\$ 200,48	50,63	50,12	50,63	50,12	50,63	50,12	50,63	50,12
	ALAMBRE TW # 12	MT	3.888,00	0,40	\$ 1.555,20	972,00	388,80	972,00	388,80	972,00	388,80	972,00	388,80
	BASE SOCKET MONOFASICA	U	26,00	17,10	\$ 444,60	6,50	111,15	6,50	111,15	6,50	111,15	6,50	111,15
	BREAKER 1P-20 AMP	U	81,00	4,10	\$ 332,10	20,25	83,03	20,25	83,03	20,25	83,03	20,25	83,03
	BREAKER 1P-40 AMP.	U	26,00	4,10	\$ 106,60	6,50	26,65	6,50	26,65	6,50	26,65	6,50	26,65
	CABLE TW # 10	MT	54,00	0,62	\$ 33,48	13,50	8,37	13,50	8,37	13,50	8,37	13,50	8,37
	CABLE TW # 8	MT	297,00	1,60	\$ 475,20	74,25	118,80	74,25	118,80	74,25	118,80	74,25	118,80
	CAJA DE PASO 30x30x10 CM.	U	0,54	18,30	\$ 9,88	0,14	2,47	0,14	2,47	0,14	2,47	0,14	2,47
	CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	189,00	0,55	\$ 103,95	47,25	25,99	47,25	25,99	47,25	25,99	47,25	25,99
	CAJA RECTANGULAR PROFUNDA	U	378,00	0,45	\$ 170,10	94,50	42,53	94,50	42,53	94,50	42,53	94,50	42,53
	CINTA AISLANTE 20 Y	U	38,07	0,70	\$ 26,65	9,52	6,66	9,52	6,66	9,52	6,66	9,52	6,66
	CODO 1 1/2"	U	0,81	3,90	\$ 3,16	0,20	0,79	0,20	0,79	0,20	0,79	0,20	0,79
	CODO PVC 1/2"	U	243,00	0,10	\$ 24,30	60,75	6,08	60,75	6,08	60,75	6,08	60,75	6,08
	CONECTOR 1/2"	U	10,26	0,23	\$ 2,36	2,57	0,59	2,57	0,59	2,57	0,59	2,57	0,59

	CONECTOR 1/4"	U	26,00	1,00	\$ 26,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
	CONECTOR EMT 1/2"	U	54,00	0,23	\$ 12,42	13,50	3,11	13,50	3,11	13,50	3,11	13,50	3,11
	INTERRUPTOR	U	189,00	0,39	\$ 73,71	47,25	18,43	47,25	18,43	47,25	18,43	47,25	18,43
	PANEL 4 ESPACIOS	U	26,00	12,49	\$ 324,74	6,50	81,19	6,50	81,19	6,50	81,19	6,50	81,19
	POLIPEGA	LT	3,97	11,00	\$ 43,66	0,99	10,91	0,99	10,91	0,99	10,91	0,99	10,91
	POLIPEGA 1000 CC	galón	0,68	43,00	\$ 29,03	0,17	7,26	0,17	7,26	0,17	7,26	0,17	7,26
	REVERSIBLE 1"	U	26,00	2,30	\$ 59,80	6,50	14,95	6,50	14,95	6,50	14,95	6,50	14,95
	ROSETON	U	189,00	0,34	\$ 64,26	47,25	16,07	47,25	16,07	47,25	16,07	47,25	16,07
	TABLERO DE MEDIDORES	U	26,00	10,80	\$ 280,80	6,50	70,20	6,50	70,20	6,50	70,20	6,50	70,20
	TACO EXPANCIÓN 3/8"	U	2,70	0,80	\$ 2,16	0,68	0,54	0,68	0,54	0,68	0,54	0,68	0,54
	TACOS FISHER F-10	CJ/100	1,08	4,00	\$ 4,32	0,27	1,08	0,27	1,08	0,27	1,08	0,27	1,08
	TORNILLO TRIPA DE PATO 1 x 8	U	756,00	0,03	\$ 22,68	189,00	5,67	189,00	5,67	189,00	5,67	189,00	5,67
	TORNILLO TRIPA DE PATO 1x8	CJ/100	1,08	3,00	\$ 3,24	0,27	0,81	0,27	0,81	0,27	0,81	0,27	0,81
	TORNILLO TRIPA PATO 1 1/2" x 6	U	378,00	0,03	\$ 11,34	94,50	2,84	94,50	2,84	94,50	2,84	94,50	2,84
	TUBERIA EMT 1/4"	M	81,00	3,46	\$ 280,26	20,25	70,07	20,25	70,07	20,25	70,07	20,25	70,07
	TUBO 1 1/2"	U	8,91	12,20	\$ 108,70	2,23	27,18	2,23	27,18	2,23	27,18	2,23	27,18
	TUBO 1/2"	U	445,50	0,75	\$ 334,13	111,38	83,53	111,38	83,53	111,38	83,53	111,38	83,53
	TUBO PVC 1/2"	U	13,50	2,50	\$ 33,75	3,38	8,44	3,38	8,44	3,38	8,44	3,38	8,44
	UNION 1/2"	U	11,34	0,23	\$ 2,61	2,84	0,65	2,84	0,65	2,84	0,65	2,84	0,65
	VARILLAS ROSCADAS 3/8"	U	1,35	6,10	\$ 8,24	0,34	2,06	0,34	2,06	0,34	2,06	0,34	2,06
<b>P</b>	<b>Instalaciones Sanitarias</b>												
	LLAVE DE PASO 1/2	U	26,00	2,52	\$ 65,52	6,50	16,38	6,50	16,38	6,50	16,38	6,50	16,38
	CODO DE PVC DESAGUE DE 75mm. x 45	U	10,80	1,14	\$ 12,31	2,70	3,08	2,70	3,08	2,70	3,08	2,70	3,08
	CODO PVC DESAGUE 110MMx45	U	8,10	1,07	\$ 8,67	2,03	2,17	2,03	2,17	2,03	2,17	2,03	2,17
	CODO PVC DESAGUE D=75MMx90	U.	16,20	0,92	\$ 14,90	4,05	3,73	4,05	3,73	4,05	3,73	4,05	3,73
	CODOS DE 1/2"x90 DE pvc	U.	189,00	0,24	\$ 45,36	47,25	11,34	47,25	11,34	47,25	11,34	47,25	11,34
	NEPLO DE 1/2"x4" DE HG	U	26,00	0,60	\$ 15,60	6,50	3,90	6,50	3,90	6,50	3,90	6,50	3,90
	SOLDADURA LIQUIDA PVC	GL.	0,69	39,90	\$ 27,53	0,17	6,88	0,17	6,88	0,17	6,88	0,17	6,88
	TEE DE 1/2" DE pvc	U	10,80	0,36	\$ 3,89	2,70	0,97	2,70	0,97	2,70	0,97	2,70	0,97
	TEE PVC DESAGUE D=75MM	U.	10,80	1,24	\$ 13,39	2,70	3,35	2,70	3,35	2,70	3,35	2,70	3,35
	TEFLON	rollo	93,50	0,09	\$ 8,42	23,38	2,10	23,38	2,10	23,38	2,10	23,38	2,10
	TUBERIA PVC P/R D=1/2	ml	202,50	0,60	\$ 121,50	50,63	30,38	50,63	30,38	50,63	30,38	50,63	30,38
	TUBERIA PVC DESAGUE D=50MM	M	48,60	0,94	\$ 45,68	12,15	11,42	12,15	11,42	12,15	11,42	12,15	11,42
	TUBERIA PVC DESAGUE D=75MM	U.	54,00	2,70	\$ 145,80	13,50	36,45	13,50	36,45	13,50	36,45	13,50	36,45
	UNION DE 1/2" DE HG	U	26,00	0,20	\$ 5,20	6,50	1,30	6,50	1,30	6,50	1,30	6,50	1,30

	UNION UNIVERSAL DE D=1/2DE HG	U	26,00	1,00	\$ 26,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
	YEE PVC DESAGUE D= 50 MM.	U.	16,23	0,60	\$ 9,74	4,06	2,43	4,06	2,43	4,06	2,43	4,06	2,43
	YEE PVC DESAGUE D=110 - 50 MM	U.	21,60	1,51	\$ 32,62	5,40	8,15	5,40	8,15	5,40	8,15	5,40	8,15
<b>Q</b>	<b>Aplicación 1ra. Capa de enlucido de paneles</b>												
	CEMENTO	S.	678,13	6,10	\$ 4.136,61	169,53	1.034,15	169,53	1.034,15	169,53	1.034,15	169,53	1.034,15
	ARENA BABAHOYO	M3	69,12	13,50	\$ 933,08	17,28	233,27	17,28	233,27	17,28	233,27	17,28	233,27
	AGUA	M3	19,56	6,25	\$ 122,26	4,89	30,56	4,89	30,56	4,89	30,56	4,89	30,56
<b>R</b>	<b>Aplicación 2da. Capa de enlucido de paneles</b>												
	CEMENTO	S.	904,18	6,10	\$ 5.515,47	226,04	1.378,87	226,04	1.378,87	226,04	1.378,87	226,04	1.378,87
	ARENA BABAHOYO	M3	92,16	13,50	\$ 1.244,11	23,04	311,03	23,04	311,03	23,04	311,03	23,04	311,03
	AGUA	M3	26,08	6,25	\$ 163,01	6,52	40,75	6,52	40,75	6,52	40,75	6,52	40,75
<b>S</b>	<b>Cuadrada de boquete</b>												
	CEMENTO	S.	7,25	6,10	\$ 44,23	1,81	11,06	1,81	11,06	1,81	11,06	1,81	11,06
	ARENA BABAHOYO	M3	0,74	13,50	\$ 9,98	0,18	2,49	0,18	2,49	0,18	2,49	0,18	2,49
	AGUA	M3	0,21	6,25	\$ 1,31	0,05	0,33	0,05	0,33	0,05	0,33	0,05	0,33
<b>T</b>	<b>Enlucido de filo</b>												
	CEMENTO	S.	1,16	6,10	\$ 7,07	0,29	1,77	0,29	1,77	0,29	1,77	0,29	1,77
	ARENA BABAHOYO	M3	0,12	13,50	\$ 1,59	0,03	0,40	0,03	0,40	0,03	0,40	0,03	0,40
	AGUA	M3	0,03	6,25	\$ 0,21	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05
<b>U</b>	<b>Andamios de caña para fachada</b>												
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	29,48	2,95	\$ 86,98	7,37	21,74	7,37	21,74	7,37	21,74	7,37	21,74
	CAÑA ROLLISA	U.	42,12	1,60	\$ 67,39	10,53	16,85	10,53	16,85	10,53	16,85	10,53	16,85
	SOGA	U.	84,24	0,60	\$ 50,54	21,06	12,64	21,06	12,64	21,06	12,64	21,06	12,64
<b>V</b>	<b>Juntas de construccion e=2.5cm (poliestileno expand)</b>												
	POLIESTIRENO	ml	108,00	1,77	\$ 191,16	27,00	47,79	27,00	47,79	27,00	47,79	27,00	47,79
<b>W</b>	<b>Canales enlucidos fachada</b>												
	TABLA DE ENCOFRADO SEMIDURA	U	6,46	2,95	\$ 19,06	1,62	4,77	1,62	4,77	1,62	4,77	1,62	4,77
	CAÑA ROLLISA	U.	11,31	1,60	\$ 18,09	2,83	4,52	2,83	4,52	2,83	4,52	2,83	4,52
	SOGA	U.	21,00	0,60	\$ 12,60	5,25	3,15	5,25	3,15	5,25	3,15	5,25	3,15
	<b>SUBTOTAL</b>				\$ 109.331,30		27.332,83		27.332,83		27.332,83		27.332,83
	<b>IVA (12%)</b>				\$ 13.119,76		3.279,94		3.279,94		3.279,94		3.279,94

<b>SUMA</b>		30.612,77	30.612,77	30.612,77	30.612,77
<b>DESCUENTO (3%)</b>		918,383	918,383	918,383	918,38296
<b>TOTAL</b>	<b>122.451,06</b>	<b>29.694,38</b>	<b>29.694,38</b>	<b>29.694,38</b>	<b>29.694,38</b>
<b>TOTAL MATERIALES CALLE 2</b>					<b>118.777,53</b>

## **ANEXO 5**

**Información sobre programa informático PanaceaSoft.**



Panaceasoft® pertenece a una empresa local, con mas de 6 años de experiencia, 40 instalaciones, con consultores que han implementado software's internacionales de altísimos costos, han tomado lo mejor de cada una de estas soluciones y lo incluyeron en el DESARROLLO de Panaceasoft®.

Panaceasoft® se encuentra operando en diversos modelos de negocios entre los que podemos destacar: industrias de balanceado, industria del acero, generadoras eléctricas, empacadoras de camarón, camaroneras, constructoras, promotoras inmobiliarias, agrícolas, además de resolver requerimientos de empresas orientadas al servicio.

Tenemos lo que su empresa necesita! El desarrollo de una Inteligencia en Negocios para obtener ventajas competitivas con el objetivo de aumentar la productividad y rentabilidad de su empresa! Una información adecuada bien administrada en el lugar y el momento adecuado incrementa la efectividad y seguridad de cualquier negocio.

Con los sistemas de **Panaceasoft®** usted tiene la información estructurada y necesaria para la inteligencia en negocios, administracion y los análisis necesarios para la toma de decisiones, tanto a nivel operacional, como táctico y estratégico. La compañía ofrece sistemas de administración con su sistemas ERP Panaceasoft® y servicios de ingeniería de sistemas.

Nuestra empresa ofrece las siguientes soluciones para una óptima administración:

- Sistema para Puntos de Venta
- Sistema Contable Ci+
- Sistema Inmobiliario Cci

- Sistema de Recursos Humanos
- Sistema de Anexo Transaccional
- Sistema para administración de Talleres Automotrices
- Sistema para administración de unidades educativas

Panaceasoft ERP, software administrativo para integrar a su empresa y conseguir mayor eficiencia, mayor control y bajar costos mediante la combinación de módulos como contabilidad, tesorería, adquisiciones, activo fijo, remuneraciones y gestión empresarial.

Panaceasoft® es un ERP que opera en diversos modelos de negocios entre los que podemos mencionar:

- Empacadoras de camarón
- Camaroneras
- Industrias de balanceado
- Laboratorios de camarón
- Exportacion de frutas
- **Constructoras**
- Promotoras inmobiliarias
- Agrícolas
- Talleres automotrices
- Generadoras eléctricas
- Servicios
- Puntos de ventas entre otras.

El flujo de Panaceasoft® se inicia con los requerimientos de compra, registros de compras, ingresos a bodega, registro de documentos fiscales, contabilización, pagos, conciliación bancaria, activos fijos, anexos transaccionales, control de presupuesto, distribución de costos, Roles y RR.HH.

Nuestra amplia experiencia en más de 50 implementaciones exitosas, nos permite hacer las recomendaciones pertinentes para hacer más ágil y eficiente el proceso de implementación.

Razones para adquirir PanaceaSoft.

Panaceasoft® cumple con todas las exigencias de los organismos de control locales, especialmente con el SRI. Cada vez que hay nuevas reglamentaciones, Panaceasoft® es actualizado de manera inmediata para instalarse oportunamente donde los clientes.

Panaceasoft® es desarrollado localmente, por lo tanto las decisiones de CAMBIAR o ADAPTAR nuestro software a los requerimientos de los CLIENTES, o de cualquier entidad de Control, es inmediata.

Empresas Multinacionales, generalmente usan un software Internacional porque deben regirse por las reglas de la matriz que se encuentra en el exterior. En cambio una empresa LOCAL necesita que sus requerimientos se atiendan oportunamente, y es allí donde los Software internacionales no satisfacen las necesidades específicas de una empresa LOCAL, o resulta muy costosa dicha atención.

Panaceasoft® tiene la misma funcionalidad y seguridad que cualquier software Internacional, sin embargo nuestros costos, son muy económicos. Panaceasoft® puede ser adquirido por SERIES ó totalmente integrado.

### **Software para Constructoras.-**

PanaceaSoft es una solución empresarial integrada que se encuentra instalada y funcionando en el 70% de promotoras y constructoras medianas y grandes de la ciudad de Guayaquil.

PanaceaSoft, en el área constructora , permite controlar el presupuesto, hacer seguimientos, planificar los requerimientos de materiales, manejar costos unitarios de construcción, administrar inventarios y reportes de control.

PanaceaSoft, en el área promotora inmobiliaria, permite registrar los perfiles de clientes, las cotizaciones, reservas-ventas (emisión de toda la documentación legal), cobranzas seguimientos telefónicos, gestiones de créditos y emite los reportes de flujos que la gerencia requiere.

**Solución para Constructoras:**

- Registro de presupuestos y cambios con autorización.
- Validación de requerimientos de compras en base a saldos del presupuesto.
- Emisión de órdenes de compra.
- Verificación de saldos y precios de órdenes en base a lo presupuestado.
- Control de presupuesto y avance de obra
- Control de saldos a nivel de unidades y valores
- Mensajes y avisos de alerta por pantalla
  - Reportes de control de saldos, consumos vs presupuesto.