

**PRACTICA EMPRESARIAL
CALIDAD Y EFICIENCIA EN CONSTRUCCION DE MAMPOSTERIA
ESTRUCTURAL**

DENNYZ TATIANA RONDON VILLARREAL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO - MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2006**

**PRACTICA EMPRESARIAL
CALIDAD Y EFICIENCIA EN CONSTRUCCION DE MAMPOSTERIA
ESTRUCTURAL**

DENNYZ TATIANA RONDON VILLARREAL

Monografía de grado para optar al título de Ingeniera Civil

Director:

Ing. M.Sc. GUILLERMO MEJIA AGUILAR

Co-director:

Ing. Ph.D RICARDO ALFREDO CRUZ HERNANDEZ

Tutor:

Ing. DIANA GARCIA BLANCO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2006**

A Dios

A mis padres

A mi familia

*Y a todas las personas
que estuvieron conmigo
durante este camino que recorrí*

AGRADECIMIENTOS

Este libro es el fruto de experiencias vividas y de conocimientos adquiridos, de metas alcanzadas y de anhelos conseguidos.

El camino que recorrí fue corto, pero me llenó de sabiduría pues a mi lado estuvieron excelentes personas que me soportaron y enseñaron lo que es en realidad mi profesión y cómo desempeñarme en ella.

Quiero agradecer de manera especial a la empresa MARVAL S.A. por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica empresarial, por abrirme las puertas de su corazón, por enseñarme todo lo que he aprendido y sobre todo porque me permitieron demostrar mi gran potencial como persona y profesional.

A la Ing. Diana García Blanco, maestros, almacenista y auxiliar de almacén por enseñarme el proceso y manejo de la Obra Villas de San Patricio, a mis directores de proyecto de la Universidad Industrial de Santander Ing. M.Sc. Guillermo Mejía Aguilar e Ing. Ph.D. Ricardo Alfredo Cruz Hernández por acompañarme en la elaboración de esta monografía.

A mis amigos por haberme enseñado lo que significa una bella amistad y por estar junto a mí en todas las etapas de mi vida.

Doy infinitas gracias a mis padres pues sin ellos no hubiera sido capaz de salir adelante, pero sobre todas las cosas, agradezco a Dios por permitir que el sueño de ser Ingeniera Civil se haya cumplido.

CONTENIDO

| | Pág. |
|------------------------------------|------|
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. CONSTRUCTORA MARVAL S.A. | 3 |
| 1.1. HISTORIA | 3 |
| 1.2. POLITICA DE CALIDAD | 4 |
| 1.3. OBJETIVOS DE CALIDAD | 5 |
| 1.4. VISION | 5 |
| 1.5. MISION | 5 |
| 1.6. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD | 6 |
| 1.6.1. Gerencia | 8 |
| 1.6.2. Diseño | 9 |
| 1.6.3. Legalización De Proyectos | 9 |
| 1.6.4. Comercial | 11 |

| | |
|---|----|
| 1.6.5. Construcción | 12 |
| 1.6.6. Recursos Humanos | 12 |
| 1.6.7. Gestión | 14 |
| 2. PROYECTO VILLAS DE SAN PATRICIO | 16 |
| 3. PROCESO CONSTRUCTIVO – MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL | 19 |
| 3.1. CIMENTACION | 19 |
| 3.2. MAMPOSTERIA | 20 |
| 3.3. REFUERZO VERTICAL | 22 |
| 3.4. ANTEPISO | 24 |
| 3.5. PLACAS DE ENTREPISO | 25 |
| 3.6. VIGAS DE CUBIERTA | 27 |
| 3.7. CUBIERTA EN ASBESTO CEMENTO | 27 |
| 3.8. MORTERO DE PEGA PARA BALDOSA | 28 |
| 3.9. PISOS Y ENCHAPES | 29 |
| 3.10. APARATOS ELÉCTRICOS | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.11. PINTURA | 30 |
| 3.12. ASEO | 31 |
| 4. EFICIENCIA EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL. | 32 |
| 4.1. LA EFICIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN | 32 |
| 4.1.1. Tipo de producto | 32 |
| 4.1.2. Características de la construcción | 33 |
| 4.1.3. Productividad en la construcción | 34 |
| 4.1.4. Enfoque basado en procesos | 35 |
| 4.1.5. La metodología Kaisen | 38 |
| 4.1.6. El principio de las 5 s | 46 |
| 4.2. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EFICIENCIA A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN DE DESPERDICIOS | 49 |
| 4.2.1. Diagrama de Pareto | 51 |
| 4.2.2. Determinación de desperdicio en las actividades | 53 |
| 4.2.3. Evaluación del proceso crítico: Cimentación | 58 |

| | |
|--|----|
| 4.2.4. Causas de desperdicio de la actividad crítica | 64 |
| 4.2.5. Solución del problema | 71 |
| 5. CONCLUSIONES | 75 |
| BIBLIOGRAFIA | 77 |
| ANEXOS | 80 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1: Mapa de procesos del Sistema de Gestión de Calidad. | 7 |
| Figura 2: Mapa del Proceso Gerencial | 8 |
| Figura 3: Mapa del Proceso de Diseño | 9 |
| Figura 4: Mapa del Proceso de Legalización de proyectos | 10 |
| Figura 5: Mapa del Proceso Comercial | 11 |
| Figura 6: Mapa del Proceso de Construcción | 13 |
| Figura 7: Mapa del Proceso de Recursos Humanos | 14 |
| Figura 8: Mapa del Proceso de Gestión | 15 |
| Figura 9: Localización del Proyecto Villas de San Patricio | 16 |
| Figura 10: Distribución arquitectónica de las plantas | 17 |
| Figura 11: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos | 36 |
| Figura 12: Modelo de procedimientos de gestión de calidad | 37 |
| Figura 13: Diagrama de Pareto del presupuesto de la Obra Villas de San Patricio | 52 |
| Figura 14: Diagrama de flujo del proceso de cimentación | 58 |
| Figura 15: Diagrama de flujo del concreto | 62 |
| Figura 16: Diagrama de espina de pescado de los desperdicios | 65 |

| | |
|---|----|
| Figura 17: Esquema de la formaleta en madera | 71 |
| Figura 18: Esquema de la formaleta metálica | 73 |
| Figura 19: Vista en planta de la formaleta metálica | 73 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | Pág. |
|---|------|
| Fotografía 1: Arranque de los castillos en la cimentación | 20 |
| Fotografía 2: Replanteo de la mampostería | 20 |
| Fotografía 3: Conectores utilizados como refuerzo | 21 |
| Fotografía 4: Prolongación del refuerzo vertical a través de la placa | 22 |
| Fotografía 5: Celdas de inspección | 23 |
| Fotografía 6: Caja de desagües | 24 |
| Fotografía 7: Camisa que recubre la tubería del gas | 25 |
| Fotografía 8: Colocación de la formaleta de las placas | 26 |
| Fotografía 9: Vibrado del concreto | 26 |
| Fotografía 10: Detalle de la cubierta en asbesto cemento | 27 |
| Fotografía 11: Escalera morteriada | 28 |
| Fotografía 12: Cerámica sumergida en agua | 29 |
| Fotografía 13: Aplicación de la mezcla a la losa | 29 |
| Fotografía 14: Aplicación del rústico en la placa | 30 |
| Fotografía 16: Excavación de las vigas de cimentación | 60 |
| Fotografía 16: Panorámica de la armada de la cimentación | 61 |
| Fotografía 17: Vaciado del concreto a las bateas | 63 |
| Fotografía 18: Cimentación una vez se ha terminado la fundida | 64 |

| | |
|---|----|
| Fotografía 19: Desperdicio por movimiento | 65 |
| Fotografía 20: Vaciado del concreto en la zanja | 66 |
| Fotografía 21: Desperdicio por el vaciado con carretilla del concreto | 66 |
| Fotografía 22: Hormigueros que se presentan en el suelo de fundación | 67 |
| Fotografía 23: Hormiguero producido por las raíces | 68 |
| Fotografía 24: Derrumbe en la zanja de la cimentación | 68 |
| Fotografía 25: Sobreexcavación producida por los pilotes | 69 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1: Clasificación de despilfarros | 44 |
| Tabla 2: Actividades para el Diagrama de Pareto. | 51 |
| Tabla 3: Porcentaje de desperdicio de los castillos | 53 |
| Tabla 4: Porcentaje de desperdicio de las placas de entepiso | 55 |
| Tabla 5: Porcentaje de desperdicio de las placas de cubierta | 56 |
| Tabla 6: Porcentaje de desperdicio del antepiso | 56 |
| Tabla 7: Porcentaje de desperdicio de la cimentación | 57 |
| Tabla 8: Porcentaje de desperdicio de concreto producido por los pilotes | 70 |
| Tabla 9: Valor de la cotización de la formaleta en madera | 72 |
| Tabla 10: Costo del concreto que se desperdició | 74 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| Anexo A. Estándares de la Obra Villas de San Patricio. | 80 |
| Anexo B. Detalle refuerzo RAM y Conectores | 90 |
| Anexo C. Planta de la cimentación | 91 |
| Anexo D. Planta del refuerzo horizontal de la mampostería | 92 |
| Anexo E. Refuerzo losa inferior de la placa de entrepiso | 93 |
| Anexo F. Refuerzo losa superior de la placa de entrepiso | 94 |
| Anexo G. Planta Vigas de entrepiso | 95 |
| Anexo H. Definición de materiales utilizados en obra. | 96 |
| Anexo I. Fotos adicionales | 101 |

GLOSARIO

ACERO: es una aleación entre hierro y carbono que adquiere por el temple propiedades como alta resistencia, alto módulo de elasticidad, alta ductilidad, tienen una relación esfuerzo – deformación unitaria en forma lineal, entre otras. Se emplea como refuerzo principal en los elementos estructurales.

AGREGADO PETREO: conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales apropiados para la fabricación del hormigón.¹

ANTEPISO: placa que sirve de piso y que descansa sobre el terreno natural de la vivienda.

ARRANQUE CASTILLOS: son las varillas con su respectivo gancho que se dejan desde el proceso de fundida de la cimentación, para ser empalmadas a través de los muros y conformar el elemento estructural en todos los pisos de las viviendas.

BATEA: recipiente en acero que se emplea para almacenar el concreto que llega a la obra en el momento de fundir cualquier elemento.

CALIDAD: es el cumplimiento de los estándares propuestos para la satisfacción de los clientes realizados bien desde el principio.

CANALETA: conducto que corre por el alero de un tejado para recoger las aguas de lluvia y llevarlas al suelo a través de un tubo vertical.

¹ REY SOTO, Alvaro. Laboratorio de resistencia de materiales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1996. p. 72.

CASTILLOS: es el refuerzo vertical empleado en la mampostería, el cual se construye rellorando la celda vertical del bloque (lugar en donde se encuentra una varilla de determinado espesor) con mortero estructural.

CELDA: perforación que tiene el bloque estructural.

CERCHA: sirve para sostener la formaleta en actividades como lo son las palcas de entrepiso.

CIMENTACION: elemento estructural que se encarga de transmitir al suelo de fundación, las cargas verticales producidas por el conjunto de piezas que conforman una edificación.

COLUMNETA: elemento estructural que funciona de la misma manera que una columna sólo que con dimensiones transversales menores.

CONCRETO: es un compuesto que es utilizado para elaborar la estructura principal de una edificación, se compone de cemento, arena, agregados pétreos y agua. Se pueden fabricar de diferentes resistencias.

CONECTORES: refuerzo horizontal que se emplea para unir dos muros ortogonales.

CORBATA: pieza que acompaña a la formaleta y es el que permite modular el espesor de los elementos estructurales en el momento de ser fundidos.

CUBIERTA: puede ser de teja de fibro cemento o cualquier otro material y se emplea para proteger el interior de las edificaciones.

CURADO: consiste en hidratar el concreto que se ha fundido, para que éste no pierda sus propiedades.

DESPERDICIO: residuo de un material determinado, que no se puede aprovechar.

DESPLAFONAR: esta actividad se realiza una vez haya fraguado el concreto y consiste en retirar la formaleta, cerchas y parales.

EFFECTIVIDAD: es la capacidad de satisfacer y cumplir los objetivos planteados desde un principio, esto se puede lograr mediante estrategias.

EFICIENCIA: capacidad administrativa de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, energía y tiempo.

ENCOROCE: consiste en eliminar los espacios dejados por la teja ondulada y las vigas de cubierta mediante la utilización de una mezcla compuesta de cemento, arena y agua.

ESTANDAR: es la cantidad por vivienda de una actividad determinada que se repite según el número de unidades que tiene el proyecto y se obtiene mediante la utilización de planos y escalas.

ESTRIBO: refuerzo transversal que sirve para resistir el esfuerzo a cortante que se presenta en los elementos estructurales, también funciona como soporte para mantener los refuerzos longitudinales en la posición especificada en los diseños.

FORMALETA: pieza que permite modular elementos como vigas, columnas, placas, en el momento en el que se van a fundir.

FUNDIDA: acción que consiste en vaciar el concreto de cualquier elemento, distribuirlo, vibrarlo y darle una terminación adecuada.

GRAFIL: varilla de refuerzo cuyo diámetro es milimétrico. Se utiliza para elaborar el refuerzo RAM y los conectores.

ISO: Internacional Organization for Standardization. (Organización Intenacional para Estandarización). Es una organización que se encarga de producir estándares de Calidad para que sean empleados y aplicados por las diferentes empresas.

LONGITUD DE DESARROLLO: es la distancia más corta entre la sección crítica donde la barra debe desarrollar su resistencia total.¹

MALLA ELECTROSOLDADA: es una malla que resulta de la unión electrosoldada de varias varillas, de diámetros milimétricos, espaciadas longitudes preestablecidas según el requerimiento estructural, comúnmente se emplean como refuerzo de estructuras de poco espesor como lo son las placas de entrepiso, de cubierta y de antepiso.

MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL: es un sistema de muros estructurales conformado por elementos de arcilla que unidos entre sí por medio de mortero, son capaces de resistir cargas verticales. Existen de varias clases como lo son la de bloque con perforación vertical, la confinada, la de cavidad reforzada, entre otras.

¹ ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA. Normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente. Tomo 2. Título C: Concreto estructural. Santa Fé de Bogotá: AIS, 1998. p. 336 (NSR – 98)

METODOLOGIA: es una estrategia que se diseña para la búsqueda, hallazgo y solución de un problema determinado.

MIXER: (en español mezclador) es el camión en donde viaja el concreto, el cual gira durante todo el tiempo que éste se encuentre dentro de él, con el fin de mantener el concreto en óptimas condiciones como lo es el de evitar que ocurra la segregación.

MORTERO: mezcla que se utiliza para unir bloques entre sí, se compone de arena, cemento y agua. El mortero también se utiliza para alistar el suelo antes de la instalación de la cerámica.

MUROS ESTRUCTURALES: principal elemento con el que se elabora el sistema constructivo de mampostería estructural, están diseñados para resistir la combinación de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas verticales y horizontales.

PANELAS: elementos fabricados con mortero cuya función es la de separar el acero de refuerzo, ya sea de las vigas o de las placas, de los elementos de oporte para proporcionar un recubrimiento de concreto óptimo.

PARAL: elemento que ayuda a soportar las cerchas en el momento de modular la formaleta para las placas de entrepiso.

PILOTES: se emplean para transmitir las cargas de cimentación a través de estratos de suelo de baja capacidad de carga hasta suelos más profundos o estratos de roca que posean una capacidad de carga más elevada.¹

¹ TOMLINSON, M.J. Diseño y construcción de cimientos. 1 ed. España: Urmo. S.A, 1979. p. 405.

PLACA DE ENTREPISO: como su nombre lo indica, es una placa que se localiza en medio de dos pisos seguidos. Para su fabricación se necesita modular con formaleta, lleva refuerzo (malla electrosoldada) y se funde con concreto de buena resistencia.

PRESUPUESTO: es el costo que tiene la elaboración de un proyecto, se ejecuta teniendo en cuenta los estándares hallados, la mano de obra y el valor de los equipos y de los materiales que se emplearán.

PROCESO: serie de actividades consecuentes, que requieren de un orden, un procedimiento, para transformar los recursos en productos tangibles.¹

RAM: refuerzo horizontal utilizado en el sistema de mampostería estructural, se ubica entre las brechas o pegues de los muros.

RATONERA: ventanas dejadas en la primera hilada de bloques, cuya función es la de revisar que el concreto haya cubierto completamente la celda en el momento de la fundida.

REFUERZO LONGITUDINAL: es el acero de refuerzo que se localiza como su nombre lo indica longitudinalmente en las vigas ya sean aéreas o de cimentación, trabaja a tensión y se ubica según el diámetro que depende del diseño estructural.

VIGA DE BORDE: vigas que quedan embebidas dentro de las placas de entrepiso, cuya finalidad es la de dar resistencia en los bordes de éstas.

¹ MEJIA AGUILAR, Guillermo. Planeación de operación en obras de construcción (presentación en pdf). Bucaramanga: el autor, 2005

VIGA DE CUBIERTA: son aquellas que confinan los muros del último piso y sirven de soporte a la cubierta.

RESUMEN

TITULO:
CALIDAD Y EFICIENCIA EN CONSTRUCCION DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

AUTOR:
RONDÓN VILLARREAL, Dennyz Tatiana

PALABRAS CLAVES:
Calidad, eficiencia, sobrecostos, concreto, desperdicio de concreto, cimentación.

DESCRIPCION:

En toda empresa se tiene como objetivo principal cumplir estándares de calidad con la mayor eficiencia posible. En la industria de la construcción se logra satisfacer las necesidades del cliente a un mayor costo del inicialmente estipulado por la empresa, lo que generaría sobrecostos para ésta, dando como conclusión que existen actividades y procesos ineficientes.

Uno de los materiales que generan más desperdicio es el concreto que infortunadamente es uno de los más costosos en el mercado, por lo tanto se realizó un estudio en la obra Villas de San Patricio de la constructora MARVAL S.A. sobre las posibles causas que generan esta inconformidad para darle una posterior solución.

Este estudio mostró que la actividad que genera mayor cantidad de desperdicio de concreto es la fundida de la cimentación. La causa principal es la sobreexcavación de los pilotes producida en el terreno, la cual elimina las esquinas de las vigas de cimentación, produciendo mayor cantidad de concreto que no ha sido contemplado en el presupuesto inicial. Como alternativa de solución, se analiza la viabilidad de utilizar formaleta (ya sea en madera o metálica) y el costo que implicaría asumir este desperdicio como parte del proceso constructivo.

* Proyecto de grado modalidad práctica empresarial

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, escuela de Ingeniería Civil, Ing.M.Sc. Guillermo Mejía Aguilar & Ing. Ph.D. Ricardo Cruz Hernández.

ABSTRACT

TITLE:
QUALITY AND EFFICIENCY IN STRUCTURAL MASONRY CONSTRUCTION

AUTHOR:
RONDÓN VILLARREAL, Denny Tatiana

KEY WORDS:
Quality, efficiency, over costs, concrete, waste of concrete, foundation.

DESCRIPTION:

The company has as principal objective achieve standards of quality with the best efficiency possible. In the construction industry satisfy the necessities of the costumer with a higher cost from the expected in the beginning by the company, what generates over costs for the company as a result of procedures and inefficient activities.

One of the materials that generate bigger waste is the concrete which unfortunately is one of the most expensive of the market, because of this the study at the villas de san patricio was made by the MARVAL S.A company about the possible causes that generate this problem in order to propose a solution.

This study demonstrated that the activity that generates the biggest waste of concrete is the placing of the concrete of the foundation. The principal cause is the over excavation of the piles produced in the field, which eliminate the corners of the foundation beams, producing a mayor quantity of concrete that has not been contemplated in the budget. Like solution the viability of using frames (wood or metal) is analyzed.

* Degree Project as entrepreneurial practice modalito.

** Faculty of Physical – Mechanical Engineerings, Department of Civil Engineering, Eng.M.Sc. Guillermo Mejía Aguilar & Eng. Ph.D. Ricardo Cruz Hernández.

INTRODUCCION

La eficiencia y calidad se deben dar en cualquier actividad, proceso y empresa. La eficiencia es la capacidad administrativa de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, energía y tiempo. La calidad es el cumplimiento de los estándares propuestos para la satisfacción de los clientes realizados bien desde el principio.

En la empresa MARVAL S.A. estos conceptos son muy manejados pues cada proyecto realizado recopilada las necesidades de los clientes, las procesa y genera resultados, cumpliendo de esta manera con la premisa de calidad pero desafortunadamente la industria de la construcción es ineficiente.

La ineficiencia se observa en distintos procesos pues la mayoría de las veces se consumen más materiales que los que se tienen estipulados en los estándares que son previamente establecidos en obra mediante la observación y cálculos basados en los planos. Un ejemplo de esto es el consumo de concreto, lo que al final generaría sobrecostos en el presupuesto inicial del proyecto que se esté realizando.

Ante este problema planteado, se inicia un estudio sobre las posibles causas que generan esta inconformidad, se mira el impacto económico y posteriormente se plantea una solución para poner en práctica en proyectos similares.

La empresa MARVAL S.A. me permitió ingresar a sus instalaciones y en especial a la obra Villas de San Patricio que es construida en mampostería estructural, para revisar los procesos que involucraran el desperdicio de concreto, analizar las causas y producir resultados en beneficio de la empresa.

Esta monografía es el resultado del estudio realizado teniendo como meta llegar al objetivo planteado desde que se inició la práctica empresarial que es el de identificar y cuantificar en la obra Villas de San Patricio, los desperdicios de concreto que se presentan en el proceso constructivo de los ítems donde se utiliza este material.

Este aporte se divide en cinco capítulos en donde el primero presenta a la constructora MARVAL S.A. el segundo da una perspectiva de lo que es el proyecto Villas de San Patricio sus espacios y zonas comunes. En el tercer capítulo se hace una descripción del proceso constructivo de las viviendas, ya que se debe tener conocimiento de la forma en que se manipula el concreto en las diferentes actividades, pasando desde la cimentación hasta el aseo general que se le realiza al inmueble antes de ser entregado al cliente. En el cuarto capítulo se identifica el proceso menos eficiente, es decir, el que genera mayor desperdicio y se determinan sus posibles causas. En el siguiente capítulo se propone una solución analizando el impacto que ésta tendría en el presupuesto inicial. Para terminar se darán algunas conclusiones sobre lo anteriormente desarrollado.

1. CONSTRUCTORA MARVAL S.A.

1.1. HISTORIA

La constructora Marval S.A. nació como persona Jurídica el 24 de Diciembre de 1976 en Bucaramanga, pasó de Sociedad Limitada a Sociedad Anónima en 1.995. El primer edificio que construyó se encuentra localizado en la calle 36 con carrera 13 en la ciudad de Bucaramanga. En la década de los 80, durante el gobierno de Belisario Betancourt, se construyó la urbanización Manuela Beltrán en el Socorro y Corviandi Uno en Girón, en donde se hicieron las primeras viviendas sin cuota inicial en Colombia. También se construyeron diferentes urbanizaciones de vivienda unifamiliar y multifamiliar con zonas recreativas dentro de los conjuntos tales como: Torres de Alejandría, Santa Bárbara, Quintas y Palmeras del Cacique, El Limoncito y San Carlos.

A principios de la década de los 90 se implementa la construcción de conjuntos cerrados en viviendas más económicas y se continúa en el mejoramiento del orden urbano, calidad de los espacios con diseño progresivo. Fueron los pioneros en ofrecer diferentes alternativas de acomodación y uso de los espacios interiores. Entre los conjuntos desarrollados se destacan: Miradores de San Lorenzo, Versalles, logrando una integración total entre lo urbano y la vivienda. A mediados de esta década se realiza una de las construcciones mas significativas en Bucaramanga: el Centro Internacional de Negocios La Triada, con 30.000 M2 de construcción, en el centro de la ciudad, considerado el edificio mas importante de todo Santander, destinado a oficinas, hotel, centro financiero y cafetería. En esta misma década, se inician nuevos proyectos en el área metropolitana de Bucaramanga, como Parque San Agustín, Bodegas la Esmeralda, Los Andes y San Francisco de la Cuesta. Actualmente MARVAL está a la vanguardia de la promoción, construcción y venta de proyectos inmobiliarios en el área metropolitana de Bucaramanga.

Con la política “CONSTRUCCION CON CALIDAD Y PROYECCION HUMANA”, incursiona en la ciudad de Bogotá con proyectos importantes como Alejandra de 1.100 apartamentos y Prados de Castilla con 2.400 viviendas. Adicionalmente, se desarrollaron proyectos de interés prioritario, en programas organizados por el Distrito de Bogotá- Metrovivienda en urbanizaciones con un total de 2000 unidades habitacionales.

En el año 1996 se inicia operaciones en la Costa Atlántica con importantes proyectos de vivienda en las ciudades de Santa Marta y Barranquilla, donde se continúa ofreciendo diferentes soluciones habitacionales. Igualmente, en el Occidente del país, cuenta con sucursales en las ciudades de Cali y Palmira, aportando desarrollo en esa región. En Medellín, a partir del año 2001, participa en la construcción de importantes conjuntos multifamiliares en el poblado, uno de los sectores más exclusivos de la ciudad.

Iniciando el nuevo siglo, contando con el conocimiento y la experiencia, la Organización se decide participar en obras públicas, y es así como es parte del importante desarrollo que ha tenido Bogotá; destacando proyectos de ciclorutas como La Alameda El Porvenir II, convirtiéndose en el paseo peatonal más ancho y largo de Latinoamérica y en transmilenio. También ha participado en iniciativas gubernamentales en el desarrollo de los más importantes Centros Penitenciarios del país y de Latinoamérica.

La Sociedad cuenta con la Certificación la Calidad ISO 9001 Versión 2000.

1.2. POLITICA DE CALIDAD

CONSTRUCCIÓN CON CALIDAD Y PROYECCIÓN HUMANA”

CONSTRUIR CON CALIDAD significa “Hacer las cosas bien, manejando eficientemente los recursos y mejorando continuamente para lograr la satisfacción de las necesidades del cliente”.

LA PROYECCIÓN HUMANA se orienta al mejoramiento de la calidad de vida de los clientes y sus familias ofreciéndoles un entorno amable y acogedor.

1.3. OBJETIVOS DE CALIDAD

- Cumplir con la fecha de entrega del inmueble pactada con el cliente.
- Lograr la mayor eficacia y eficiencia en los procesos de la organización.
- Mejorar la satisfacción del cliente respecto a la calidad y servicio brindados por nuestra empresa.
- Aumentar el nivel de competencia del personal para el buen desarrollo de sus labores.

1.4. VISION

En el año 2008, tendrá mayor participación en el mercado nacional, con presencia en el mercado Latinoamericano, distinguiéndose la empresa por la calidad de sus construcciones, la excelencia de su gente y el servicio al cliente, contando con una organización sólida que permita el progreso de sus colaboradores y de la comunidad garantizando la permanencia y continuidad de la empresa.

1.5. MISION

Proporcionar a los clientes comodidad, seguridad, dentro de un entorno amable, construyendo con calidad a través de una organización honesta que trabaja en equipo y comprometida con el desarrollo de sus colaboradores y la comunidad

1.6. SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

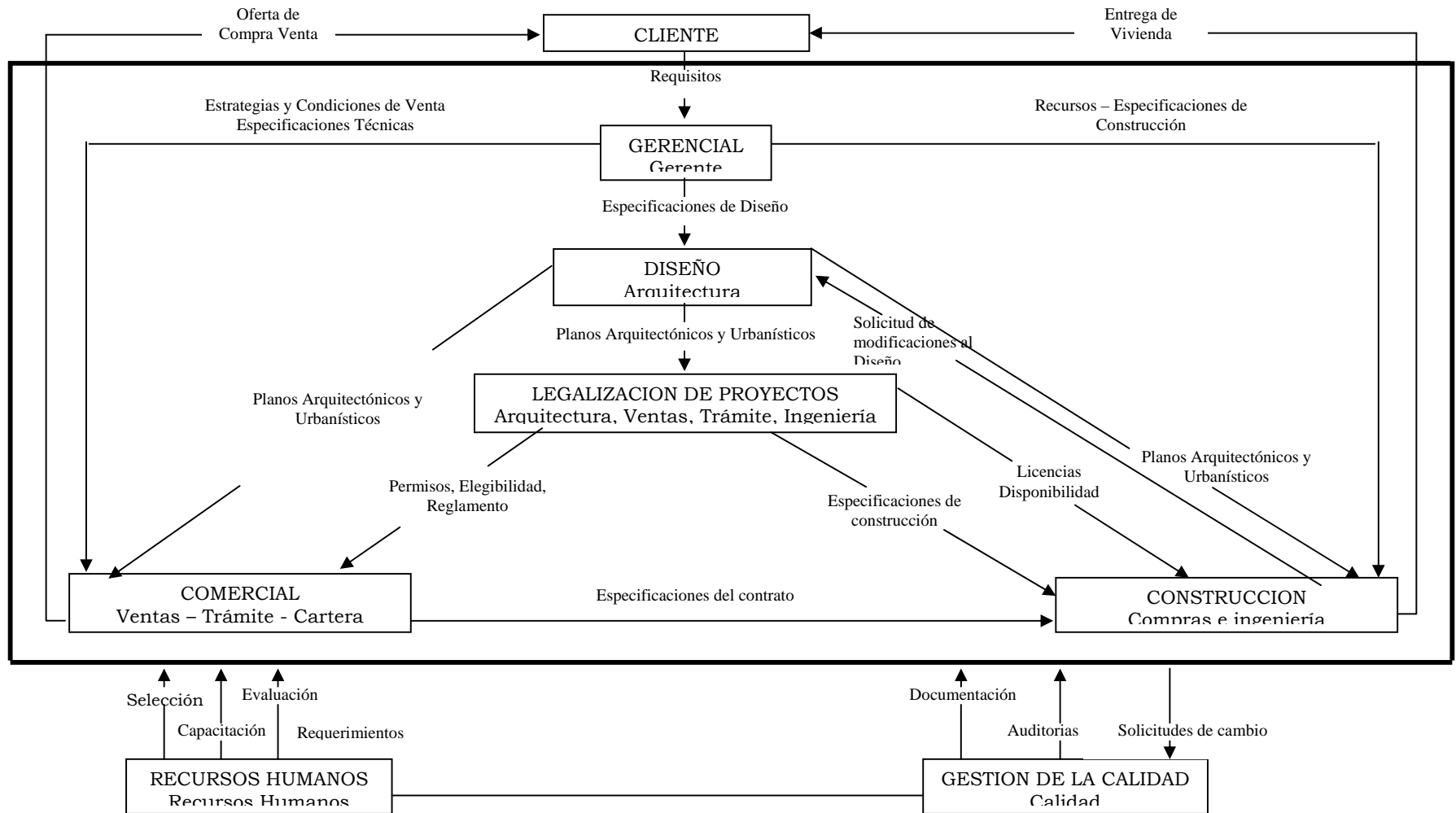
El Sistema de Gestión de Calidad (S.G.C.) de la empresa MARVAL S.A. es muy complejo y se compone de diversos procesos que interactúan entre sí para permitir realizar actividades con la mejor calidad posible. Para ello se diseñó un manual elaborado por el Coordinador de Calidad en trabajo conjunto con los dueños de los procesos de la organización aplicando todos los requisitos de la NTC-ISO 9001:2000.

Como se puede ver en la Figura 1, el proceso inicia y termina en los clientes, ellos son la razón de ser de la empresa y de todo lo que ella contiene, son los que definen las pautas iniciales en los proyectos y terminan evaluando la calidad y eficiencia de la organización. Todas las sugerencias de los clientes se tienen en cuenta pues hacen parte de la retroalimentación que se debe dar a medida que cada proceso se desarrolla.

El Sistema de Gestión de Calidad se apoya en varios procesos que involucran a todo el personal que labora en dicha empresa. Se hará un recorrido en cada uno de ellos, se conocerán sus entradas y se verán las salidas que son producidas por la interacción de sus subprocesos.

A continuación se hará una reseña sobre cada elemento que compone el Sistema de Gestión de Calidad en donde se parte desde la Gerencia para terminar en la entrega del inmueble al cliente.

Figura 1: Mapa de procesos del Sistema de Gestión de Calidad.



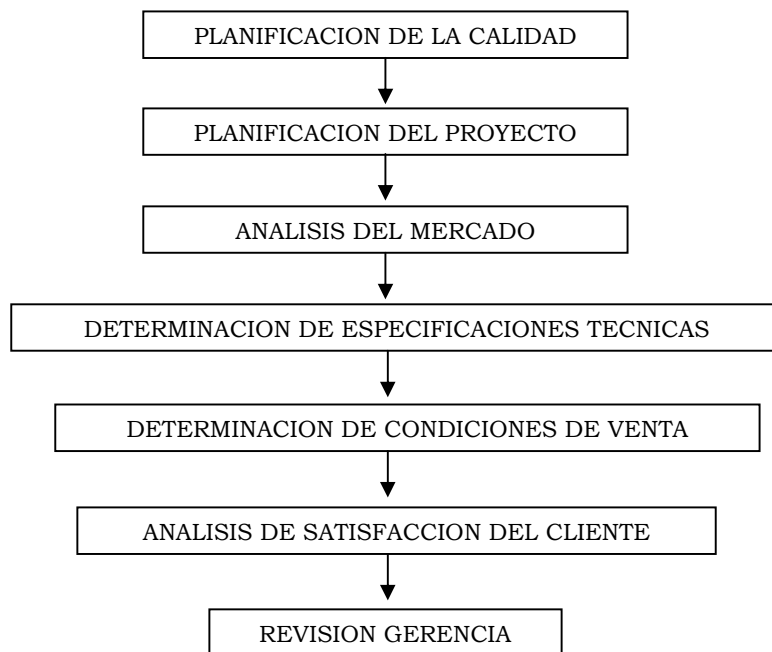
Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

1.6.1. GERENCIA

El objetivo principal de este proceso es el de asegurar la conveniencia, adecuación y eficacia continua del S.G.C. y el cumplimiento de los requisitos del cliente que conllevan a la satisfacción de este.

Como todo proceso se necesitan de entradas que son desarrolladas por los diferentes subprocesos para dar como resultado salidas. Dentro de las primeras se encuentran los requisitos de los clientes, las normas ISO 9001 y 19001 y los requisitos legales y reglamentarios de las respectivas entidades gubernamentales, éstas pasan por los subprocesos (Figura 2), para dar como salidas las especificaciones de diseño y de construcción, los recursos a emplear y las estrategias y condiciones de venta.

Figura 2: Mapa del Proceso Gerencial

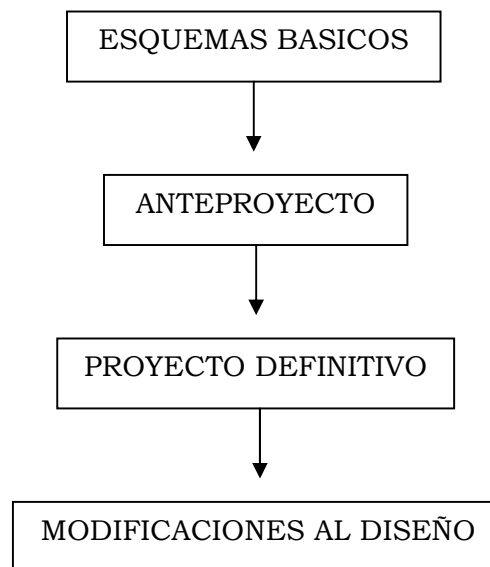


Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

1.6.2. DISEÑO

Este proceso tiene como objetivo el de realizar un diseño que cumpla con las especificaciones dadas por la Gerencia y los requisitos legales y reglamentarios. Tiene como entradas la Norma urbanística (Curaduría), las especificaciones de diseño propuestas por la gerencia, levantamiento topográfico, modificaciones al diseño y planificación del proyecto. Con estas bases se define un anteproyecto para un posterior proyecto definitivo (Ver figura 3) dando como salida los planos arquitectónicos y urbanísticos.

Figura 3: Mapa del Proceso de Diseño



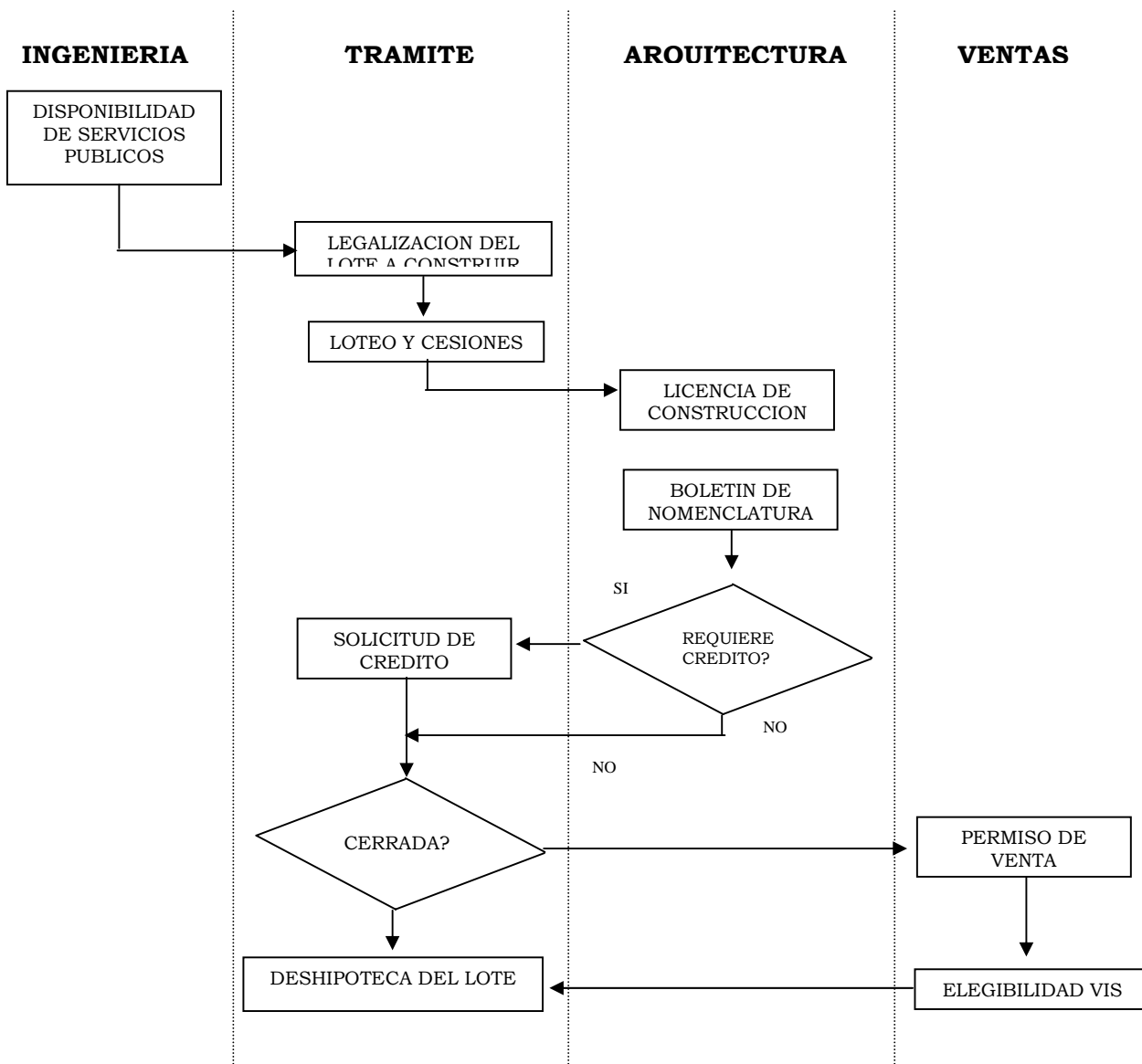
Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

1.6.3. LEGALIZACION DE PROYECTOS

Es el encargado de realizar los trámites legales requeridos para la entrega a tiempo de las viviendas al cliente. Se basa en los planos arquitectónicos y urbanísticos, en las especificaciones de construcción, en las Normas

urbanísticas, en las leyes aplicables de los entes gubernamentales y en la planificación del proyecto. Estos datos son procesados (Ver figura 4) por diferentes departamentos como lo son ingeniería, trámite, arquitectura y ventas para dar resultados en la licencia de construcción, permiso de venta, reglamento de propiedad horizontal y elegibilidad VIS (Vivienda de Interés Social).

Figura 4: Mapa del Proceso de Legalización de proyectos

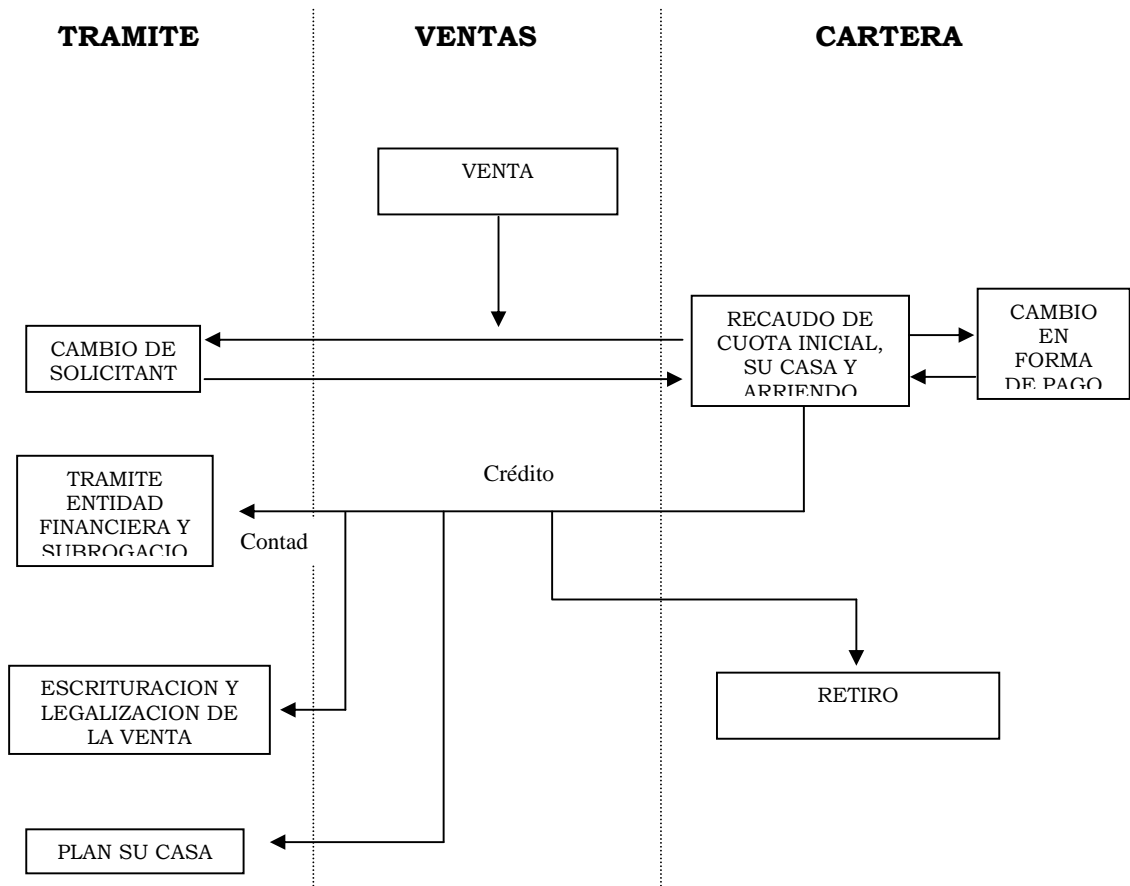


Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

1.6.4. COMERCIAL

La función de este proceso es el de asesorar al Cliente en la adquisición de una vivienda que satisfaga su necesidad de acuerdo a su capacidad de compra. Se debe tener en cuenta la estrategia y condiciones de venta, las especificaciones técnicas, la licencia de construcción, los planos urbanísticos y arquitectónicos, el folio de matrícula inmobiliaria para inmueble, permiso de venta, escritura de compraventa del lote, boletín de nomenclatura, reglamento de propiedad horizontal, crédito constructor, hipoteca del lote en mayor extensión y estratificación del proyecto (Ver figura 5).

Figura 5: Mapa del Proceso Comercial



Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

Estas entradas pasan a través de los subprocesos para dar salidas en cuanto a la oferta de la compraventa, recibo de caja, carta de aprobación del crédito, escritura de venta, notas contables, formato de retiro, copia de la factura de compraventa, bonos, solicitud de entrega del inmueble y acta de entrega del inmueble.

1.6.5. CONSTRUCCION

El objetivo principal de este proceso es el de construir viviendas, vías y redes que cumplan con las especificaciones técnicas, diseños y los requisitos legales y reglamentarios.

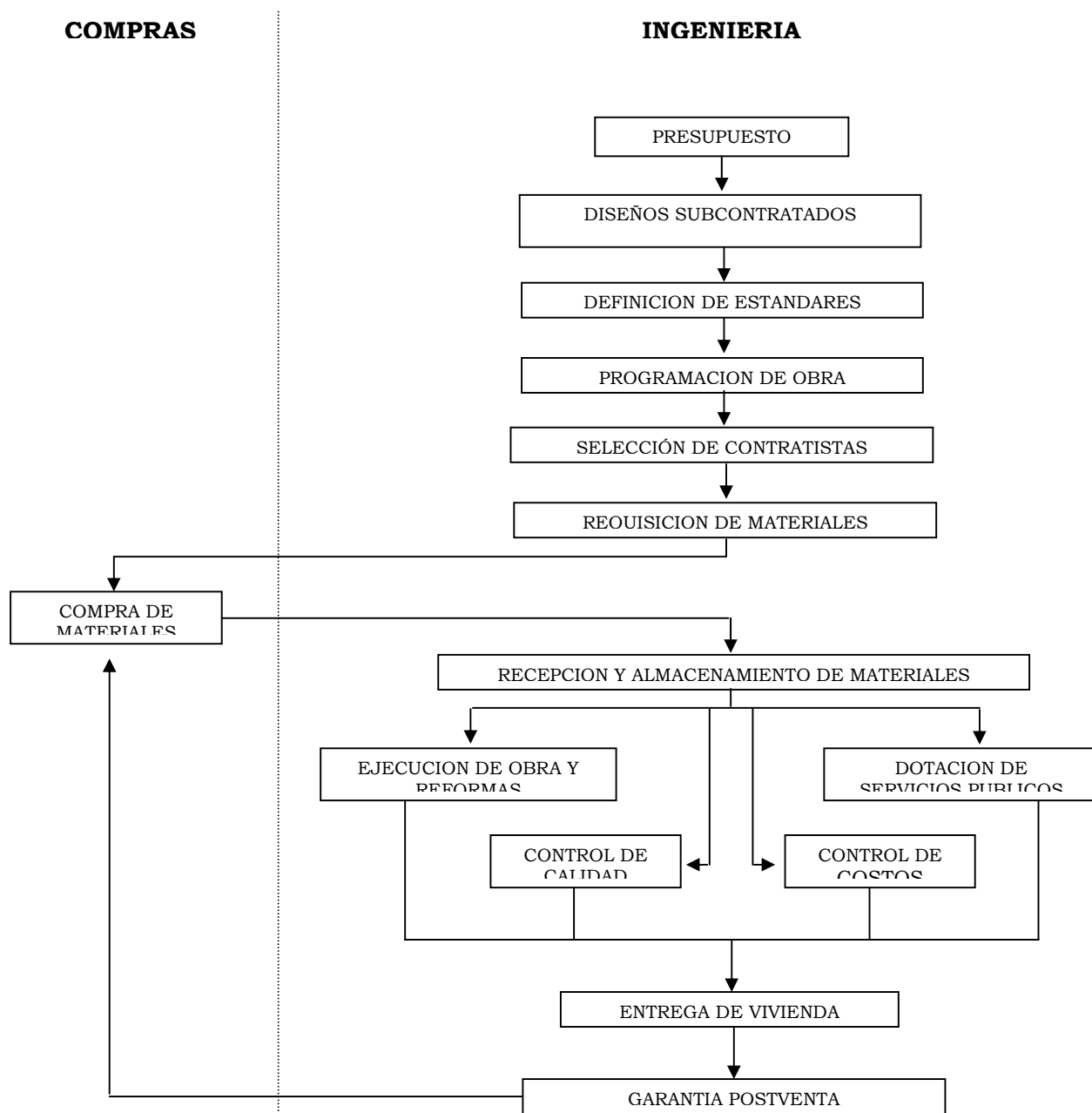
Las entradas para este proceso son los planos arquitectónicos y urbanísticos, las especificaciones de diseño, las especificaciones técnicas, la planificación del proyecto, la disponibilidad de servicios públicos, y las especificaciones del contrato.

A medida que esta información pasa a través de los diferentes subprocesos (Ver figura 6), se obtiene en las salidas las modificaciones al diseño, las especificaciones de construcción y el proyecto terminado.

1.6.6. RECURSOS HUMANOS

Este proceso brinda apoyo a la empresa para el desempeño efectivo de cada uno de los integrantes de la organización en sus puestos de trabajo. Para su desarrollo es necesario tener como entradas la solicitud del personal, la solicitud de análisis de capacitación, las hojas de vida de los aspirantes que deseen ingresar a la empresa y pruebas Psicotécnicas.

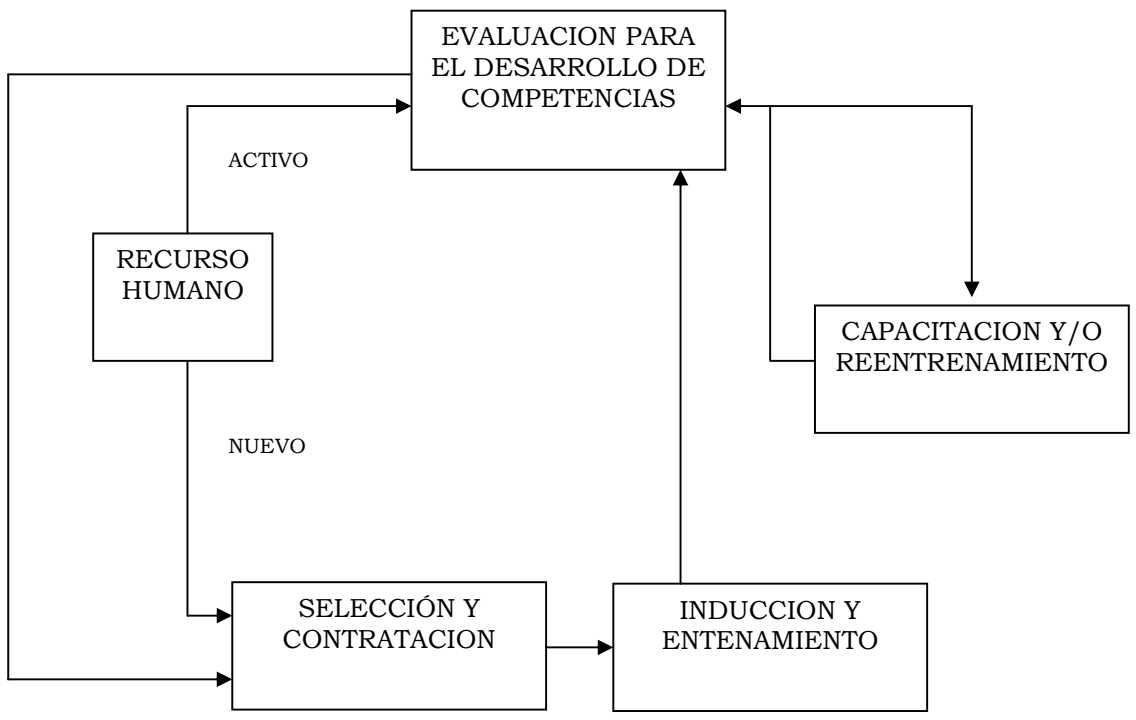
Figura 6: Mapa del Proceso de Construcción



Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

Recursos Humanos también se divide en varios subprocesos con el fin de dar salidas satisfactorias como lo son el personal contratado y el personal capacitado y/o reentrenado (ver Figura 7).

Figura 7: Mapa del Proceso de Recursos Humanos



Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

1.6.7. GESTION

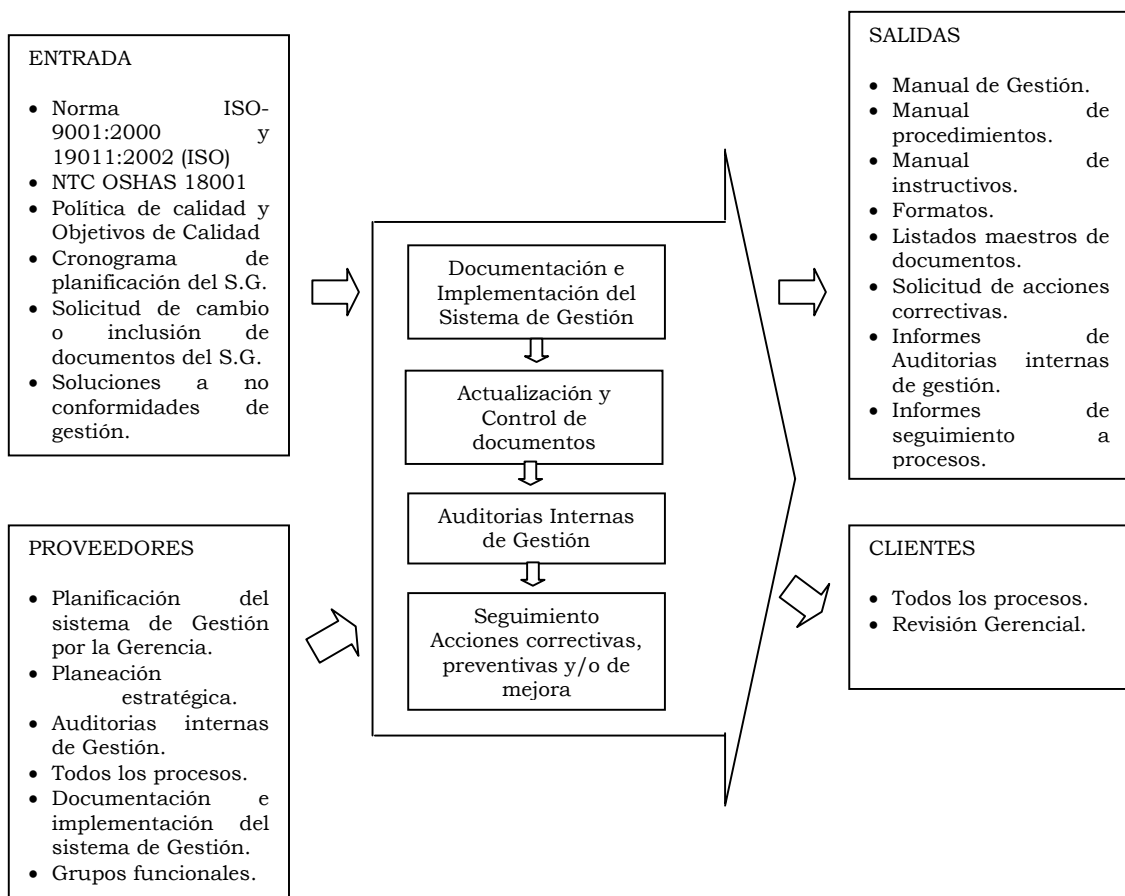
El objetivo principal es el de mantener un sistema de Gestión eficaz para el cumplimiento de los objetivos y la política de la empresa.

Este proceso se subdivide en cuatro subprocesos que son los de documentación e implementación del Sistema de Gestión, Actualización y control de documentos,

Auditorias Internas de Gestión y seguimiento de acciones correctivas, preventivas y/o mejora, los cuales tienen entradas y salidas que ayudan a la mejora continua de las actividades realizadas en la empresa.

A continuación se presentara el esquema de este proceso en la figura 8.

Figura 8: Mapa del Proceso de Gestión



Fuente: Manual de Calidad MARVAL S.A.

2. PROYECTO VILLAS DE SAN PATRICIO

El proyecto Villas de San Patricio, pertenece a la constructora MARVAL S.A. se encuentra localizado en el Barrio El mutis en la calle 60 No. 8 W -160 (ver figura 9). Es un conjunto residencial cerrado compuesto por 110 viviendas distribuidas en cinco manzanas A, B, C, D y E, en donde la primera y la última tienen 19 casas y el resto 24.

Dentro de las zonas comunes del Conjunto Residencial Villas de San Patricio se encuentra la piscina para adultos y niños con capacidades de 89.04 m³ y 6.16 m³ respectivamente, salón social hecho en estructura metálica con un área de 75 m² con disponibilidad de dos baños y un mesón con lavaplatos, juegos infantiles, parque con zonas verdes, zonas peatonales y parqueaderos.

Figura 9: Localización del Proyecto Villas de San Patricio



Fuente: <http://www.marval.com.co>

El sistema constructivo de estas viviendas es la mampostería estructural, la cual permite un acabado de ladrillo a la vista. El área construida es de 76 m² distribuida en tres pisos (ver figura 10).

Figura 10: Distribución arquitectónica de las plantas



Fuente: <http://www.marval.com.co>

En el primer piso se localiza la sala, el comedor, la cocina, el patio de ropas y un baño auxiliar, en el segundo se encuentran dos alcobas y un segundo baño y para finalizar en el tercer piso existe una alcoba auxiliar y la alcoba principal con su respectivo baño.

Los acabados con los que los clientes reciben las viviendas son los siguientes:

Pisos: la vivienda se entrega totalmente enchapada excepto el baño del tercer piso que se entrega en obra negra. El cajón de la ducha del segundo piso, va enchapado a una altura de 1.80 mt.

Carpintería metálica: en el patio se entrega una puerta ventana, la puerta principal y cada habitación con su ventana en aluminio pintada de blanco.

Carpintería madera: consta de dos puertas de madera entamborada. Una en la habitación principal y la otra en el baño del segundo piso.

Aparatos eléctricos: se entrega con un interruptor doble, seis interruptores sencillos, un interruptor triple, trece plafones, cinco interruptores conmutables, quince tomacorrientes dobles, dos tomas para teléfono, dos tomas para televisión, un polo a tierra, un tablero de tacos y un contador.

Aparatos sanitarios: se entrega un sanitario, un lavamanos y una ducha con su mezclador en el baño del segundo piso, lavaplatos con su mezclador y lavadero.

Otros: llave terminal, juego de incrustaciones, citófono y estufa de empotrar
Haceb.

3. PROCESO CONSTRUCTIVO – MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

La mampostería es un sistema de muros estructurales conformados por elementos de arcilla, concreto, silical o silico-calcáreos, que unidos entre sí con mortero forman una estructura capaz de resistir cargas verticales y horizontales. En este proyecto se desarrolló la mampostería de bloque en arcilla de perforación vertical, con placas de entrepiso armadas y fundidas en obra.

A continuación se explicarán los procesos más relevantes que se desarrollan en la construcción de una vivienda.

3.1. CIMENTACION

Como primera medida es necesario realizar la respectiva excavación de los pilotes y de las vigas de cimentación que se hacen simultáneamente. Los pilotes utilizados en este proyecto no tienen refuerzo, trabajan a fricción, son circulares y tienen un diámetro de 0.5 m en todos los ejes excepto en el eje 2 que son de 0.6 m. (ver Anexo H), El concreto con el que se funden es de 2500 PSI y con un tamaño de agregado de 1” (pulgada).

Al tener la estructura de soporte fundida (pilotes), se inicia la armada de las canastas de las vigas de cimentación, cuidando que tanto los refuerzos longitudinales como los transversales, correspondan a los diseños estructurales (ver anexo). En este proceso se debe dejar colocado el arranque de los castillos que son el refuerzo estructural a través de la mampostería (ver fotografía 1).

Después de haber revisado que los refuerzos de las vigas y de los castillos estuvieran localizados correctamente, se inicia el proceso de fundida con un concreto de 3000 PSI de resistencia y un tamaño de agregado de $\frac{3}{4}$ ”.

Fotografía 1: Arranque de los castillos en la cimentación



Fuente: Obra Villas de San Patricio

3.2. MAMPOSTERIA

Este proceso requiere de un replanteo que consiste en modular la estructura de la mampostería, es decir, se colocan los respectivos bloques cuidando que las celdas coincidan con los arranques de los castillos dejados en el proceso de la cimentación (se debe tener en cuenta el espesor y el tipo de bloque ya sea E-9, E-11, E-14 o Extrublock).

Fotografía 2: Replanteo de la mampostería



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Tan pronto se tenga el replanteo realizado (ver fotografía 2), se inicia la construcción de la mampostería teniendo en cuenta la horizontalidad y la

verticalidad. En esta labor se introducen dos nuevos conceptos que son el refuerzo RAM y los conectores. El primero se encuentra localizado dentro de las brechas de las hiladas de los bloques, según el diseño estructural deben ser puestos cada dos hiladas de por medio. Consta de dos varillas (llamado también grafil) con un espesor de 5 mm y un largo igual al del muro (ver Anexo G), están unidas por un alambre de 3 mm de espesor.

El segundo refuerzo son los conectores, cuya función es la de unir dos muros ortogonales, ya sea en forma de “L” o en forma de “T” (ver Anexo G). Se encuentran espaciados cada tres hiladas de por medio (ver fotografía 3), y están hechos con el grafil de 5 mm de espesor.

Fotografía 3: Conectores utilizados como refuerzo



Fuente: Obra Villas de San Patricio

A medida que los muros se van construyendo, es importante realizar el empalme de los arranques de los castillos con las varillas para lograr la prolongación deseada (ver fotografía 4). En este proceso se debe cuidar que el refuerzo tenga la

longitud de desarrollo apropiada para funcionar estructuralmente. El refuerzo vertical es de diferente tipo de varillas, puede ser de 5/8", 1/2" y 3/8", dependiendo de la funcionalidad del muro, es decir, de la carga que este vaya a soportar.

Fotografía 4: Prolongación del refuerzo vertical a través de la placa



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Este proceso se realiza de la misma manera en los siguientes dos pisos. Es importante tener en cuenta que cuando la mampostería haya terminado la altura de un piso, se debe esperar uno o dos días para fundir los castillos para que el mortero de pega haya fraguado.

3.3. REFUERZO VERTICAL

El refuerzo vertical es llamado en obra castillos pero reciben también el nombre de columnetas sólo con la diferencia que quedan embebidas en la mampostería, por lo tanto no es necesaria la formaleta. Una vez terminados los muros, se limpian por dentro las celdas en donde se encuentra el refuerzo vertical con la misma varilla para eliminar brosas y material sobrante dentro de ellas, luego se lava con suficiente agua las celdas que se van a fundir.

Durante el proceso de la mampostería se deja en cada varilla un hueco en la primera hilada que se pega, esto es llamado celda de inspección (conocida en obra como ratonera) (ver fotografía 5), sirve para poder revisar si en el momento de la fundida, el concreto fluido (es el que tiene gravilla fina) cubre la totalidad de las celdas y llegue que hasta la base.

La operación de relleno es muy sencilla, el grouting o concreto se vacía con un cono dentro de la celda para evitar desperdicios, al mismo tiempo se debe compactar con la misma varilla de refuerzo que funciona como vibrador. Es importante no superar la altura de un piso ya que la caída del grouting puede producir segregación.

La distribución del refuerzo vertical se realiza según las especificaciones de los planos estructurales (ver anexo I).

Fotografía 5: Celdas de inspección



Fuente: Obra Villas de San Patricio

3.4. ANTEPISO

Se realiza después de haber fundido y sellado las respectivas cajas de desagües de las viviendas, que son las encargadas de recoger y de evacuar todas las aguas negras y servidas (aguas lluvias) que genera la vivienda, para ser transportadas a la red principal de alcantarillado. Es importante identificar las respectivas tuberías (ver fotografía 6) como lo son la sanitaria que es de color amarillo y la de aguas lluvias que es la de color naranja.

Fotografía 6: Caja de desagües



Fuente: Obra Villas de San Patricio

El antepiso se funde con un concreto de 2000 PSI de resistencia y un agregado de 1". Su construcción consta de una previa nivelación del terreno para una posterior colocación de la tubería del gas. Debido a que el material de esta tubería reacciona desfavorablemente con el contacto de la superficie del terreno y de la malla electrosoldada que es el refuerzo principal del antepiso, se debe aislar de éstos mediante una camisa hecha con el mismo concreto durante el momento de la fundida (ver fotografía 7).

Fotografía 7: Camisa que recubre la tubería del gas



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Al terminar dicha camisa se realiza la colocación del refuerzo y posteriormente el vaciado del concreto junto con su terminación que se realiza con una regla metálica. Durante esta actividad se debe tener especial cuidado de dejar los respectivos niveles que están especificados en los diseños arquitectónicos, en este caso una luz libre de 2.45 mt desde el antepiso terminado y la placa del siguiente piso.

3.5. PLACAS DE ENTREPISO

Para iniciar esta actividad se necesita haber colocado y asegurado la formaleta primero, la cual se realiza por medio de parales y cerchas metálicas (ver fotografía 8), luego se aplica el ACPM cuya función es la de impedir que el concreto se adhiera a la formaleta en el momento de desplafonar la placa.

Fotografía 8: Colocación de la formaleta de las placas



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Una vez se tenga el soporte de la placa, se instala la malla inferior, las respectivas vigas en los distintos ejes, las tuberías eléctricas, hidráulicas, sanitarias y posteriormente la malla superior. Durante el vaciado, riego y conformación del concreto que en este caso es de 3000 PSI – ¾”, se debe vibrar correctamente para evitar porosidad y segregación del agregado (ver fotografía 9), luego se hace el acabado final y el curado.

Fotografía 9: Vibrado del concreto



Fuente: Obra Villas de San Patricio

3.6. VIGAS DE CUBIERTA

Se funden con concreto de 3000 PSI – ¾” preparado en obra que corresponde a 350 Kg. de cemento, 0.555 m³ de arena y 0.835 m³ de triturado para un metro cúbico. Las vigas de cubierta son las que confinan o amarran la mampostería en el tercer piso, por lo tanto su refuerzo es el de una viga de borde que consta de dos varillas de 3/8” espaciadas alrededor de 5 cm con estribos No. 2 de longitud de 20 cm y espaciados entre sí cada 20 cm también.

3.7. CUBIERTA EN ASBESTO CEMENTO

El material de la cubierta es de asbesto cemento y se conforma de dos aguas, está apoyada sobre unos cercos de madera previamente inmunizados (ver fotografía 10).

Debido a la forma ondulada de la teja y a la forma rectilínea de las vigas de cubierta, se generan espacios o vacíos que deben ser sellados por medio del encoroce en mezcla.

Fotografía 10: Detalle de la cubierta en asbesto cemento



Fuente: Obra Villas de San Patricio

La cubierta tiene dos pendientes una del 36.6 % que es la que se localiza sobre el cuarto principal y una del 27 % que es la de las escaleras. Es importante dejar que la teja vuele de la mampostería una distancia razonable para que en el evento de lluvia no permita que se moje la fachada ya que estas viviendas no poseen canaleta.

3.8. MORTERO DE PEGA PARA BALDOSA

Esta actividad se realiza cuando la vivienda se encuentra totalmente terminada en cuanto a mampostería y cubierta. El mortero se aplica a toda la casa y tiene un espesor de aproximadamente de cuatro centímetros (ver fotografía 11). Su función principal es alistar el suelo de soporte para la cerámica, es importante su uso pues con él se disimulan los desplomes que sufre la placa en el momento de la fundida y todos los desniveles que se puedan presentar.

El mortero es una mezcla de cemento, arena y agua. Para este tipo de vivienda se tiene destinados 12 bultos de cemento gris y 2.4 m³ de arena.

Fotografía 11: Escalera morteriada



Fuente: Obra Villas de San Patricio

3.9. PISOS Y ENCHAPES

La cerámica se debe dejar un día sumergida en agua (ver fotografía 12), para que quede totalmente saturada y en el momento de la instalación, no absorba el agua que hace parte de la mezcla con la que se pega, la cual se compone de Binda Extra y agua.

Fotografía 12: Cerámica sumergida en agua



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Una vez aplicada esta mezcla sobre el mortero y por medio de los hilos (que son los que establecen el alineamiento de los pisos), se instala la cerámica (ver fotografía 13) dándole pequeños golpes para que se adhiera y pegue completamente.

Fotografía 13: Aplicación de la mezcla a la losa



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Entre losas adyacentes quedan pequeñas dilataciones que se deben emboquillar para evitar filtraciones, este proceso se realiza mediante un producto llamado Binda Boquilla.

3.10. APARATOS ELÉCTRICOS

Los aparatos eléctricos se instalan una vez se tenga la tubería principal y la vivienda cableada. Dentro de éstos se pueden encontrar: interruptores dobles, interruptores sencillos, interruptores triples, plafones, interruptores conmutables, tomacorrientes dobles, tomas para teléfono, tomas para televisión, polo a tierra, tablero de tacos y contador.

3.11. PINTURA

Dentro del ítem de pintura se encuentran varias actividades tales como:

Rústico: se realiza una vez se halla desplafonado la placa, consiste en rociar sobre el techo una mezcla de polvillo de arena, cemento y agua por medio de una “Máquina de Rústico” (ver fotografía 14).

Fotografía 14: Aplicación del rústico en la placa



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Pintura cal: se le aplica a la placa dos manos de pintura preparada con cal y agua, utilizando rodillos.

Estuco: es una mezcla de yeso, caolín y cemento, se aplica una vez se tengan las paredes frisadas, para este proyecto se frisó únicamente el baño del segundo piso.

Pintura 1-2-3: sobre el estuco aplicado se pintan los muros con pintura Terinza. Para la primera mano se utiliza pintura Vinilmax tipo 3, en la segunda, pintura Vinilátex tipo 2 y en la terminación se usa la pintura Vinilplus tipo 1.

3.12. ASEO

Se realiza cuando la vivienda tenga todos los acabados realizados. Para este tipo de construcción se hace primero la lavada de muros con ácido muriático con el fin de eliminar impurezas que tengan los ladrillos como lo son potaza de mezclas, derrame de concreto de las placas, etc.

Para la lavada de los pisos y retoque de la vivienda, se realiza en dos partes. La primera se hace con jabón y agua y la segunda con agua – ácido. Se limpian ventanas y se trapea el piso.

Una vez se han terminado éstas actividades se inicia el proceso de entrega al cliente.

4. EFICIENCIA EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL.

4.1. LA EFICIENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN

4.1.1. TIPO DE PRODUCTO

Para poder definir el tipo de producto al que pertenece la construcción, es importante conocer sus características en donde se pueden enunciar: es única, poseen un personal temporal, está arraigada a un solo lugar haciendo de esta manera que todos los procesos lleguen allí y que el producto no se desplace, depende de las características naturales del terreno como son la capacidad portante, coeficiente sísmico, factor del viento, entre otros.

Debido al proceso de fabricación, la construcción se encuentra dentro del campo manufacturero, el cual consta de tres tipos:

El primero utiliza una línea de flujo continuo de actividades en forma lineal, es decir, el producto pasa por todo el proceso sin sufrir alteraciones de cambios o eventualidades, todo está mecanizado para cumplir una labor. La industria de la construcción no podría pertenecer aquí debido a que posee un flujo no lineal, tiempos muertos en el proceso y una no uniformidad en sus productos.

La segunda categoría se caracteriza por tener un flujo a través de procesos en donde cada producto tiene su flujo específico, por ejemplo una máquina que produce un determinado tipo de papel no podrá producir uno diferente al que está programado.

La última categoría es a la que pertenece la industria de la construcción. Se caracteriza por tener un producto elaborado eventualmente, haciendo que varias estaciones de trabajo pasen a través de éste.

Debido a la manera en que el proceso de construcción se desarrolla, es necesario aplicar las herramientas de planificación y control mediante la estandarización de procesos para manejar y planear los diseños, pues son éstas las herramientas que evitarán desperdicios tanto de materiales como de tiempo.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Según Mauricio Lefcovich en su escrito de El Kaisen aplicado a la industria de la construcción, ésta tiene las siguientes características:

- Ausencia de métodos de mejora continua tanto en el proceso como en el producto
- Ausencia de marca que incentive en la calidad como por ejemplo una empresa automotriz
- Gran dependencia de factores climatológicos externos no controlables.
- Escaso nivel de capacitación de personal y alta rotación de los mismos
- Administración mediante gestión de control y no de gestión participativa.
- Falta de control en la reducción de desperdicios y despilfarros.
- Falta de incentivos grupales por calidad y productividad.
- Actividades carentes de valor agregado

- Falta de aplicación de análisis e ingeniería de valor, a los efectos de la eliminación de elementos y actividades redundantes.
- Falta de trabajo en equipo.

4.1.3. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

Según Serpell¹, productividad en construcción “es la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”.

Además la alta productividad se logra teniendo una alta eficiencia y efectividad y se puede desarrollar en los siguientes campos:

Materiales: se debe evitar o eliminar toda clase de desperdicios debido a los costos que éstos tienen.

Mano de Obra: es el que determina y establece el ritmo con que se trabaja en el proyecto.

Maquinaria: se debe hacer un buen uso para evitar tiempos muertos ya que su costo es alto.

Existen factores que impiden una buena productividad tales como: errores en el diseño y falta de especificaciones, alta rotación del personal, modificaciones de diseño durante la ejecución del proyecto, composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo, excesivo control de calidad, falta de material requerido, etc.

¹ SERPELL B, Alfredo. Administración de operaciones de Construcción. 2ª edición. México: Alfaomega, 2003. p. 29

Para mejorar la producción se debe seguir tres pasos:

1. Medición de la productividad: para desarrollarla se deben tomar datos, procesarlos y realizar un análisis estadístico.
2. Evaluación de la productividad: con los datos obtenidos se debe diagnosticar la situación identificando los posibles problemas. Una vez realizado esto se procede a realizar un plan de acción.
3. Implementación de planes de mejoramiento: se deben formular estrategias con un posterior seguimiento.

4.1.4. ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

Según la ISO 9000:2000, una empresa desarrolla el enfoque basado en procesos cuando aumenta la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos, esto se logra cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia del sistema de gestión de calidad.

Un proceso consta de una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos así como su gestión, puede denominarse como “enfoque basado en procesos”

Este enfoque tiene como puntos importantes:

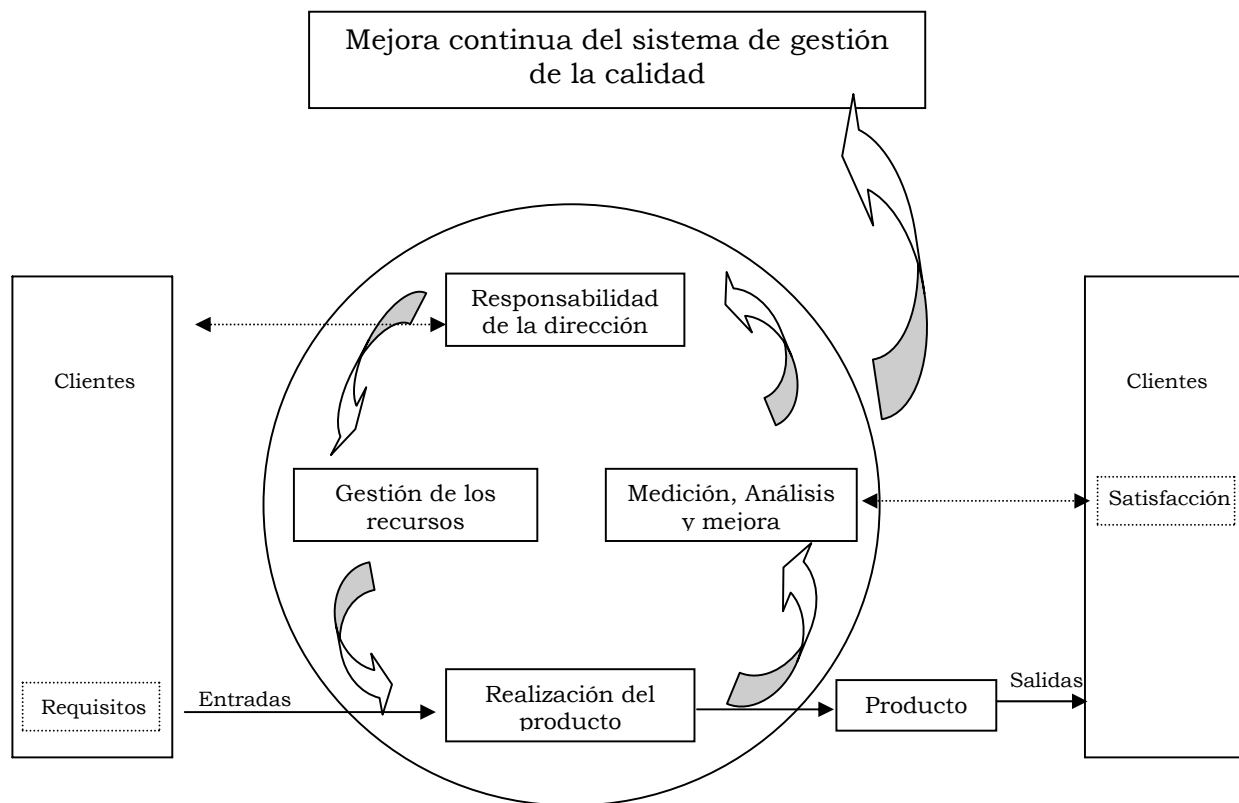
- a. La comprensión y el cumplimiento de los requisitos.
- b. La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor.
- c. La obtención de resultados de la eficacia y eficiencia del proceso.
- d. La mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

El modelo de un sistema de gestión de calidad basado en procesos se muestra en la figura 11.

En todos los procesos que sufre el producto se puede aplicar el PHVA que se describe así:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Figura 11: Modelo de un sistema de gestión de la calidad basado en procesos



Fuente: Norma ISO 9000:2000

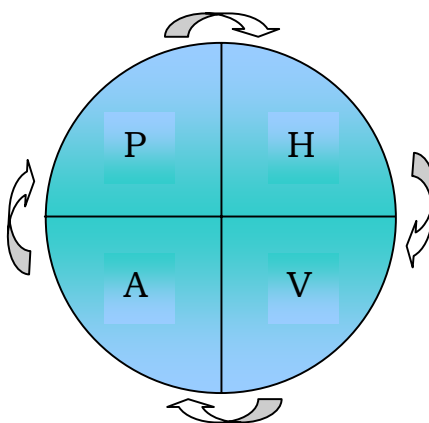
Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

La siguiente figura muestra el esquema anteriormente explicado.

Figura 12: Modelo de procedimientos de gestión de calidad



Fuente: Norma ISO 9000:2000

El modelo recoge las especificaciones de los clientes, las cuales se convierten en entradas que son las que alimentan la planificación del producto y su producción. (En la figura 11 recibe el nombre de realización del producto).

Es importante obtener información sobre la satisfacción del cliente (flecha punteada a la derecha se devuelve a la medición, análisis y mejora), pues es una retroalimentación vital sobre el desempeño de la organización.

El cuadro responsabilidad de la dirección consiste en que la dirección estudie los resultados de la retroalimentación y otra información, para ello pueden utilizar estos dos mecanismos para realizar mejoras:

- Como parte del sistema de gestión de la calidad, es decir, dando solución a las no-conformidades, mediante acciones correctivas y preventivas.
- Revisión de procesos por parte de la dirección para observar de manera crítica la totalidad del sistema de gestión y realizar mejoras en él.

4.1.5. LA METODOLOGIA KAISEN

El Kaisen es una nueva metodología japonesa que fue creada por Masaaki Imai. Consta de dos ideogramas: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir para mejorar, en otras palabras cambio para mejorar.

Surgió por el deseo que tenía dicho país de superarse y alcanzar potencias industriales de occidente, para que sus productos pudieran competir de la mejor manera en el mercado. Por esto se inicio una nueva metodología que permitía que las industrias fueran mejorando de forma continua.

La mejora continua se logra mediante la implementación de seis sistemas vitales que son:

4.1.5.1. Control de calidad total / Gerencia de calida total

El control de calidad total se basa en el control del proceso de calidad (TQC), luego evolucionó y abarcó todos los aspectos de la gerencia dando como resultado la gerencia de calidad total (TQM).

La gestión de calidad total consiste en la aplicación de métodos cuantitativos y recurso humano, cuyo objetivo es mejorar el material, los procesos y dar respuesta a las necesidades del cliente, además integra los métodos de administración con los esfuerzos de perfeccionamiento para lograr una mejora continua, esto se puede lograr mediante la implementación de una estrategia, que consta de las siguientes herramientas y metodologías:

- Orientación hacia el proceso antes que orientación hacia el resultado. Es importante ya que se analiza el por qué las cosas se deben hacer de determinada manera, generando de esta forma una optimización en la calidad y por consiguiente en el resultado.
- Poner en práctica el proceso a toda la pirámide organizacional. La metodología se desarrolla en un principio por los altos mandos pero es necesario que se empiece a implementar en el resto del personal para lograr una compenetración en todos los empleados, es necesario que se abarque a los proveedores.
- Compromiso de los altos niveles gerenciales. Una forma de lograrlo es operar sobre la base de sugerencias para hacer posible los cambios.
- Una comunicación vertical y horizontal, eficaz y sin trabas. La comunicación en la empresa se debe facilitar hasta llegar al punto de tener un flujo bidireccional entre los líderes y los subordinados, de esta manera se puede garantizar que las metas y objetivos de la empresa se puedan definir claramente y difundir a través de toda la organización.
- Mejoramiento continuo de todos los productos y procesos. Es importante prevenir fallas implementando herramientas para la identificación de problemas.

- Constancia de los objetivos y una visión compartida. Toda la organización debe ir dirigida hacia un objetivo común el cual debe ser conocido por todo el personal para poder trabajar en el y lograrlo posteriormente.
- El cliente tiene la razón. Lo más importante es el cliente ya sea interno o externo, el la razón por la que la empresa vive.
- Inversión en el personal. La capacitación, formación de equipos y mejoramientos de las condiciones de trabajo son elementos importantes para que los trabajadores se sientan a gusto y de esta manera la empresa prospere.
- Capacitación. Es necesario que todo el personal se esté capacitando constantemente.
- Trabajo en equipo. Es necesario que todo funcione en conjunto, como una sola entidad y no como un comité donde uno o determinados miembros sean los que dirigen la labor.
- Todos participan en la determinación y comunicación de la metas. Los empleados tienen que compartir y determinar cuales son las metas que se tienen que fijar.

La mejor forma de definir el Control Total de Calidad es pensar primero en la calidad antes que en la utilidad, esto incluye seguridad en la calidad, reducción de costos, eficiencia, cumplir con los programas de entrega, entre otros.

4.1.5.2. Un sistema de producción justo a tiempo

El método de Justo a Tiempo nació en Japón cerca de los años 50 en la empresa de Toyota. Parte de la historia comienza cuando se inició un gran desarrollo

tecnológico en este país, surgieron empresas que vinieron a generar una fuerte competencia entre productos de la misma especie. Debido a esta situación, este sector empezó a buscar una metodología que aumentara el margen de beneficios y fue cuando se desarrolló el Justo a Tiempo.

Al empezar a implementar esta metodología se resolvieron problemas en cuanto al espacio físico y una obtención al máximo de beneficios, es decir, reducción de inventarios y eliminación de prácticas desperdiciadoras. Pero no sólo afectó a la producción, sino que además se implementó en el ámbito personal, laboral, dirección, entre otros.

A pesar que el Justo a Tiempo se implementó en la mayoría de las empresas japonesas, el bloque occidental aún no lo ha desarrollado. Una de las causas puede ser el diferente estilo de vida al de oriente, ya que los primeros se involucran en sus empresas en las horas laborales, contrario a los japoneses, pues ellos a pesar de no estar en el sitio de trabajo, sienten que la empresa hace parte de su vida y tratan de resolver cualquier percance presentado asumiéndolo como personal.

Poco a poco se ha venido descubriendo la filosofía del Justo a Tiempo como una herramienta de progreso que es necesario conocer y tratar de aplicar al máximo en el entorno en que se mueven las empresas.

Es importante conocer los principios fundamentales de conforman esta filosofía que son:

A. Atacar los problemas fundamentales:

Para poder comprender este principio es necesario recurrir a la analogía del río de las existencias que se basa en visualizar la empresa como un barco que navega río arriba y río abajo. Cuando una empresa empieza a bajar el nivel del río, es decir, a reducir el nivel de las existencias, descubre rocas o en otras palabras

problemas, los cuales se deben enfrentar y resolver y así sucesivamente con todas las rocas o problemas que se van encontrando en el camino.

Dentro de las posibles rocas o problemas que se pueden presentar se encuentran:

- Máquina poco fiable, su solución es mejorar la fiabilidad de la misma
- Zonas con cuellos de botella se ataca aumentando la capacidad
- Tamaños de lotes grandes se soluciona reduciendo el tiempo de preparación
- Para plazos de fabricación largos, se debe reducir colas, mediante un sistema de arrastre
- Calidad deficiente, se mejora optimizando procesos y proveedores

B. Eliminar despilfarros:

Se refiere a todo lo que no añada valor al producto. Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, etc. Ejemplos de operaciones que no añaden valor son la inspección, el transporte, el almacenaje, la preparación, etc.

El almacenamiento de las existencias, es una actividad ineficiente, pues aparte del costo directo del capital y gastos del almacén, se corre el riesgo de que las existencias se vuelvan obsoletas.

Existen varias clases de desperdicios, entre las que encontramos:

De movimiento: producen poca productividad debido al exceso y malos movimientos físicos que desarrolla el trabajador. Esto se produce por cansancio físico, enfermedades o riesgo de accidente. Una vez identificado el desperdicio es necesario realizar un estudio de la posición física de los elementos e instrumentos a utilizar.

De transporte: son los desperdicios debidos a la falta de planeación en el traslado de materiales como a los métodos que se utilizan.

De inventarios: los productos terminados, semiterminados, repuestos y suministros que se mantienen en inventario no agregan valor alguno, por el contrario aumentan el costo de operaciones porque ocupan espacio y requieren de equipos y de instalaciones adicionales.

De sobreproducción: es el producto de una mentalidad preocupada por las fallas en la máquinas, productos defectuosos, entre otros. Por esta razón se ven obligados a producir más de lo necesario simplemente para tener un nivel mínimo de seguridad.

De procesamiento: los errores en materia de diseño tanto de obra como de los procesos para su construcción originan fuertes costos, producto del desarrollo de actividades sin valor agregado.

De espera: la falta de coordinación, la falta de materiales, los tiempos excesivos de preparación, la ausencia del personal, etc. generan desperdicios por espera.

Por fallas o correcciones: los productos defectuosos se deben rechazar, lo que interrumpe la producción y requiere una costosa repetición del trabajo, además de la pérdida de recursos.

En la Tabla 1 se muestra una clasificación de los despilfarros con una posible solución.

Durante los años setenta y principios de los ochenta, la fabricación tenía una producción muy compleja que se creía que era inevitable, es decir, las fábricas tenían plantas ubicadas en lotes, esto implica que el producto viaje por muchos sectores generando pérdidas de tiempo y de transporte.

Tabla 1: Clasificación de despilfarros

| CATEGORIA DE DESPILFARROS | NATURALEZA DEL DESPILFARRO | COMO ELIMINAR |
|--------------------------------------|--|--|
| Trabajo en proceso | Tener en existencia items que no se necesitan en forma inmediata | Disminuir inventario |
| Rechazo | Elaboración de productos defectuosos | Reducir los productos defectuosos |
| Instalaciones | Maquinaria inactiva, averías, tiempo de alistamiento excesivo | Incrementar el índice de la capacidad |
| Gastos | Sobreinversión para la producción requerida | Recortar gastos |
| Mano de obra indirecta | Exceso de personal debido a un sistema deficiente de trabajo indirectos | Asignar empleos en forma eficiente |
| Diseño | Elaborar productos con más funciones de las necesarias | Reducir costos |
| Talento | Contratar personas para tareas que pueden mecanizarse o asignarse a personas menos capacitadas | Instituir medidas de ahorro o de maximización del uso de la obra |
| Movimiento | No trabajar de acuerdo con el estándar de trabajo | Mejorar los estándares de trabajo |
| Puesta en marcha de nuevos productos | Lentitud en la estabilización de la producción de un nuevo producto | Cambio rápido hacia la producción completa en línea |

Fuente: www.monografias.com/trabajos14/kaisen/kaisen.shtml

C. Simplicidad:

En la actualidad se debe buscar soluciones simples para tener una gestión más eficaz. Esta simplicidad trata dos conceptos: flujo de material y control. Es importante eliminar rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, como por ejemplo una planta en forma de U que es en donde los elementos de cada

familia de productos pueden pasar de un proceso a otro más fácilmente ya que éstos están situados de forma adyacente.

D. Establecer sistemas para identificar problemas:

Es importante establecer este mecanismo para el hallazgo de problemas para darles una posterior solución. El sistema debe ser claro además de tener un tipo de aviso que se accione en el evento que surja una dificultad, de esta manera se obtendrán beneficios en el funcionamiento de la empresa.

E. Costo / beneficio de la aplicación del JIT:

El JIT exige muy poca inversión de capital pues los gastos que se realicen son en la formación del personal, es decir, en una reorientación de las personas con respecto a las labores que desempeñan. La buena implementación del JIT consigue reducciones del 60% al 85% de las existencias, factor que se notará en la reducción de desperdicios y perfeccionamiento del proceso de fabricación. Hay que tener en cuenta que el JIT se debe aplicar progresivamente buscando el perfeccionamiento continuo.

F. Relación proveedor – cliente:

Proveedores: en las compras es en donde se puede disminuir los mayores costos. Una manera de eliminar desperdicio es reduciendo las cantidades de pedidos, pues es de esta manera como se disminuyen materiales en stock que permanecen en bodegas. Una alternativa de solución es hacer un pedido pero que sea entregado parcialmente, pero existe la desventaja que se tendría que cancelar mayor cantidad por concepto de transporte. Ante esta situación se propone un recorrido de los insumos de manera eslabonada, es decir, que durante un mismo recorrido se recojan diversos pedidos, de esta manera el costo de envíos disminuirá.

Es importante tener en cuenta que es mejor un solo proveedor para el mismo suministro, pues si se tienen varios se estaría olvidando los siguientes puntos: primero ignorar las economías de escala; segundo cuando un proveedor tiene mayor volumen de producción pensaría en una inversión en la mejora de los procesos; tercero hay más problemas de gestión al tener que tratar con varios proveedores.

Con respecto a los contratos, cabe anotar que es recomendable hacerlos a largo plazo. Aunque no es lo más apetecido por la empresa debido a la competencia en el mercado, los proveedores los prefieren a largo plazo ya que de esta manera se incentivan a mejorar sus procesos para seguir compitiendo en el mercado.

Cientes: es necesario crear vínculos con los clientes pues son ellos el motivo de la empresa, por eso se debe educar en la metodología JIT. El cliente debe tener en mente la siguiente premisa: si pasa un programa en firme varias semanas de antelación y no se cambia, se podrá tener una relativa seguridad de que se cumplirá dicho programa, es decir, conseguirá lo que quiere en el tiempo que quiere.

De esta manera se completa el proceso del JIT que pasa a través de proveedores, la empresa y termina en el cliente.

4.1.5.3. Mantenimiento productivo total (MPT)

Se refiere a la maximización de la efectividad de los equipos, para ello se motiva a todos los empleados de un departamento para que se haga un buen mantenimiento en la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, además se debe desarrollar un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones.

Es importante que la administración incentive estas actividades para que se crea el hábito logrando una posterior disciplina.

4.1.5.4. Despliegue de políticas

Se basa en introducir las políticas del Kaisen, es decir, empezarlas a infundir a través de toda la pirámide organizacional, mediante el establecimiento de objetivos claros y precisos que sirvan de guía a cada persona. Es necesario idear e implementar estrategias a mediano y largo plazo, las cuales tendrán un plan que ayudará a su implementación, haciendo que las metas se abran paso hacia abajo hasta llegar hasta el último de los empleados.

4.1.5.5. Un sistema de sugerencias

Es importante que cada uno de los trabajadores expresen sus ideas o sugerencias sin importar lo pequeñas que sean de manera abierta. El sistema de sugerencias debe ser dinámico y para ello es necesario que esas ideas se vendan de manera rápida ya sea mediante eventos especiales, publicidad, boletines internos y periódicos y folletos promocionales precisos y vigorosos, entre otros. Una vez desarrollado este sistema de sugerencias se puede cosechar ideas innovadoras.

4.1.5.6. Actividades de grupos pequeños

Comúnmente conocido como Círculo de Calidad, en donde no sólo se vela por la calidad sino que también se atienden relaciones relativas a costos, seguridad y productividad.

Un círculo de calidad es un grupo de trabajadores que realizan tareas semejantes, conforman un grupo para identificar, analizar y solucionar

problemas del propio trabajo, ya sea en cuanto a productividad o a calidad. Dentro de sus propósitos están los de contribuir a desarrollar y perfeccionar la empresa, lograr que el lugar de trabajo sea cómodo y rico en contenido, aprovechar y potenciar al máximo todas las capacidades del individuo. Consta de un líder que está apoyado por la compañía y es el que se encarga de llevar a la gerencia las propuestas hechas en los círculos. Un círculo de calidad no sólo aporta esfuerzo muscular sino que también talento e inteligencia.

4.1.6. EL PRINCIPIO DE LAS 5 S

Es un principio de orden y limpieza que surgió a partir de la segunda guerra mundial, como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente. Las premisas de estos son:

Seiri: consiste en eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor. Para ello se debe separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven, clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario, mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo, separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo, organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible, eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías, eliminar información innecesaria y que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación, entre otros.

Seiton: consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Una vez que se han eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar

aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados.

Seiso: significa limpiar el entorno de trabajo, ya sea máquinas y herramientas, al igual que paredes, pisos, escritorios y el resto de áreas de trabajo. Seiso exige que se realice un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario no será posible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

Seiketsu: significa mantener limpieza de la persona por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes y zapatos de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio.

Shitsuke: significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo

4.2. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EFICIENCIA A TRAVES DE LA EVALUACION DE DESPERDICIOS

En toda observación de un problema es necesario seguir una metodología que permitirá organizar la información recopilada, analizarla y formular una posible solución ante la dificultad o problema encontrado. Los pasos que se van a seguir en este proceso son los siguientes:

Es vital descubrir el proceso o actividad que genera mayor desperdicio durante la construcción de la vivienda, para ello como primer paso se hará el Diagrama de Pareto, el cual permite discriminar cuales son las actividades más importantes en el presupuesto y a las que se les debe dar mayor importancia en el análisis.

Una vez identificadas las actividades que se deben analizar, se determinan los porcentajes de desperdicio que se están presentando en la obra Villas de San

Patricio. Se escoge la actividad más crítica y se realiza un cuidadoso análisis de las posibles causas.

Para poder establecer dichas causas es necesario conocer que clase de industria es la construcción, como se desarrolla, cuales son sus principios y métodos con los que se rige. Se debe tener conocimiento también del Enfoque Basado en Procesos según la Norma ISO 9000:2000, de nuevas metodologías de calidad como son el Kaisen que involucra la Técnica del Justo a Tiempo y la aplicación de las cinco eses. Toda esta información se puede consultar en el literal 4.1.

Para desarrollar dicho análisis se requiere de una buena observación y de registro fotográfico de todos los movimientos que se realicen en el proceso de fundida. Las fotografías son una gran herramienta pues permiten recordar y ver detalles que no son perceptibles en el momento de la acción.

Teniendo como base los registros tomados, se determinan las causas que están generando desperdicio teniendo en cuenta a que se le llama desperdicio según la técnica del Justo a Tiempo, pueden ser muchas, pero es en este momento donde la astucia del observador podrá determinar cual es la causa más importante ya sea por medio de cálculos realizados o de conceptos vistos durante la acción.

Como ya se tiene el problema principal identificado, se debe dar solución alguna, con el fin de hacer los procesos más eficientes y por consiguiente disminuir costos adicionales en el presupuesto inicial.

En el momento de proponer la solución se debe estudiar el impacto que sufre el presupuesto, se debe analizar si es una solución viable o simplemente si no se puede corregir y asumir ese desperdicio como parte del sistema constructivo.

Estos pasos constituyen una pequeña guía que puede ser utilizada en el evento que se esté detectando desperdicios en un proyecto determinado.

4.2.1. DIAGRAMA DE PARETO

Para realizar este diagrama se tuvo que tomar el presupuesto total de la obra, ordenarlos en forma descendente, es decir, de la actividad que genera mayor costo a la que genera el menor.

Luego se determina el porcentaje de incidencia que se halla por medio de la relación ente el costo de la actividad y el costo total del presupuesto. Para realizar la gráfica se debe presentar la incidencia acumulada dependiendo de la actividad que se esté contemplando (ver tabla 2).

En la primera columna se encuentra la actividad con su respectivo puesto numerado, en la tercera columna se observa el porcentaje de incidencia por cada actividad y en la última dicho porcentaje acumulado.

Tabla 2: Actividades para el Diagrama de Pareto.

| Actividad No. | | % incid. | % Acum |
|---------------|-------------------------------|----------------|--------|
| | VIVIENDA | 100,00% | |
| 1 | ESTRUCTURA | 23,18% | 23,2% |
| 2 | MUROS | 13,76% | 36,9% |
| 3 | PISOS | 13,66% | 50,6% |
| 4 | CIMENTACION | 8,68% | 59,3% |
| 5 | INSTALACION ELECTRICA | 6,61% | 65,9% |
| 6 | CARPINTERIA METALICA | 5,81% | 71,7% |
| 7 | INSTALACIONES SANIT. E HIDRA. | 5,27% | 77,0% |
| 8 | PAÑETES | 4,53% | 81,5% |
| 9 | ADMINISTRACION | 3,62% | 85,1% |
| 10 | APARATOS SANITARIOS | 2,90% | 88,0% |
| 11 | CUBIERTA | 2,55% | 90,6% |
| 12 | VARIOS | 2,21% | 92,8% |
| 13 | DESAGÜES E INSTALAC. SUBTERR. | 2,20% | 95,0% |
| 14 | PINTURA | 1,25% | 96,2% |
| 15 | CARPINTERIA DE MADERA | 1,14% | 97,4% |
| 16 | ENCHAPES Y ACCESORIOS | 0,99% | 98,4% |
| 17 | EQUIPOS ESPECIALES | 0,78% | 99,2% |
| 18 | PRELIMINARES | 0,41% | 99,6% |

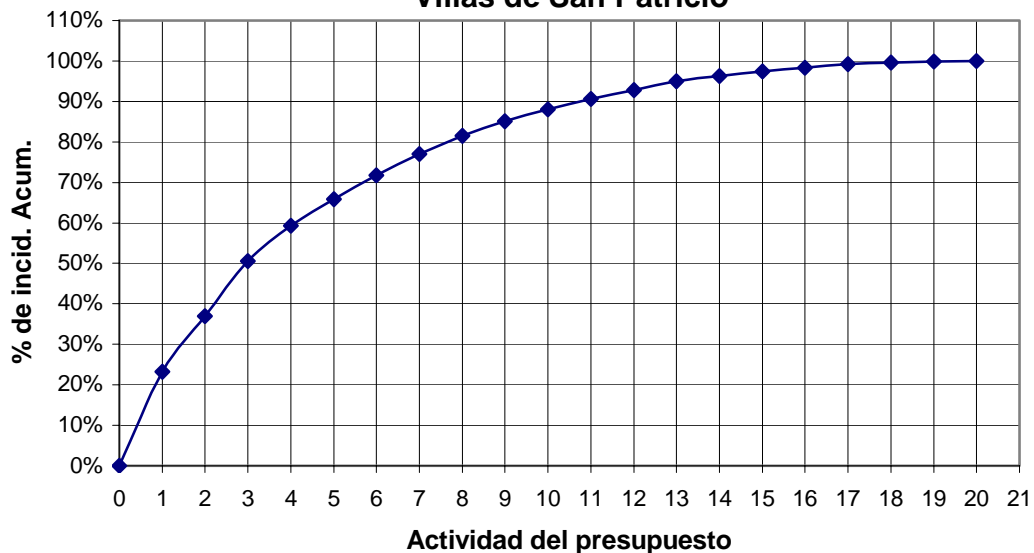
| Actividad No. | | % incid. | % Acum |
|---------------|------------|----------|--------|
| 19 | CERRAJERIA | 0,25% | 99,8% |
| 20 | VIDRIOS | 0,18% | 100,0% |

Fuente: MARVAL S.A. 2005

Como era de esperarse el Diagrama de Pareto arrojó que las actividades que más valor tenían en el presupuesto son la estructura que hace referencia a las placas de entepiso, como segunda medida está el grouting con el que se funden los castillos, luego siguen los antepisos y por último la cimentación.

En la figura 13 se observa que el costo de las primeras actividades crece en forma acelerada y que al ir avanzando en la actividad, el crecimiento de la línea tiende a disminuir. Se debe prestar atención a las actividades que tienen el crecimiento acelerado.

Figura 13: Diagrama de Pareto del presupuesto de la Obra Villas de San Patricio



4.2.2. DETERMINACION DE DESPERDICIO EN LAS ACTIVIDADES

El siguiente paso es el de discriminar cual es la actividad que está generando mayor desperdicio para ello se recurrieron a los datos de concretos que llegaron a la obra y se compararon con los calculados teóricamente.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es que la totalidad del concreto en todas las actividades no se ha fundido completamente, por lo tanto el resultado teórico con el que se va a comparar debe tener contemplado la misma cantidad de placas, castillos, antepisos y cimentación que están hechas en esos momentos.

A continuación se muestran las tablas de las cantidades de desperdicio de concreto que se presentó en todos los procesos que incluye este material.

Tabla 3: Porcentaje de desperdicio de los castillos

| EJE | No. CASTILLOS | | | | CANT. MORTERO (m ³) | | |
|--------------------|---------------|------|------|--------------|---------------------------------|------|----------------------|
| | No. Ejes | E 11 | E 14 | EXTR. | E 11 | E 14 | EXTR. |
| A | 52 | 7,0 | - | - | 5,0 | - | - |
| A esq T1 | 15 | - | - | 7,0 | - | - | 1,2 |
| B inter | 76 | - | - | 2,0 | - | - | 1,8 |
| B esq T1 | 15 | - | - | 3,0 | - | - | 0,5 |
| C | 91 | 4,0 | - | - | 5,0 | - | - |
| D inter | 45 | 6,0 | - | - | 3,7 | - | - |
| D esq T2 | 1 | - | - | 7,0 | - | - | 0,1 |
| 1 | 91 | - | - | 4,0 | - | - | 4,3 |
| 2 | 91 | - | 4,0 | - | - | 7,1 | - |
| 3 | 75 | 5,0 | - | - | 5,2 | - | - |
| 4 | 75 | 2,0 | - | - | 2,1 | - | - |
| 5 inter, esq T2 | 76 | 3,5 | - | - | 3,7 | - | - |
| 5 esq T1 | 14 | 8,0 | - | - | 1,6 | - | - |
| 5 esq T1 sin espal | 1 | - | - | 3,5 | - | - | 0,04 |
| | | | | Total | 26,3 | 7,1 | 7,9 |
| | | | | TOTAL | 41,3 | | m³ |

MORTERO DE CASTILLOS SEGUNDO PISO

| EJE | No. CASTILLOS | | | | CANT. MORTERO (m³) | | |
|--------------------|---------------|------|------|-------|--------------------|-------------|-----------|
| | No. Ejes | E 11 | E 14 | EXTR. | E 11 | E 14 | EXTR. |
| A | 52,0 | 8,0 | - | - | 5,6 | - | - |
| A esq T1 | 13,0 | - | - | 13,0 | - | - | 1,9 |
| B | 87,0 | - | - | 2,0 | - | - | 2,0 |
| C | 87,0 | 3,0 | - | - | 3,5 | - | - |
| D inter, T1 | 43,0 | 5,0 | - | - | 2,9 | - | - |
| D esq T2 | 1,0 | - | - | 7,0 | - | - | 0,1 |
| 1 | 87,0 | - | - | 4,0 | - | - | 4,0 |
| 2 | 87,0 | - | 4,0 | - | - | 6,6 | - |
| 3 - 4 inter | 73,0 | 5,0 | - | - | 5,0 | - | - |
| 3 - 4 esq T1 | 13,0 | 5,0 | - | - | 0,9 | - | - |
| 3 - 4 esq T2 | 1,0 | 6,0 | - | - | 0,1 | - | - |
| 5 inter, esq T2 | 74,0 | 2,5 | - | - | 2,5 | - | - |
| 5 esq T1 | 12,0 | 4,0 | - | - | 0,7 | - | - |
| 5 esq T1 sin espal | 1,0 | - | - | 2,5 | - | - | 0,0 |
| Total | | | | | 21,2 | 6,6 | 8,0 |
| | | | | | TOTAL | 35,8 | m³ |

MORTERO DE CASTILLOS TERCER PISO

| EJE | No. CASTILLOS | | | | CANT. MORTERO | | |
|--------------------|---------------|------|------|-------|---------------|-------------|-----------|
| | No. Ejes | E 11 | E 14 | EXTR. | E 11 | E 14 | EXTR. |
| A | 52,0 | 8,0 | - | - | 6,2 | - | - |
| A esq T1 | 13,0 | - | - | 13,0 | - | - | 2,1 |
| C | 87,0 | 3,0 | - | - | 3,9 | - | - |
| D inter, T1 | 43,0 | 5,0 | - | - | 3,2 | - | - |
| D esq T2 | 1,0 | - | - | 5,0 | - | - | 0,1 |
| 1 | 86,0 | - | - | 3,0 | - | - | 3,3 |
| 1 esq T2 | 1,0 | - | - | 4,0 | - | - | 0,1 |
| 2 | 86,0 | - | 4,0 | - | - | 7,2 | - |
| 3 - 4 inter | 86,0 | 5,0 | - | - | 6,5 | - | - |
| 3 - 4 esq T2 | 1,0 | 6,0 | - | - | 0,1 | - | - |
| 5 inter, esq T2 | 74,0 | 2,5 | - | - | 2,8 | - | - |
| 5 esq T1 | 12,0 | 4,0 | - | - | 0,7 | - | - |
| 5 esq T1 sin espal | 1,0 | - | - | 2,5 | - | - | 0,0 |
| Total | | | | | 23,4 | 7,2 | 5,6 |
| | | | | | TOTAL | 36,2 | m³ |

| | | |
|------------------------------|--------------|----|
| Cantidad teórica de concreto | 113,3 | M³ |
| Cantidad de concreto en obra | 113,5 | M³ |
| % de desperdicio | 0,13% | |

Tabla 5: Porcentaje de desperdicio de las placas de cubierta

PLACA DE CUBIERTA

| Tipo de casa | Cant. Teórica (m³) | No. de placas por manzana | | | | Cant. de concreto en placas (m³) | | | |
|------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----------------------------------|-----------|-------|--------|
| | | B | C | D | E | B | C | D | E |
| Intermedia | 0,672 | 15 | 20 | 20 | 18 | 10,08 | 13,44 | 13,44 | 12,096 |
| Esq T1 | 0,84 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1,68 | 3,36 | 3,36 | 1,68 |
| Esq T1 sin comp. Eje 5 | 0,855 | 1 | - | - | - | 0,855 | 0 | 0 | 0 |
| Esq T2 | 0,672 | 1 | - | - | - | 0,672 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | | 13,287 | 16,8 | 16,8 | 13,776 |
| TOTAL | | | | | | 60,663 | m³ | | |

Cantidad teórica de concreto 60,663 M³
 Cantidad de concreto en obra 61,37 M³
 % de desperdicio 1%

Tabla 6: Porcentaje de desperdicio del antepiso

ANTEPISO

| Tipo de casa | Cant. Teórica (m³) | No. de placas por manzana | | | | Cant. de concreto en placas (m³) | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------|----|----|----|----------------------------------|-----------|-------|-------|
| | | B | C | D | E | B | C | D | E |
| Intermedia, Esq T1 y Esq T2 | 1,88 | 19 | 24 | 24 | 24 | 35,72 | 45,12 | 45,12 | 45,12 |
| TOTAL | | | | | | 171,08 | m³ | | |

Cantidad teórica de concreto 171,08 M³
 Cantidad de concreto en obra 182 M³
 % de desperdicio 6%

Tabla 7: Porcentaje de desperdicio de la cimentación

| CIMENTACION | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|----------------|---------------|---------------|----------------------------|----|----|----|----|------------------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| Eje | Dimensiones | | Zapata (m³) | Largo (mt) | TOTAL (m³) | No. De ejes por Manzana | | | | | Total concreto en obra por Manzana | | | | |
| | (mt) | (mt) | | | | A | B | C | D | E | A | B | C | D | E |
| A | 0,25 | 0,3 | | 6,90 | 0,518 | 7 | 13 | 18 | 18 | 18 | 3,62 | 6,73 | 9,32 | 9,32 | 9,32 |
| B | 0,2 | 0,3 | | 3,00 | 0,180 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 1,98 | 3,42 | 4,32 | 4,32 | 4,32 |
| B | 0,2 | 0,3 | | 2,00 | 0,120 | | | 20 | | | 0,00 | 0,00 | 2,40 | 0,00 | 0,00 |
| C | 0,15 | 0,3 | | 2,75 | 0,124 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 1,36 | 2,35 | 2,97 | 2,97 | 2,97 |
| D | 0,25 | 0,3 | | 7,90 | 0,593 | 5 | 9 | 12 | 12 | 12 | 2,96 | 5,33 | 7,11 | 7,11 | 7,11 |
| 1 | 0,2 | 0,3 | | 2,60 | 0,156 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 1,72 | 2,96 | 3,74 | 3,74 | 3,74 |
| 1' | 0,15 | 0,3 | | 1,00 | 0,045 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 0,50 | 0,86 | 1,08 | 1,08 | 1,08 |
| 2 | 0,25 | 0,3 | | 3,60 | 0,270 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 2,97 | 5,13 | 6,48 | 6,48 | 6,48 |
| 3 | 0,2 | 0,3 | | 2,20 | 0,132 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 1,45 | 2,51 | 3,17 | 3,17 | 3,17 |
| 4 | 0,15 | 0,3 | | 1,45 | 0,065 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 0,72 | 1,24 | 1,57 | 1,57 | 1,57 |
| 5 | 0,2 | 0,3 | | 3,80 | 0,228 | 7 | 10 | 12 | 12 | 12 | 1,60 | 2,28 | 2,74 | 2,74 | 2,74 |
| D esq T2 | 0,25 | 0,3 | 0,256 | 6,95 | 0,777 | 1 | 1 | | | | 0,78 | 0,78 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | | | | | | | | | | | 19,65 | 33,59 | 44,89 | 42,49 | 42,49 |
| TOTAL | | | | | | | | | | | 183,10 | M3 | | | |

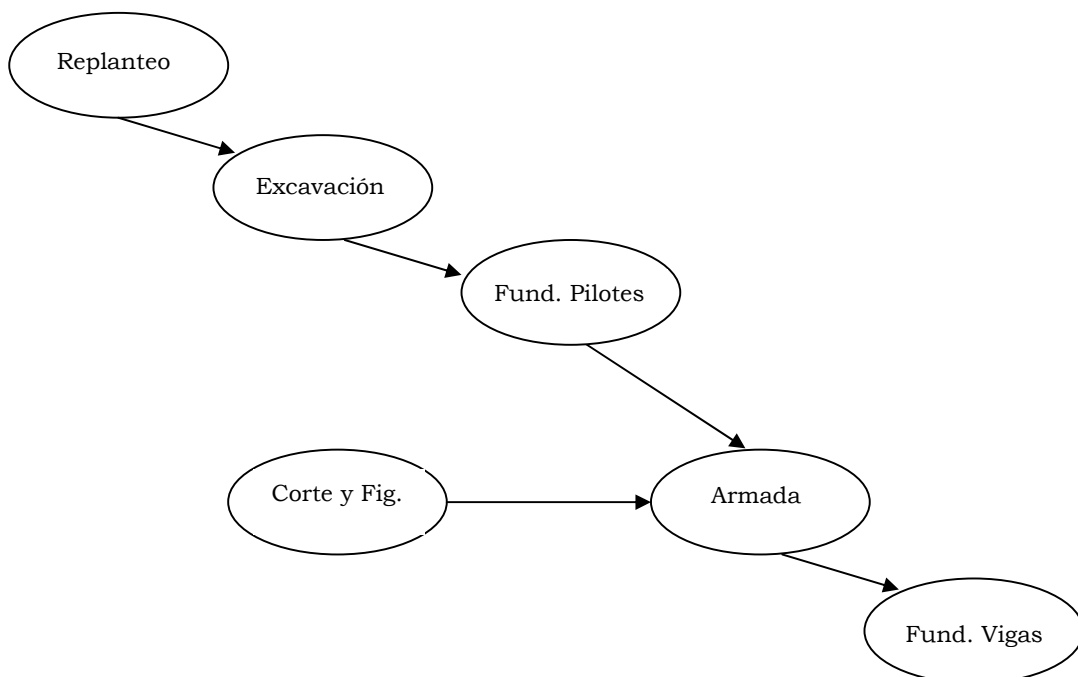
Cantidad teórica de concreto 183,103 m³
 Cantidad de concreto en obra 209,75 m³
% de desperdicio 15%

4.2.3. EVALUACION DEL PROCESO CRÍTICO: CIMENTACIÓN

Tal y como se vio en la Tabla 7, la actividad que está generando mayor cantidad de desperdicio es la cimentación, pues mostró un resultado del 15% cantidad adicional que no está contemplada en el presupuesto inicial de la obra Villas de San Patricio, por lo tanto el análisis de las posibles causas se concentrará en este ítem.

Como primera medida es importante conocer el diagrama de actividades previas a la fundida (ver figura 14), esto permitirá ampliar la perspectiva del problema y enfocarlo desde diversos puntos de vista. Además permite observar no sólo problemas en cuanto a desperdicio sino que puede mostrar falencias durante todo el proceso que abarca la cimentación que parte desde la excavación para terminar en el vaciado y terminación del concreto.

Figura 14: Diagrama de flujo del proceso de cimentación



- **REPLANTEO**

Se realiza mediante un levantamiento topográfico realizado ya sea con aparatos o manualmente (cintas, reglas, plomadas, etc), en donde se marcan las estacas de las respectivas esquinas de la manzana o vivienda. Una vez ubicadas las estacas se procede a localizar los respectivos ejes y pilotes (para este tipo de suelo), que quedan demarcados por medio de hilos para los ejes y una señalización especial para la localización de los pilotes.

- **EXCAVACION PILOTES**

Con la demarcación que se realizó en el replanteo, se inicia la excavación manual de los pilotes los cuales se profundizan hasta que se encuentre el terreno competente, en este caso está a una profundidad en promedio de 2 mt.

- **FUNDIDA PILOTES**

El concreto con que se funden los pilotes, tiene una resistencia de 2500 PSI y un tamaño de agregado de 1 ½". En la mayoría de los casos se disminuye la cantidad de concreto simple debido a que se introducen piedra rajón en el momento de la fundida (concreto ciclópeo).

- **EXCAVACION VIGAS DE CIMENTACION**

Partiendo del replanteo, se hace la excavación a mano de las vigas de cimentación, teniendo en cuenta respectivamente el ancho, longitud y profundidad presentados en el diseño (ver fotografía 16). Se requiere de una exactitud buena pues será el mismo suelo de fundación el que servirá como formaleta.

Fotografía 16: Excavación de las vigas de cimentación



Fuente: Obra Villas de San Patricio

- **CORTE Y FIGURADO**

Esta actividad tiene como finalidad armar la estructura de las vigas de cimentación siguiendo las especificaciones técnicas del diseño en cuanto al refuerzo principal que se ubica longitudinalmente como al refuerzo de cortante que son los mismos estribos.

- **ARMADA CIMENTACION**

Teniendo la excavación y las canastas de las vigas hechas, se procede a instalar la estructura teniendo en cuenta aspectos importantes como:

Un recubrimiento óptimo que se logra aislando el refuerzo de las vigas del suelo, esto se logra mediante panelas o si hay ausencia de ellas se emplean fragmentos de bloques o piedras.

Dejar el hierro para el arranque de los castillos (refuerzo vertical de la mampostería) embebido en la armadura de la cimentación.

Revisar que la armadura tenga el correspondiente refuerzo que está especificado en los planos estructurales.

En la siguiente fotografía se puede apreciar la excavación realizada para esta actividad y las canastas de las vigas previamente a su instalación.

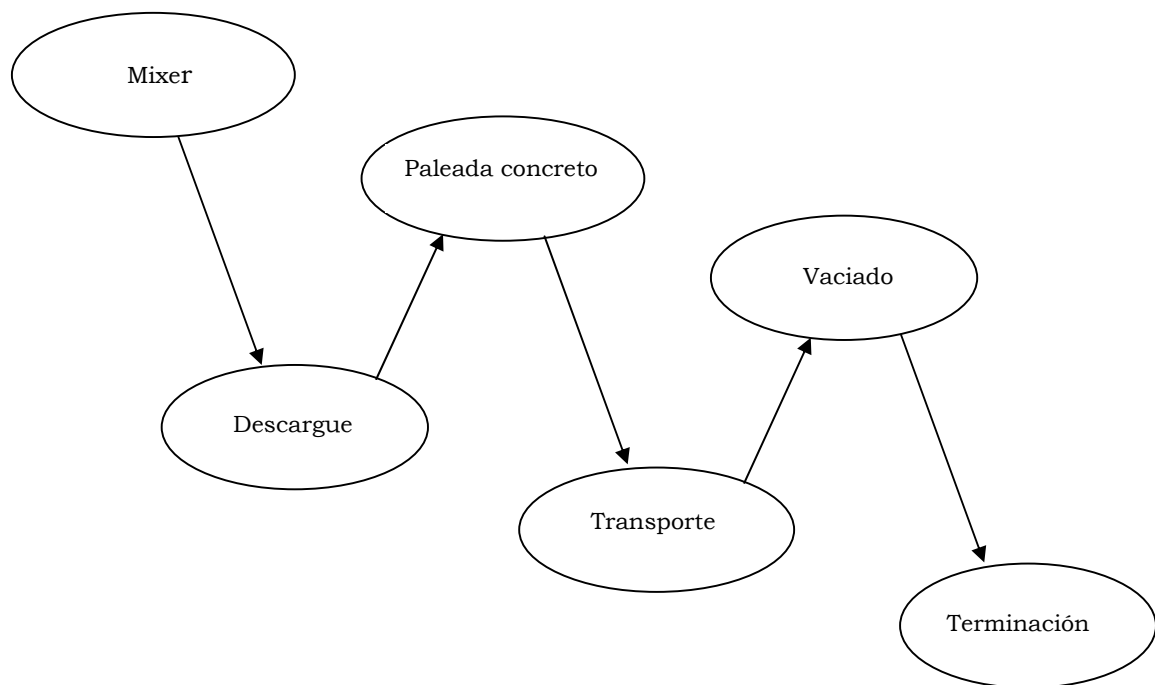
Fotografía 16: Panorámica de la armada de la cimentación



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Al tener todos los elementos de la cimentación en orden se inicia el proceso de fundida de la cimentación, el cual abarca todos los movimientos realizados desde que llega el mixer con el concreto a la obra hasta que se le da la terminación al mismo. A continuación se muestra un diagrama de flujo sobre el recorrido que hace el concreto.

Figura 15: Diagrama de flujo del concreto



- **FUNDIDA VIGAS**

Esta labor es de gran cuidado ya que el objetivo principal es tener una estructura excelente y el menor porcentaje de desperdicio de concreto, por lo tanto, el personal encargado debe tener cierta experiencia en este proceso.

Se inicia en el momento en el que el mixer llega a la obra (ver fotografía 17), mientras tanto se disponen las bateas para que el concreto sea vaciado en ellas, éstas se deben ubicar en un sitio estratégico, de tal forma que sea cercano al sitio de fundida pero teniendo en cuenta la disponibilidad de acceso del mixer.

Una vez descargado el concreto, se procede al transporte del mismo, es decir, llevarlo desde las bateas hasta la excavación de las vigas, se hace por medio de carretillas, las cuales se llenan por medio de paladas de concreto.

Fotografía 17: Vaciado del concreto a las bateas



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Se debe tener cuidado en el transporte hecho con las carretillas ya que su mala manipulación genera desperdicio pues el concreto es derramado en muchas ocasiones al tratar de maniobrarlas, además éstas deben ser transportadas por medio de tablas colocadas en el piso para la facilidad de acarreo del material.

En el momento del vaciado se debe tener cuidado que el concreto sea vibrado el tiempo necesario, ya que esto nos garantiza que no haya segregación del agregado y que se logre un buen recubrimiento en todos los lugares de la cimentación.

Finalmente se hace la terminación que consiste en medir los niveles de la superficie del concreto y corroborarlos con los del diseño (ver figura 18). Para darle un acabado liso a las vigas se utiliza la llana de madera.

Fotografía 18: Cimentación una vez se ha terminado la fundida



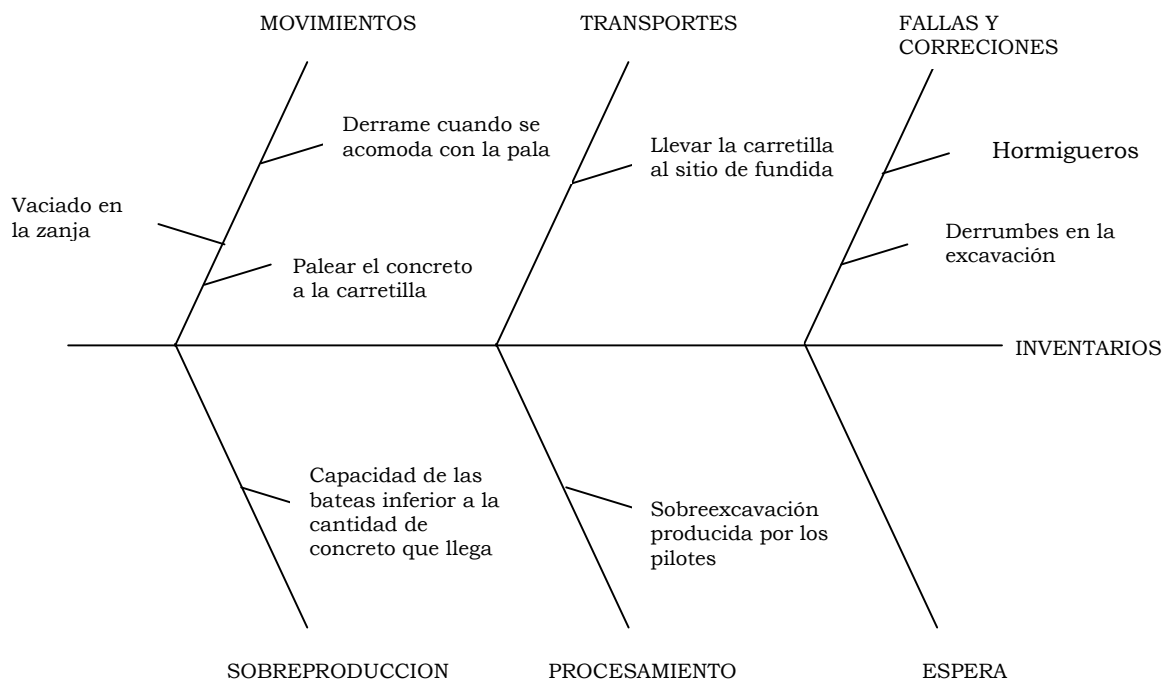
Fuente: Obra Villas de San Patricio

4.2.4. CAUSAS DE DESPERDICIO DE LA ACTIVIDAD CRÍTICA

Partiendo de las diversas clases de desperdicio presentados en la técnica del Justo a Tiempo del literal 4.1.5.2. se analizaron y se observaron algunos de ellos durante el proceso de fundida de la cimentación.

Para poder identificarlos cada uno de ellos, se realizó un diagrama de espina de pescado basado en el registro fotográfico (Ver figura 16), el cual muestra que un problema se produce por muchas circunstancias que reunidas terminan afectando de manera crítica a un proceso determinado.

Figura 16: Diagrama de espina de pescado de los desperdicios



En los desperdicios de movimiento, se encuentra el producido cuando se palea de la batea a la carretilla (Ver fotografía 19), muchas veces se realizan movimientos poco coordinados que termina en derrame de concreto, como lo son el sacar la pala con cantidad de concreto superior a la capacidad de ésta y el exceso de material que se adhiere en la parte inferior de la pala cada vez que ésta se introduce en la batea.

Fotografía 19: Desperdicio por movimiento



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Cuando el concreto es vaciado en la zanja se produce desperdicio de este material (Ver fotografías 20. 21), ya que para realizar esta labor se requiere de personal con capacidades físicas para que puedan maniobrar la carretilla en el momento de realizar esta actividad.

Fotografía 20: Vaciado del concreto en la zanja



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía 21: Desperdicio por el vaciado con carretilla del concreto



Fuente: Obra Villas de San Patricio

El siguiente desperdicio producido por movimiento es el de reacomodar el concreto que se ha vaciado en la zanja. En el momento de la fundida de la cimentación, las carretillas depositan el material en un lugar determinado hasta acumular cierta cantidad que después será distribuida por medio de movimientos producidos con ayuda de las palas. Si no se tiene especial cuidado, al realizar esta labor se puede derramar concreto, ya que éste se desboca de la zanja de la cimentación.

Otra clase de desperdicio es el de transporte y se origina en el momento de llevar el concreto desde la batea hasta la zona de fundida por medio de carretillas. Para esta actividad se necesita acondicionar el terreno (eliminar obstáculos en el camino) ya sea colocando tablas de madera u otros elementos que ayuden a mejorar la maniobra que se realiza en esta actividad.

En fallas y correcciones aparecen desperdicio de concreto producido por hormigueros (Ver fotografía 22), los cuales son propios del suelo de fundación, estos se producen por diversos animales que utilizan el subsuelo como vivienda y por las raíces de los árboles aledaños al terreno (Ver fotografía 23). Este desperdicio se puede disminuir al implementar láminas de icopor en éstas zonas.

Fotografía 22: Hormigueros que se presentan en el suelo de fundación



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía 23: Hormiguero producido por las raíces



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Otro desperdicio que se puede clasificar en fallas y correcciones es el derrumbe del terreno en las zanjas de la cimentación (Ver fotografía 24), producidos por la mala capacidad portante del suelo o porque se instalan elementos pesados en los bordes de éstas.

Fotografía 24: Derrumbe en la zanja de la cimentación



Fuente: Obra Villas de San Patricio

En los desperdicios de sobreproducción se encontró falencia en el momento del vaciado del mixer, pues se instalaban bateas con capacidades inferiores a las programadas para la fundida, para ello es necesario cerciorarse que las capacidades tanto de las bateas como de las cantidades de concreto que llegan a la obra sean las mismas.

Para finalizar se encuentra el desperdicio producido por procesamiento, cuyo ejemplo es el de la sobreexcavación de los pilotes (Ver fotografía 25).

Fotografía 25: Sobreexcavación producida por los pilotes



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Una vez fundido los pilotes, se realiza la excavación de las vigas de cimentación, las cuales descansan sobre éstos elementos. Debido a ésta característica, se genera un volumen de suelo en forma circular que ha sido excavado previamente (volumen correspondiente al de los pilotes) que desafortunadamente no se ha formaleteado, produciendo de esta manera mayor consumo de concreto del calculado teóricamente. A continuación se presenta una tabla en donde se muestra la cantidad de concreto adicional que se necesito en el proceso de la fundida de la cimentación.

Tabla 8: Porcentaje de desperdicio de concreto producido por los pilotes

| Eje | Cant. Concreto | No. De ejes por Manzana | | | | | Cant. De concreto desperdiciado | | | | |
|------------|----------------|-------------------------|----|----|----|----|---------------------------------|------|-------|-------|----------------|
| | | A | B | C | D | E | A | B | C | D | E |
| A sin esp. | 0,102 | 1 | 1 | - | - | - | 0,10 | 0,10 | - | - | - |
| D sin esp. | 0,0309 | 1 | 1 | - | - | - | 0,03 | 0,03 | - | - | - |
| C | 0,0312 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 0,34 | 0,59 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| B | 0,0297 | 11 | 19 | 24 | 24 | 24 | 0,33 | 0,56 | 0,71 | 0,71 | 0,71 |
| A | 0,09075 | 6 | 12 | 18 | 18 | 18 | 0,54 | 1,09 | 1,63 | 1,63 | 1,63 |
| D | 0,0258 | 5 | 9 | 12 | 12 | 12 | 0,13 | 0,23 | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| Total | | | | | | | 1,48 | 2,61 | 3,40 | 3,40 | 3,40 |
| | | | | | | | | | TOTAL | 14,30 | m ³ |

Según la Tabla 8 se presentaron 14.30 m³ adicionales de concreto lo que corresponde a un 8.30% de desperdicio producido por no utilizar formaleta en los pilotes, este valor permite llegar a la conclusión que este fenómeno es la principal causa de despilfarro de concreto en la Obra Villas de San Patricio, por lo tanto es necesario buscar una solución viable a este problema.

4.2.5. SOLUCION DEL PROBLEMA

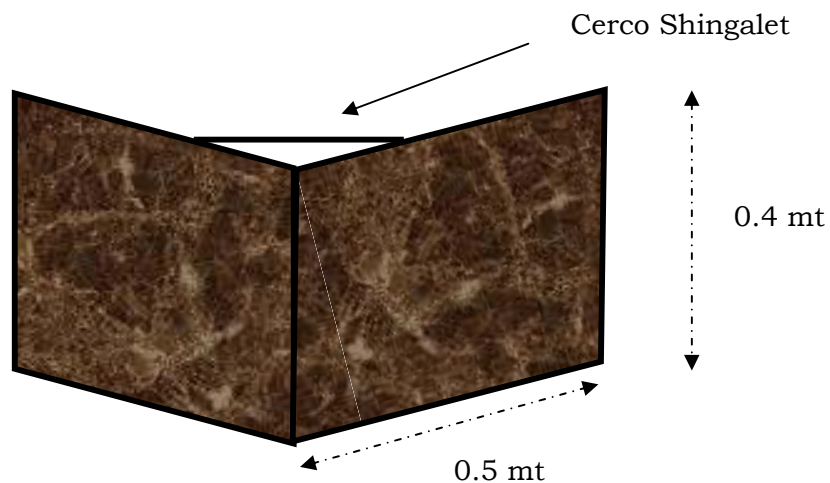
Una vez detectada la causa principal que genera desperdicio, se inicia un análisis para determinar una posible solución. Debido a que el problema es la falta de formaleta la alternativa más efectiva es la de buscar una (ya sea en madera o en metal,) que se acomode a las condiciones de la cimentación.

Según registros llevados en obra, se tiene un ritmo de trabajo de dos viviendas por fundida, las cuales tienen catorce pilotes, cuyas vigas necesitan de formaleta en las esquinas para optimizar el proceso. Partiendo de este principio se realizó una comparación entre dos tipos de éstas de diferente material y la incidencia en el costo que tiene el desperdicio de concreto producido en la cimentación

- **FORMALETA EN MADERA**

Esta formaleta se fabricará en la obra con tabla Tolua que tiene las dimensiones de 40 cm x 2.5 cm x 3.0 mt. y un valor de \$110.200. Las dimensiones de la formaleta sería:

Figura 17: Esquema de la formaleta en madera



Como se observa en la figura sería necesario 1 mt de madera por cada esquina de las vigas que descansan sobre el pilote, por lo tanto se requiere de 4 mt por cada unidad de éstos.

En total se requieren de 56 mt lineales de madera, lo que corresponde a 19 tablas, adicionalmente se necesitan 3 libras de puntillas de 1 ½" y 6 cercos shingalet de 3 cm x 3 cm x 3.0 mt, cortados cada 30 cm, esto con el fin de dar mayor resistencia a la formaleta (ver tabla 9).

Tabla 9: Valor de la cotización de la formaleta en madera

| MATERIAL | UNIDAD | CANTIDAD | V.R. UNIT | V.R. TOTAL |
|-----------------|---------------|-----------------|------------------|------------------------|
| Tabla Tolua | Und | 19 | \$ 110.200,00 | \$ 2.093.800,00 |
| Cerco Shingalet | Und | 6 | \$ 2.900,00 | \$ 17.400,00 |
| Puntilla 1 1/2" | Lb | 3 | \$ 1.501,00 | \$ 4.503,00 |
| | | | TOTAL | \$ 2.115.703,00 |

Según esta cotización se necesitan de \$2.115.703 para todo el proyecto (110 viviendas) lo que corresponde a \$19.234 por inmueble ya que se estima que la vida útil de esta formaleta sería esta cantidad aproximadamente, pues los materiales con los que serán fabricadas son biodegradables y a medida que se utilicen van perdiendo sus propiedades.

- **FORMALETA METALICA**

Esta formaleta tiene la propiedad de tener una vida útil de aproximadamente 300 viviendas (según expertos en el tema), lo que sería una ventaja pues se reutilizaría en diferentes proyectos.

La formaleta metálica consta de dos perfiles en "C" unidos con soldadura y una corbata cuya función es la de separar a dos formaletas que se estén enfrentando una longitud deseada. Las dimensiones son:

Figura 18: Esquema de la formaleta metálica

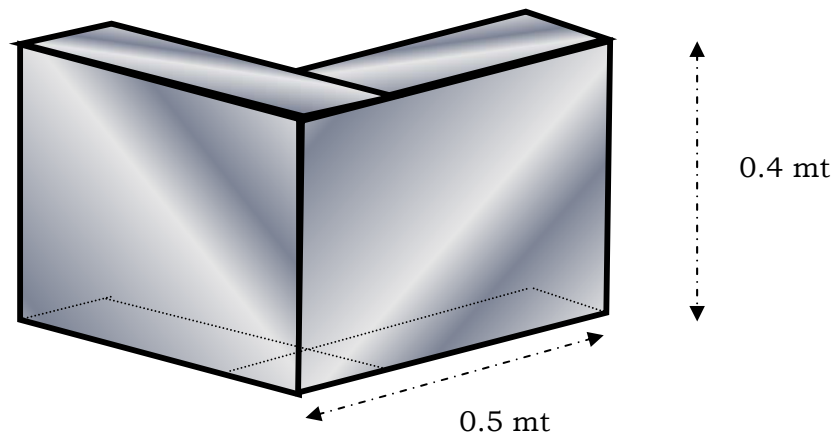
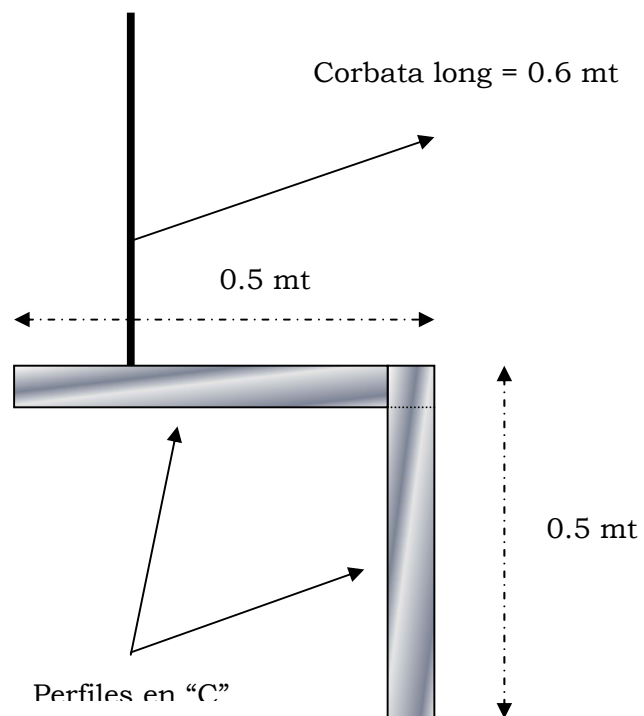


Figura 19: Vista en planta de la formaleta metálica



La cotización de este elemento es de \$238.200 por pilote, lo que genera un costo de \$3.334.800 para todo el proyecto, debido a que la vida útil de esta es mayor, se origina un costo de \$11.116 por cada inmueble.

La cantidad de concreto que se desperdició en el proceso de fundida de la cimentación es de 14.30 m³. El metro cúbico de concreto tiene un valor de \$183.0000, lo que corresponde a un sobre costo de \$2.616.900 en todo el proyecto (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Costo del concreto que se desperdició

| Vol. de desperdicio (m ³) | V.R. Unit. | No. de viv. | V.R. por casa |
|---------------------------------------|---------------|-------------|---------------|
| 14.30 | \$ 183.000,00 | 110 | \$ 23.790 |

Tal y como se observa en la anterior tabla el valor del concreto desperdiciado por vivienda es mayor al precio de la formaleta metálica y de madera, lo que permite concluir que es mejor emplear la solución propuesta que el de asumir el costo adicional producido por el desperdicio de concreto.

- **VENTAJAS DE LA FORMALETA METALICA.**
- Más económica con respecto a la de madera y al costo del concreto que se desperdicia en obra.
- Mayor vida útil en comparación con la de madera.
- Menor manejo en el proceso de fundida pues por medio de las corbatas se logra el ancho exacto de la viga de cimentación.
- Por ser de metal es más fácil limpiarla de los residuos de concreto que puedan quedar después de la fundida.
- Son más resistentes

5. CONCLUSIONES

Se concluye que la actividad que genera mayor desperdicio de concreto es la actividad de la cimentación. Se descubrieron muchos factores que ayudaron a que esta situación se presentara, como lo son el mal manejo de las carretillas en el momento de transportar el material al sitio de la fundida, movimientos inadecuados para vaciar la carretilla en la zanja de cimentación, desperdicio por palear el concreto desde la batea hasta la carretilla, derrame del material en el momento de reacomodarlo dentro de la zanja, capacidades de las bateas inferiores a la capacidad con la que llega el mixer en el momento de la fundida, hormigueros en el suelo de fundación, derrumbes en los bordes de las zanja y sobreexcavación de los pilotes.

La causa más crítica es la de la sobreexcavación de los pilotes, la cual tiene un desperdicio del 8.30 %, producido porque no se formaletan los cruces de las esquinas de las vigas que descansan sobre ellos.

Debido a los cálculos realizados en la comparación del costo del concreto desperdiciado y el valor de fabricar una formaleta se obtuvo que el mejor método de combatir el alto desperdicio producido por los pilotes es el de utilizar formaleta ya sea metálica o de madera, la cual se instalará en las esquinas de la cimentación en los lugares en donde ocurra sobreexcavación.

El desperdicio que produce la cimentación sin incluir la sobreexcavación de los pilotes es del 6.70%, el cual se puede disminuir teniendo en cuenta las otras causas de desperdicio y planteando posibles soluciones tales como el utilizar láminas de icopor para disminuir el efecto de los hormigueros, el utilizar de tablas para el transporte de las carretillas, instalar en el sitio de fundida bateas con capacidades superiores al volumen de fundida, tener especial cuidado en el rieque y conformación del concreto en la zanja de cimentación y evitar colocar elementos pesados en los bordes de la zanja con el fin de evitar derrumbes, etc.

El costo de la formaleta en madera comparado con el costo de concreto desperdiciado produce un ahorro del 24%. Además se debe pensar que ésta se debe fabricar en la obra, que su vida útil es menor y que debido a las propiedades del material no sería tan resistente como la formaleta metálica.

Dentro de las alternativas de solución, la más viable es la de utilizar formaleta metálica, ya que por su vida útil (más larga) es posible reutilizarla en proyectos similares. Dicha formaleta en comparación con el costo del volumen de concreto desperdiciado produce un ahorro cerca del 56 %.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistentes. Tomo 2. Título C: Concreto estructural. Santa Fé de Bogotá: AIS, 1998. p. 336 (NSR – 98).

BALLAR, Glenn y HOWELL, Greg. What kind of production is construction?.[en línea]. Guarujá Brazil: Proceedings IGLC' 98. Disponible en internet: <<http://www.leanconstruction.org/pdf/BallardAndHowell.pdf>>

BOTERO BOTERO, Luis Fernando y ÁLVAREZ VILLA, Martha Eugenia. Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). En: REVISTA Universidad EAFIT. Vol 40, No. 136 (2004); p. 50-64.

BROCKA Bruce y BROCKA Suzanne M. Quality Management. Agosto 1994. p. 329-331.

ESCALONA, Iván. Introducción al Justo a Tiempo (Just In Time) [en línea]. México: Ingeniería Industrial. UPIICSA – IPN. Disponible en internet: <<http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/introjit.htm>>

HAY, Edward J. Justo a Tiempo. Bogotá: Editorial Norma, 1989. p. 17-18

HOWELL, Gregory A. What is Lean Construction – 1999. [en línea]. USA: University of California. [citada 26 – 28 Julio 1999]. Disponible en internet: <<http://www.leanconstruction.org/pdf/Howell.pdf>>

LEFCOVICH, Mauricio. Kaisen. [en línea]. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos15/sistema-kaizen/sistema-kaizen.shtml>>

_____. El Kaisen aplicado a la industria de la construcción. [en línea]. Disponible en internet: <<http://www.monografias.com/trabajos16/kaizen-construccion/kaizen-construccion.shtml>>

MARVAL S.A. Construcción con Calidad y Proyección Humana [en línea]. Bucaramanga (Colombia): Grupo Condor, 2005 [citada 24 sep, 2005]. Disponible en internet: <<http://www.marval.com.co> >

_____. Instructivos: Plan de control de calidad de materiales. Bucaramanga: MARVAL, 2004. 5 P. (I – Ing – 013 V10)

_____. Plan de calidad: Urbanización Villas de San Patricio. Bucaramanga: MARVAL, 2004. 5 P. (PC – Ing – 050 V01)

_____. Manual de Calidad: Mapa y caracterización de procesos. Bucaramanga: MARVAL, 2005. (MC – CAL 001)

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.1

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.2

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.3

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.4

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.5

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.6

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.7

_____._____ Bucaramanga: MARVAL, 2005. Cap. 6.8

MEJIA AGUILAR, Guillermo. Planeación de operación en obras de construcción [presentación en pdf]. Bucaramanga: el autor, 2005. p. 55

NORMA ISO 9000:2000. p. 31-35

REY SOTO, Alvaro. Laboratorio de resistencia de materiales. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1996. p . 72

SERPELL B, Alfredo. Administración de operaciones de Construcción. 2^a edición. México: Alfaomega, 2003. p. 29

TOMLINSON, M.J. Diseño y construcción de cimientos. 1 ed. España: Urmo. S.A, 1979. p. 405

Anexo A. Estándares de la Obra Villas de San Patricio.

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|---------------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| DESAGUES 1er PISO | | | | | |
| BUJE PVC PR 2 x 1 1/4 | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| BUJE PVC PR 2X1 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO 3 X 45 CXC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO SANITARIO 2 X 45 CXC | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO DE 1 1/4 X 45 PR | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO SANITARIO 3 X 90 CXC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO SANITARIO 2 X 90 CXC | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO SANITARIO 2 X 90 CXE | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO DE 1 1/4 X 90 PVC PR | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO DE 1 X 90 PVC PR | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| SIFON SANITARIO DE 3" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| SIFON SANITARIO DE 2" | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| TAPON PRUEBA DE 4" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON PRUEBA DE 3" | UND | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| TAPON PRUEBA DE 2" | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| UNION SANITARIA DE 3" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| YEE SANITARIA DE 3 X 2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| YEE SANITARIA DE 2" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| SOLDADURA PVC X 1/4 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| LIMPIADOR PVC X 1/4 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| TUBO SANITARIO DE 4" | ML | 5,4 | 189,0 | 302,4 | 102,6 |
| TUBO SANITARIO DE 3" | ML | 3,5 | 122,5 | 196,0 | 66,5 |
| TUBO SANITARIO DE 2" | ML | 8,0 | 280,0 | 448,0 | 152,0 |
| TUBO PVC PR DE 1 1/4 | ML | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TUBO PVC PR DE 1" | ML | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TUBO VENTILACION DE 3" | ML | 9,5 | 332,5 | 532,0 | 180,5 |
| LADRILLO T-1 | UND | 80,0 | 2.800,0 | 4.480,0 | 1.520,0 |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|---------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| CIMENTACION | | | | | |
| CONCRETO 2500 1 1/2 | M3 | 0,45 | 15,8 | 25,2 | 8,6 |
| CONCRETO 3000 1 1/2 | M3 | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| HIERRO DE 1/2 X 12 MTS | VARILLA | 9,0 | 315,0 | 504,0 | 171,0 |
| HIERRO DE 3/8 X 12 MTS | VARILLA | 7,8 | 271,3 | 434,0 | 147,3 |
| HIERRO DE 3/8 FIGURADO | KG | 125,0 | 4.375,0 | 7.000,0 | 2.375,0 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 10,0 | 350,0 | 560,0 | 190,0 |
| PIEDRA | M3 | 0,3 | 10,9 | 17,4 | 5,9 |
| INSTALACION DE GAS | | | | | |
| CODO DE 1/2 x 90 HG | UND | 8,0 | 280,0 | 448,0 | 152,0 |
| TEE 1/2 HG | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON COPA DE 1/2 HG | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| PEGANTE UNIFIX | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| NIPLE HG DE 1/2 x 10 CMS | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| LLAVE BOLA DE 1/2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO CALLE DE 1/2 x 90 HG | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| MAMPOSTERIA | | | | | |
| BLOQUE E-11 CORTO | UND | 1.608,0 | 56.280,0 | 90.048,0 | 30.552,0 |
| BLOQUE E-14 | UND | 152,0 | 5.320,0 | 8.512,0 | 2.888,0 |
| BLOQUE E-9 | UND | 140,0 | 4.900,0 | 7.840,0 | 2.660,0 |
| LADRILLO EXTRUBLOCK | UND | 1.060,0 | 37.100,0 | 59.360,0 | 20.140,0 |
| CEMENTO GRIS | BTO | 22,5 | 787,5 | 1.260,0 | 427,5 |
| ARENA | M3 | 4,5 | 157,5 | 252,0 | 85,5 |
| CAL | BTO | 24,0 | 840,0 | 1.344,0 | 456,0 |
| GRAFIL DE 5.5 mm | VARILLA | 143,0 | 5.005,0 | 8.008,0 | 2.717,0 |
| ALAMBRON | KG | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|----------------------------|---------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| CASTILLOS | | | | | |
| MORTERO ESTRUCTURAL | M3 | 1,3 | 45,5 | 72,8 | 24,7 |
| HIERRO DE 1/2 x 12 MTS | VARILLA | 13,0 | 455,0 | 728,0 | 247,0 |
| HIERRO DE 3/8 x 12 MTS | VARILLA | 12,0 | 420,0 | 672,0 | 228,0 |
| HIERRO DE 5/8 x 12 MTS | VARILLA | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| HIDRAULICA 1er PISO | | | | | |
| TEE 3/4 PVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE PVC 3/4 x 1/2 | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TEE PVC PR 1/2 | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO DE 1/2 x 90 PVC PR | UND | 15,0 | 525,0 | 840,0 | 285,0 |
| TAPON SOLDADO DE 1/2 PVC | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| ADAPTADOR MACHO 1/2 PVC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ADAPTADOR HEMBRA 1/2 PVC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TAPON ROSCADO 1/2 PVC | UND | 5,0 | 175,0 | 280,0 | 95,0 |
| UNION DE 1/2 PVC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TEE 3/4 CPVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE CPVC 3/4 x 1/2 | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TAPON SOLDADO DE 1/2 CPVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ADAPTADOR MACHO 3/4 CPVC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ADAPTADOR HEMBRA 3/4 CPVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TEE HG 1/2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TEE HG 3/4 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE 3/4 x 1/2 HG | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| NIPLE HG DE 1/2 | UND | 8,0 | 280,0 | 448,0 | 152,0 |
| TUBO CPVC 1/2 | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| TUBO CPVC 3/4 | UND | 0,34 | 11,9 | 19,0 | 6,5 |
| TUBO DE 1/2 PVC | UND | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO DE 1/2 x 90 CPVC | UND | 6,0 | 210,0 | 336,0 | 114,0 |
| UNION DE 1/2 CPVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|-----------------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| SOLDADURA CPVC 1/16 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| SOLDADURA PVC 1/4 | UND | 0,25 | 8,8 | 14,0 | 4,8 |
| LIMPIADOR PVC 1/4 | UND | 0,25 | 8,8 | 14,0 | 4,8 |
| | | | | | |
| DESAGUES 2o PISO | | | | | |
| TEE SANITARIA DE 3" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| YEE SANITARIA DE 3x2 | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO REVENTILADO DE 3x2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| SIFON SANITARIO DE 2" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO 2x90 CxE | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO 2x90 CxC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE DE 2 x 1 1/4 PVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO DE 1 1/4 x 90 PVC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE SANITARIO DE 2 x 1 1/2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO DE 1 1/2 x 90 CxC | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO 1 1/2 x45 CxC | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON PRUEBA DE 3" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON PRUEBA DE 2" | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TUBO SANITARIO DE 3" | UND | 0,68 | 23,8 | 38,1 | 12,9 |
| TUBO SANITARIO DE 2" | UND | 0,34 | 11,9 | 19,0 | 6,5 |
| TUBO VENTILACION DE 1 1/2 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| TUBO PVC PR 1 1/4 | UND | 0,12 | 4,2 | 6,7 | 2,3 |
| SOLDADURA PVC 1/4 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| LIMPIADOR PVC 1/4 | UND | 0,5 | 17,5 | 28,0 | 9,5 |
| UNION SANITARIA DE 1 1/2 | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| | | | | | |
| HIDRAULCA 2o PISO | | | | | |
| TUBO DE 3/4 CPVC | UND | 7 | 245,0 | 392,0 | 133,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|----------------------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| TUBO DE 1/2 PVC | UND | 17 | 595,0 | 952,0 | 323,0 |
| TEE 3/4 CPVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO DE 3/4 x 90 CPVC | UND | 3 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| TEE DE 1/2 PVC | UND | 3 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO DE 1/2 PVC | UND | 10 | 350,0 | 560,0 | 190,0 |
| UNION DE 3/4 CPVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| UNION DE 1/2 PVC | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| BUJE DE 3/4 x 1/2 CPVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| | | | | | |
| HIDRAULICA 3er PISO | | | | | |
| CODO CPVC 3/4 x 90 | UND | 4 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| TEE 1/2 PVC PR | UND | 3 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| CODO PVC 1/2 x 90 | UND | 9 | 315,0 | 504,0 | 171,0 |
| UNION DE 1/2 PVC | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TUBO CPVC 3/4 | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TUBO CPVC 1/2 | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| UNION DE 3/4 CPVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| | | | | | |
| SANITARIA 3er PISO | | | | | |
| CODO SANITARIO DE 3x2 | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| YEE SANITARIA 3x2 | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| SIFON SANITARIO DE 2" | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO DE 2x90 CxE | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CODO SANITARIO DE 2x45 CxE | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE DE 2 x 1 1/4 PVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BUJE DE 2 x 1 1/2 SANITARIO | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO DE 1 1/2 x 90 CxC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CODO SANITARIO DE 1 1/2 x 45 CxC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TEE SANITARIA DE 1/2 | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| UNION SANITARIA DE 1 1/2 | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|--|------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| CODO DE 1 1/4 PVC | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON PRUEBA DE 3" | UND | 1 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TAPON PRUEBA DE 2" | UND | 2 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| TUBO DE 1 1/2 VENTILACION (4 MTS) | UND | 0,66 | 23,1 | 37,0 | 12,5 |
| TUBO SANITARIO DE 2" | UND | 0,66 | 23,1 | 37,0 | 12,5 |
| TUBO PVC 1 1/4 (.70 cms) | UND | 0,12 | 4,2 | 6,7 | 2,3 |
| | | | | | |
| PLACAS ENTREPISO | | | | | |
| CONCRETO 3000 3/4 OUTINORD (CASA INTERMEDIA) | M3 | 5,20 | 182,0 | 291,2 | 98,8 |
| CONCRETO 3000 3/4 OUTINORD (CASA ESQUINERAA) | M3 | 7,20 | 252,0 | 403,2 | 136,8 |
| HIERRO 3/8 X 12 MTS | VA | 14,00 | 490,0 | 784,0 | 266,0 |
| HIERRO 1/2 x 12 MTS | VA | 2,00 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| HIERRO 1/4 | KG | 55,00 | 1.925,0 | 3.080,0 | 1.045,0 |
| HIERRO 5/8 X 12 MTS | VA | 2,00 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| HIERRO FIGURADO DE 3/8 | KG | 8,00 | 280,0 | 448,0 | 152,0 |
| MALLA CASA INTERMEDIA | KG | 268,56 | 9.399,6 | 15.039,4 | 5.102,6 |
| MALLA CASA ESQUINERA TIPO UNO | KG | 278,56 | 9.749,6 | 15.599,4 | 5.292,6 |
| MALLA CASA ESQUINERA TIPO DOS | KG | 325,00 | 11.375,0 | 18.200,0 | 6.175,0 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 30,00 | 1.050,0 | 1.680,0 | 570,0 |
| ACPM | GL | 6,00 | 210,0 | 336,0 | 114,0 |
| | | | | | |
| PLACA TANQUE | | | | | |
| CONCRETO 3000 3/4 | M3 | 0,75 | 26,3 | 42,0 | 14,3 |
| HIERRO 3/8 x 12 MTS | VA | 3,50 | 122,5 | 196,0 | 66,5 |
| HIERRO 1/4 | KG | 4,50 | 157,5 | 252,0 | 85,5 |
| MALLA ELECTROSOLDADA | KG | 45,00 | 1.575,0 | 2.520,0 | 855,0 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 2,00 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| | | | | | |
| APARATOS SANITARIOS | | | | | |
| SANITARIO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|--|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| LAVAMANOS NOVA | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| JUEGO DE INCRUSTACIONES | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| GRIFERIA LAVAMANOS | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| POLIFLEX LAVAMANOS-LAVAPLATOS | UN | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| VALVULAS DE REGULACION | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| LAVAPLATOS | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| MEZCLADOR LAVAPLATOS | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| MEZCLADOR DUCHA | UN | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CANASTILLA LAVAPLATOS | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| SIFON EN P | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| LLAVE DE JARDIN | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| FLOTADOR TANQUE AEREO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| TANQUE PLASTICO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| EQUIPOS ESPECIALES | | | | | |
| CUBIERTA DE EMPOTRAR HACEB REF:CG-6100 | UND | 1,00 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CITOFONO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CONTADOR DE LUZ | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| PUERTAS Y CERRADURAS | | | | | |
| PUERTA FORTEC 0.75*2.00 | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| PUERTA FORTEC 0.65*2.00 | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CERRADURA ALCOBA | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CERRADURA BAÑO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CERRADURA PTA-METALICA | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| CARPINTERIA METALICA | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|------------------------------|-------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| FRISO INTERNO | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| ARENA | M3 | 0,8 | 28,0 | 44,8 | 15,2 |
| FRISO FACHADA | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| FRISOS BAÑOS Y COCINA | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| MALLA PARA PAÑETAR | UN | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ARENA | M3 | 0,4 | 14,7 | 23,5 | 8,0 |
| BAJANTES | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| ALFAJIAS | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| INSTALACION ESCALERAS | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 3,0 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| ARENA | M3 | 0,3 | 11,2 | 17,9 | 6,1 |
| BLOQUE E-11 | UND | 30,0 | 1.050,0 | 1.680,0 | 570,0 |
| JUEGO ESCALERAS | JUEGO | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| MESON COCINA | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 1,5 | 52,5 | 84,0 | 28,5 |
| HIERRO DE 3/8 | VA | 1,5 | 52,5 | 84,0 | 28,5 |
| ARENA | M3 | 0,3 | 10,5 | 16,8 | 5,7 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|---------------------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| TRITURADO | M3 | 0,2 | 5,3 | 8,4 | 2,9 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| | | | | | |
| RUSTICOS Y RESANES | | | | | |
| CEMENTO GRIS | BTO | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ARENA | M3 | 0,3 | 11,2 | 17,9 | 6,1 |
| | | | | | |
| DINTELES | | | | | |
| HIERRO 3/8 | VA | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| | | | | | |
| VIGAS DE CUBIERTA | | | | | |
| HIERRO 3/8 x 12 MTS | VA | 5,50 | 192,5 | 308,0 | 104,5 |
| HIERRO 1/4 | KG | 30,00 | 1.050,0 | 1.680,0 | 570,0 |
| CEMENTO GRIS | BTO | 2,00 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| ARENA | M3 | 0,40 | 14,0 | 22,4 | 7,6 |
| TRITURADO | M3 | 0,10 | 3,5 | 5,6 | 1,9 |
| ALAMBRE NEGRO | KG | 3,00 | 105,0 | 168,0 | 57,0 |
| | | | | | |
| CUBIERTA | | | | | |
| TEJA ETERNIT OND. No. 8 | UN | 5,0 | 175,0 | 280,0 | 95,0 |
| TEJA ETERNIT OND. No. 10 | UN | 5,0 | 175,0 | 280,0 | 95,0 |
| CABALLETE A.C. | UN | 5,0 | 175,0 | 280,0 | 95,0 |
| CERCO 6*9*4 (CASAS INTERMEDIAS) | UN | 3,0 | 87,0 | 138,0 | 45,0 |
| CERCO 6*9*5 (CASAS ESQUINERAS) | UND | 3,0 | 18,0 | 30,0 | 12,0 |
| GANCHO PARA TEJA ETERNIT | UN | 10,0 | 350,0 | 560,0 | 190,0 |
| AMARRE | UN | 20,0 | 700,0 | 1.120,0 | 380,0 |
| CEMENTO GRIS (ENCOROSE) | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| XILAMON | LT | | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| DESCRIPCIÓN | UND | ESTANDAR | 1a ET. 35 VIV. | 2a ET. 56 VIV. | 3a ET. 19 VIV. |
|----------------------------------|-----|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ENCHAPES | | | | | |
| GRANILLA MESON COCINA | M2 | 5,5 | 192,5 | 308,0 | 104,5 |
| PERFIL PLASTICO (2,4 M) | UN | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| | KG | 25,0 | 875,0 | 1.400,0 | 475,0 |
| ENCHAPE SICILIA 20 X 30 | M2 | 5,5 | 192,5 | 308,0 | 104,5 |
| CEMENTO GRIS (ENCHAPE BAÑOS) | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| | | | | | |
| PISOS | | | | | |
| CONCRETO 2000 3/4 | M3 | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| MALLA M-84 | UND | 2,0 | 70,0 | 112,0 | 38,0 |
| CEMENTO GRIS (MORTEROS) | BTO | 12,0 | 420,0 | 672,0 | 228,0 |
| ARENA (MORTEROS) | M3 | 2,4 | 84,0 | 134,4 | 45,6 |
| CEMENTO GRIS (REALCE) | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| ARENA (REALCE) | M3 | 0,2 | 7,0 | 11,2 | 3,8 |
| PISO SICILIA GRIS 30.5 x 30.5 | M2 | 75,0 | 2.625,0 | 4.200,0 | 1.425,0 |
| PISO SICILIA CAFÉ 30.5 x 30.5 | M2 | 3,5 | 122,5 | 196,0 | 66,5 |
| CEMENTO GRIS (PEGA PISO 30 x 30) | BTO | 7,0 | 245,0 | 392,0 | 133,0 |
| ALFA LISTO (PEGA PISO 30 x 30) | KG | 150,0 | 5.250,0 | 8.400,0 | 2.850,0 |
| CEMENTO BLANCO (BRECHA PISOS) | BTO | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| BLANCO DE ZINC | KG | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| PERFIL ALUMINO | UN | 5,5 | 192,5 | 308,0 | 104,5 |
| DILATACION PLASTICA | UND | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| REJILLAS PLASTICAS 3*2 | UN | 4,0 | 140,0 | 224,0 | 76,0 |
| REJILLA METALICA DE 4" | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |
| VALVULA DE POZUELO | UN | 1,0 | 35,0 | 56,0 | 19,0 |

Anexo B. Detalle refuerzo RAM y Conectores

**ESPECIFICACIONES
MAMPOSTERIA**

1. - CARACTERISTICAS DE
LOS MATERIALES
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3000
p.s.i.) Resistencia última a la compresión del concreto
 $f_y = 175 \text{ kg/cm}^2$
 Resistencia última a la compresión del acero de refuerzo
 $f_m = 175 \text{ kg/cm}^2$
 Resistencia última a la compresión del mortero de relleno
 $f_m = 100 \text{ kg/cm}^2$
 Resistencia última a la compresión del mortero de pega
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 (60 000 p.s.i.) $e_s > 1,4\%$

Los refuerzos deben colocarse mediante espigas calculadas de acuerdo con las Normas Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98).

2. - El mortero de pega se hará según la especificación mostrada en los detalles "Caso Típico" y "Cada Bloque y Carga Retenida".

3. - Los tallos verticales y horizontales van de 10mm con tolerancia de 3 mm.

4. - Toda obra nueva debe tener ventanillo de inspección. Los ventanillos de inspección.

5. - El mortero de relleno nuevo debe ser de 3/8".

2#5mm @ 40cm

3mm @ 3/8

Mortero

CASO TÍPICO
Mortero

REF. HORIZONTAL TÍPICO

UNION EN L-2

UNION EN L-1

UNION EN T-2

UNION EN T-1

NOTA:
* LOS REFUERZOS DE LOS DETALLES T1 Y T2 O L1 Y L2 NO DEBEN COLOCARSE EN UNA MISMA HILADA.

DETALLES MUROS ESTRUCT

2#5mm @ 40cm

3mm @ 3/8

REF. HORIZONTAL TÍPICO

UNION EN L-2

UNION EN L-1

UNION EN T-2

UNION EN T-1

PLACA O VIGA

CONECTOR

REFUERZO HORIZONTAL

CONECTOR

REFUERZO HORIZONTAL

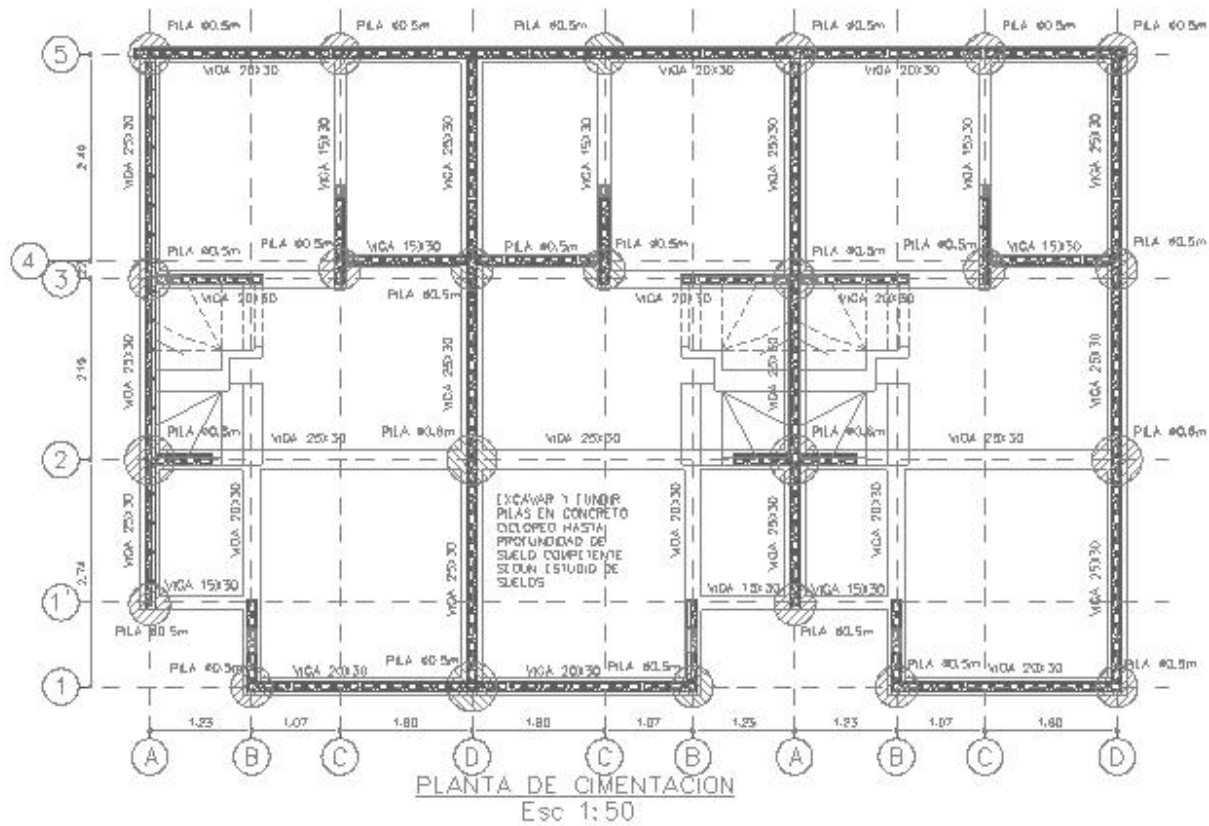
CONECTOR

POSICION REF. HORIZONTAL

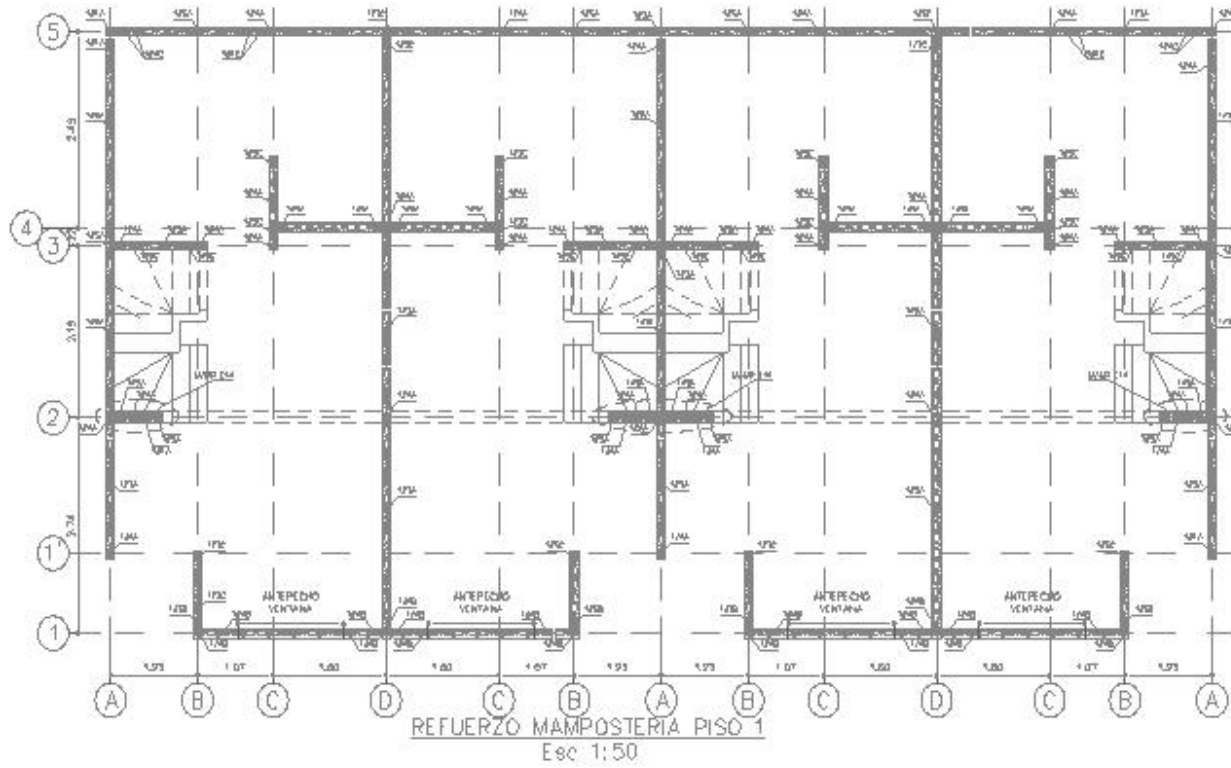
NOTA:
* LOS REFUERZOS DE LOS DETALLES T1 Y T2 O L1 Y L2 NO DEBEN COLOCARSE EN UNA MISMA HILADA.

DETALLES MUROS NO ESTRUCT

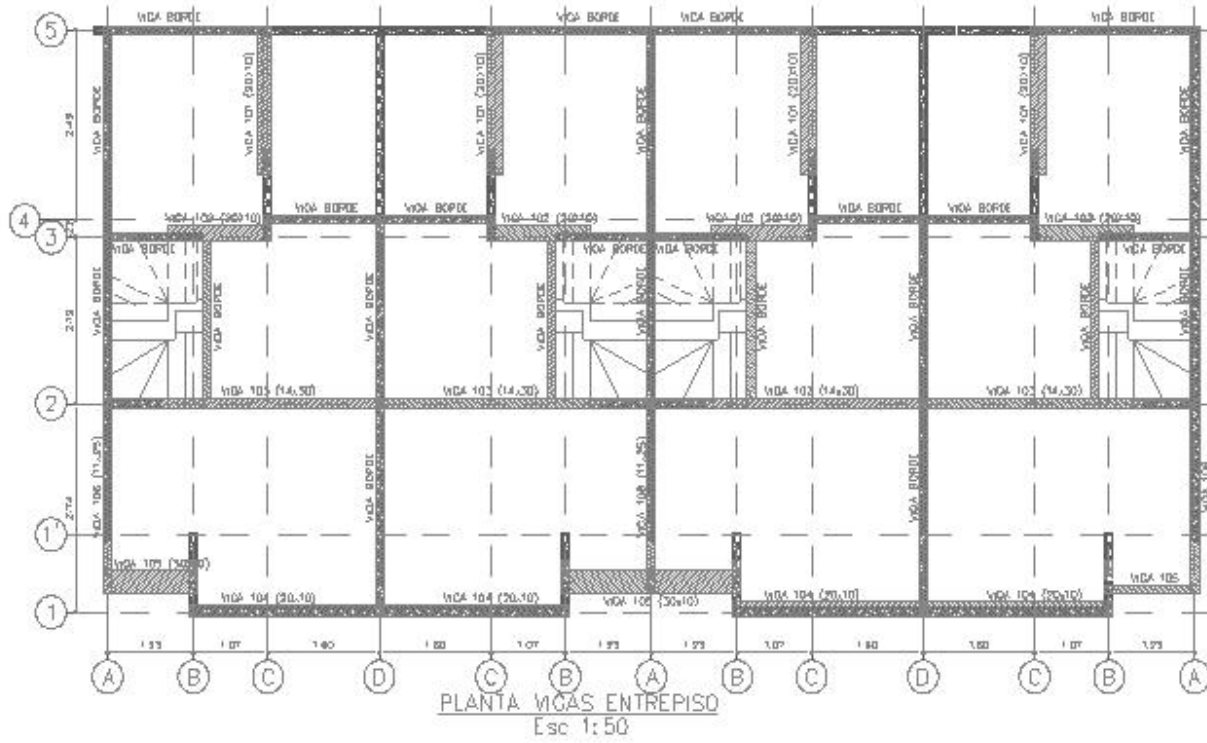
Anexo C. Planta de la cimentación



Anexo D. Planta del refuerzo horizontal de la mampostería



Anexo G. Planta Vigas de entrespiso



Anexo H. Definición de materiales utilizados en obra.

Acero: aleación de hierro y carbono que contiene menos del 1.8 % de este último elemento, susceptible de adquirir, por tratamientos mecánicos y térmicos, propiedades muy variadas y se puede utilizar como refuerzo estructural. 1

ACPM: es un combustible que se utiliza en obra sobre la formaleta antes de funfir. Su uso no permite que en el momento de desplafonar la formaleta se adhiera al concreto.

Amarre: elemento que permite la unión entre las tejas y las vigas de cubierta. Consta de un alambre que se ancla en las dos partes y de un caucho que sella el hueco producido en la teja en el proceso de la instalación.

Arena: conjunto de partículas desagregadas de las rocas, que se utilizan para la fabricación de morteros y concretos en la construcción.

Binda boquilla: es un producto blanco impermeable que se utiliza para emboquillar juntas entre baldosas, anzuelos y enchapes.

Binda extra: es un adhesivo elaborado con base en cemento de color blanco o gris, que mezclado con agua forma un material de pega que sirve para la instalación de enchapes de cerámica, porcelana sanitaria, etc.

Bloque: se compone de arcilla, tiene sus celdas estructurales verticalmente. Se utiliza en el sistema constructivo de mampostería estructural, se encuentran en diferentes tamaños como lo son E-9, E-11, E-14, Extrublock entre otras,

Caballote: se utiliza para empalmar las cubiertas de los techos cuando son a dos aguas.

Cemento gris: material de construcción, formado por una mezcla de arcilla y silicatos calcinados (silicato doble de aluminio y de calcio), que, al añadirle agua, fragua o solidifica rápidamente.

Cerco: pequeñas vigas de madera que descansan sobre la viga de cubierta para servir de soporte a las tejas de Eternit.

Codo: es un accesorio sanitario o hidráulico que desvía la tubería haciéndola girar 45 o 90 grados. Cuando se tiene la referencia de 3x90 CxC, el primer número corresponde al diámetro el segundo los grados de giro y las letras corresponden en este caso a campana por campana es decir la tubería se introduce dentro de la campana del codo en los dos sentidos. Cuando es CxE, el codo en un extremo tiene campana y en el otro no.

Concreto: es la mezcla de cemento, arena, agregado pétreo y agua que se utiliza en construcción. Puede tener diferentes tipos de resistencia dependiendo de la dosificación de los compuestos.

Cubierta de empotrar Hacob: conocida también como la estufa.

Dilatación plástica: se emplea para separa dos materiales diferentes en la terminación de los pisos.

Enchape: material hecho en cerámica utilizado para darle terminación a los pisos.

Flotador tanque aéreo: es un dispositivo que se activa una vez el tanque aéreo haya llegado a su capacidad de almacenamiento, una vez suceda esto no se permite el paso del agua.

Gancho para teja de Eternit: es una varilla que se ancla en las vigas de cubierta y ayuda a sostener la teja.

Grafil: es el refuerzo estructural de la mampostería, tiene un espesor de 5.0 mm y se ubica horizontalmente entre las brechas.

Grifería: son todos los accesorios que se utilizan para unir los puntos sanitarios con los respectivos aparatos.

Juego de incrustaciones: accesorios sanitarios conocidos comúnmente como papelera, toallero, gancho, jabonera, entre otros.

Ladrillo T-1: es el elemento con el que se hace la construcción de las cajas de inspección o de desagües. Es un ladrillo de arcilla, compacto y de aspecto rústico.

Limpiador PVC: se emplea para despejar toda clase de impurezas que se encuentren en los elementos que se van a soldar.

Llave bola de $\frac{1}{2}$: se conocen como llaves de paso y son las que no permiten que el flujo pase o se desplace a través de la tubería.

Llave jardín o llave terminal: es la llave que permite que el agua salga de la tubería se puede abrir y cerrar manualmente, se encuentra en los lavaderos y jardines.

Malla electrosoldada: se compone de varias varillas espaciadas y soldadas entre sí. Se utiliza como refuerzo para las placas y puede ser tanto superior como inferior.

Mortero estructural: es un mortero que tiene una resistencia de 2.500 PSI, se utiliza para fundir los castillos de la mampostería estructural.

Niple H.G: elementos en hierro galvanizado que resultan de dividir un tubo en pequeñas longitudes con el propósito de dejar colocados en los puntos hidráulicos y de gas mientras no se han instalado los respectivos aparatos.

Pegante Unifix: es un soldador que se utiliza en la tubería galvanizada, permite la unión de dos o más elementos sin permitir escapes de gas.

Perfil plástico o de aluminio: se emplea en los filos del enchape ya sea en las escaleras, en el mesón, etc.

Poliflex: accesorio que se asemeja a una manguera y que permite empalmar los aparatos sanitarios con los puntos hidráulicos de los mismos.

Rejillas: pueden ser plásticas o metálicas, se colocan en los sifones para impedir el paso de objetos extraños en la tubería de desagüe.

Sanitario y lavamanos: conjunto de aparatos de limpieza e higiene instalados en cuartos de baños.

Sifón: es el que capta el agua en exceso de un lugar determinado. Por medio de pendientes el agua se recoge en un solo lugar y es transportada hasta el sifón por la tubería.

Sikadur-32 primer: es un adhesivo epóxico que sirve como puente de adherencia para la pega de concreto fresco y concreto endurecido.

Soldadura PVC: sirve para adherir entre si la tubería con los diferentes accesorios.

Tanque plástico: es el que almacena agua y permite el funcionamiento hidráulico una vez que el servicio de acueducto no esté funcionando.

Tapón de Prueba: como su nombre lo dice es una tapa que no permite que los malos olores que viajan a través de la tubería lleguen al ambiente. Se coloca en donde los aparatos sanitarios no se instalan y en cambio se dejan los puntos sanitarios.

Teja de Eternit: cubierta en asbesto cemento que se coloca sobre las vigas de cubierta, sirve para proteger el interior de la casa de la lluvia y el sol.

Tubería: es el ducto que conforma la red sea hidráulica, sanitaria o eléctrica.

Unión: es un accesorio que permite unir dos tuberías de la misma clase ya sean sanitaria o hidráulica.

Válvula de Pozuelo: es la que permite desaguar la poceta de la pila.

Válvula de regulación: como su nombre lo dice es la que regula el flujo y presión del agua que alimenta el tanque del sanitario.

Xilamón: es un inmunizante para madera utilizando en los cercos de la cubierta.

Yee: se emplea para empalmar una tubería auxiliar a la conducción principal.

Anexo I. Fotos adicionales

Fotografía I1: Instalación de Silla Yee en alcantarillado.



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I2: Refuerzo de los muros de la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I3: Cinta PVC empleada en la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I4: Instalación de la Cinta PVC



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I5: Proceso de fundida de la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I6: Formaleta que se utilizó en la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I7: Formaleta que se utilizó en la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I8: Refuerzo estructural de la piscina de los niños



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I9: Alineadores de la mampostería



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I10: Malacate utilizado en el proceso de fundida de la placa



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I11: Preparación de la mezcla de pega en la mampostería



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I12: Colocación del enchape de la piscina



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I13: Figurado del hierro



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I14: Colocación del adoquín en los andenes



Fuente: Obra Villas de San Patricio

Fotografía I15: Conjunto Residencial Villas de San Patricio



Fuente: Obra Villas de San Patricio