

**PRÁCTICA PROFESIONAL COMO INGENIERO AUXILIAR RESIDENTE DE
OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE PRIMER ORDEN EN EL
DEPARTAMENTO DE SUCRE PARA LA CONSTRUCTORA MAREDU S.A.S**

RAFAEL ARTURO MOLINA HENRÍQUEZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PAMPLONA**

2019

**PRÁCTICA PROFESIONAL COMO INGENIERO AUXILIAR RESIDENTE DE
OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE PRIMER ORDEN EN EL
DEPARTAMENTO DE SUCRE PARA LA CONSTRUCTORA MAREDU S.A.S**

RAFAEL ARTURO MOLINA HENRÍQUEZ

CÓDIGO: 1065604108

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero civil

Ing. VICTOR HUGO VERJEL

DIRECTOR

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL, AMBIENTAL Y QUIMICA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

PAMPLONA

2019

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Pamplona, marzo de 2019

Agradecimientos

En primer lugar, a Dios porque siempre me ha estado guiando por el mejor de los caminos, logrando el mayor orgullo para mis padres, el de ser profesional y el mejor Ingeniero. A mis padres Ana Elena Henríquez, José Luis Molina, a mi familia y amigos quienes me han apoyado y motivado en cada proyecto que visualizo. Gratifico a los Ing. Víctor Hugo vergel y Manuel Antonio Contreras por su colaboración en la ejecución de este proyecto y formación profesional.

Agradezco a la Universidad de Pamplona, al programa de Ingeniería Civil por permitirme el ingreso a tan prestigiosa institución, por el compromiso que tienen para con nosotros preparándonos con tan alto nivel, por lo selectivos que son, al contar con profesores de gran trayectoria y experiencia siendo estos los que aportan todos sus conocimientos buscando siempre formar profesionales íntegros.

Tabla de contenido

	Pag.
Introducción.....	9
1. Objetivos.....	11
1.1 Objetivo general.....	11
1.2 Objetivo específicos.....	11
2. Marco teórico.....	12
2.1 Marco referencial.....	12
2.2 Marco teórico.....	13
2.2.1 Características del sistema tipo túnel para la construcción de viviendas.....	14
2.2.2 Posicionamiento de los sistemas industrializados.....	15
Rendimiento y Productividad.....	16
2.2.3 Tipos de rendimientos en obra referente al sistema industrializado.....	16
2.2.4 Comparación entre Construcción industrializada y sistema tradicional en mampostería aporticada.....	17
Ventajas viviendas industrializadas	17
Desventajas de la construcción industrializada	18
2.2.5 Componentes estructurales para el sistema industrializado tipo túnel.....	18
Cimentación.....	18
2.2.6 Concreto utilizado para construcción en sistemas tipo túnel.....	20
2.2.7 Concreto Outinord.....	20
2.2.8 Concreto Contech.....	21
2.3 MARCO NORMATIVO.....	22
Título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.....	22
Título C Concreto estructural.....	23
3. Desarrollo de la práctica.....	27
3.1 Aporte como ingeniero a las actividades en obra.....	27
3.2 Actividades para ejecución de un bloque compuestos por 4 viviendas.....	29
Vigas de cimentación (Bloque de 4 viviendas)	29

Losa de cimentación (para 4 viviendas)	31
Muros primer nivel 1 (4 viviendas).....	31
Losa entre piso.....	32
Muro segundo nivel.....	33
Instalación de cubierta.....	34
Instalación de alfajías.....	35
Enchape de baño.....	35
Losa de tanque.....	35
Instalación de mesones de cocina.....	35
Instalación de muros divisorios de vivienda.....	35
3.3 Cortes de obra para pagos de nómina.	37
3.4 Actividades y Cantidades de material para la construcción de Bloque de 4 viviendas.....	42
4. Conclusiones.....	45
5. Recomendaciones.....	47
Bibliografía.....	48
Referencias de informáticas.....	49

Tabla de figuras

	Pag.
Figura 1. Localización área de trabajo	12
Imagen 1 Formaleta para sistema tipo túnel	13
Imagen 2 Encofrado sistema tipo túnel	14
Imagen 3. Detalle encofrado.....	20
Imagen 4. Plano general urbanización Santa Cecilia.....	29
Imagen No. 5 Control de obra blanca.....	41
Imagen No. 6 Control de materiales.....	41

Lista de tablas

	Pag.
Tabla 1 reglamento técnico de instalaciones eléctricas anexo general.....	25
Tabla 2. Del 01 agosto al día 16 de agosto	37
Tabla 3. Del 17 agosto al día 01 de septiembre	37
Tabla 4. Del 02 septiembre al día 17 de octubre.....	38
Tabla 5. Del 18 octubre al día 1 de noviembre.....	38
Tabla 6. Del 01 noviembre al día 15 de noviembre.....	39
Tabla 7. Del 16 noviembre al día 1 de diciembre.....	39
Tabla 8. Del 01 diciembre al día 16 de diciembre.....	40
Tabla 9. Del 16 diciembre al día 04 de enero.....	40
Tabla 10 concreto estructura bloque 4 viviendas.....	42
Tabla 11 acero estructura bloque 4 viviendas.....	42
Tabla 12 sanitario bloque / 4 viviendas.....	43
Tabla 13 lavadero bloque / 4 viviendas.....	43
Tabla 14 lavaplatos bloque / 4 viviendas.....	44
Tabla 15 instalaciones eléctricas internas bloque / 4 viviendas.....	44

Introducción

La práctica empresarial como modalidad de trabajo de grado, busca la aplicación, el desarrollo y la extensión de los conocimientos, actitudes, y habilidades, previamente adquiridos en el programa académico, alcanzando las competencias y la capacidad para desempeñar las tareas y roles que se esperan de un ingeniero civil. Esto con el fin de complementar la formación integral y de cumplir con las exigencias del mercado laboral.

Debido al crecimiento de la población y a la ejecución de diversos proyectos en el área de la infraestructura esta requiere profesionales en pro del desarrollo social y económico. La ingeniería civil es una de las principales profesiones encargadas de ejercer en diversos campos que estas requieren para un proceso de desarrollo adecuado ya que esta comprende un amplio y diverso campo laboral. La supervisión de una obra es fundamental para llevar a cabo una secuencia de actividades comprendidas en el plan de desarrollo, conocer detalladamente las labores que se están prestando.

La Política de vivienda de interés social en Colombia, ha adquirido una creciente dimensión desde que se puso en marcha, pese a ello, no ha jugado hasta ahora un papel importante en la reducción del déficit de vivienda dado que la insuficiencia de recursos públicos para subsidios a la vivienda ha influido de manera importante en este resultado. Acceder a una vivienda digna es uno de los derechos fundamentales de los individuos, en Colombia este es uno de los principales problemas de política gubernamental. Existe un gran porcentaje de nuestra población que no tiene acceso a una vivienda adecuada debido a la falta de recursos para adquirir este bien.

CONSTRUCTORA MAREDU S.A.S, es una empresa contratista ubicada en la ciudad de Valledupar en el departamento del Cesar, su domicilio esta Calle 20 #11-9 piso 2. Actividad a la que se dedica la compañía es la construcción de proyectos de servicio público y privado, posee forma jurídica como Sociedad por Acciones Simplificada y es la encargada de la construcción, de 540

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Ejercer las funciones como ingeniero auxiliar residente de obra en la construcción de viviendas de primer orden en el departamento de sucre para la constructora MAREDU S.A.S

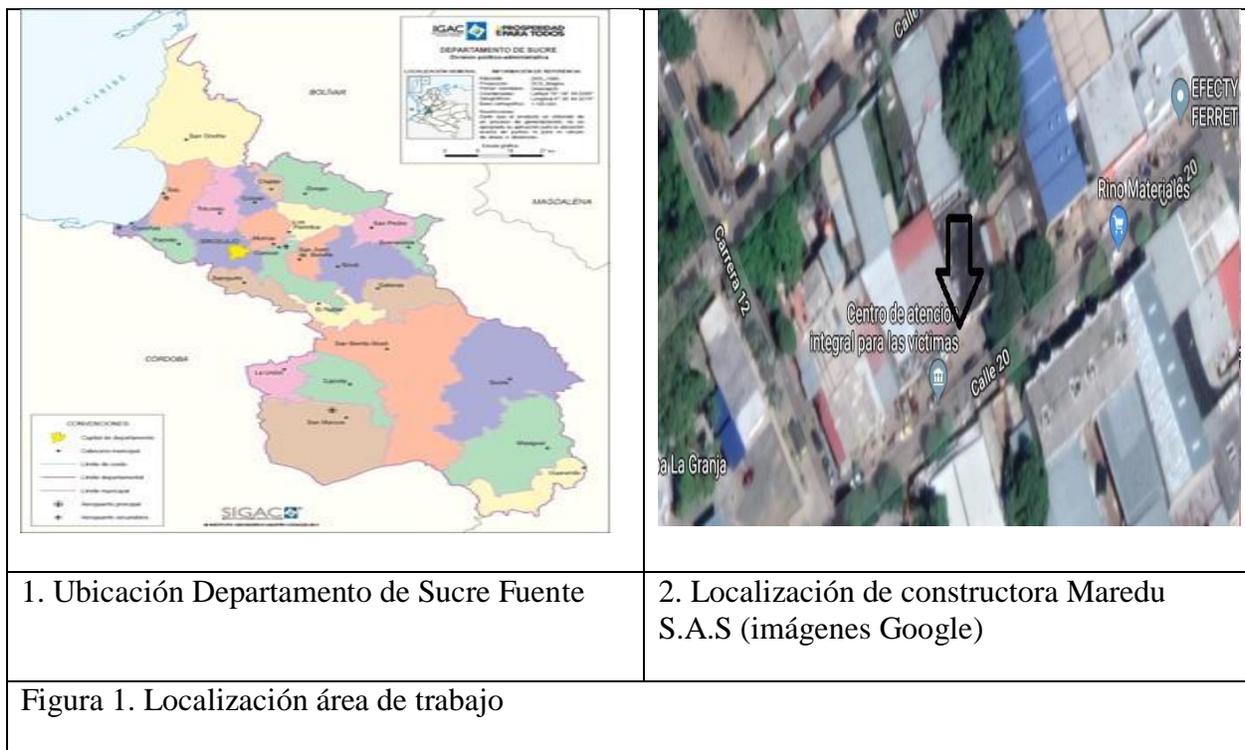
1.2. Objetivos específicos

- Verificar los procesos a ejecutarse en la obra, con base en los planos, normas, especificaciones técnicas y demás formatos que se deben tener en cuenta para llevar un control en las obras de ejecución de vivienda.
- Ejercer control sobre el avance general de las distintas actividades realizadas en la obra e informar sobre cualquier evento que establezca una amenaza para el avance de las obras
- Realizar un aporte técnico como ingeniero civil a las posibles falencias técnicas, que se puedan presentar en la ejecución y control de obra.
- Presentar un informe técnico quincenal al director de proyecto, sobre el avance de obra y demás actividades como control de material y procesos constructivos con sus respectivas evidencias de trabajo.

2. Marco Teórico

2.1.Marco referencial

CONSTRUCTORA MAREDU S.A.S, es una empresa contratista ubicada en la ciudad de Valledupar en el departamento del Cesar, su domicilio esta calle 20 #11-9 piso 2. Actividad a la que se dedica la compañía es la construcción de proyectos de servicio público y privado, posee forma jurídica como Sociedad por Acciones Simplificada y es la encargada de la construcción, de 540 viviendas de primer orden en el departamento de Sucre.



2.2.Marco teórico

El Sistema de Construcción de Edificaciones Industrializado Tipo Túnel, se basa en la utilización de formaleta de grandes dimensiones para realizar una fundida monolítica de muros y placas en concreto de una unidad estructural por ciclo diario de producción. La unidad estructural y el ciclo diario a utilizar se determinan según los diseños arquitectónicos y estructurales, además de otros factores como las juntas constructivas, número de unidades por piso y elementos estructurales contiguos. (Asocreto, 2012).

Los sistemas de construcción industrializados son aquellos que tienen como fin realizar construcciones de viviendas o edificaciones en serie por medio de la utilización de diferentes tipos de encofrados metálicos, para los cuales se obtendrán altos rendimientos para la ejecución de obra mediante paneles prefabricados, siendo estos grandes y ligeras pantallas que se pueden utilizar como muros o placas fabricados en diferentes materiales, con este sistema se logran altos rendimientos, sin embargo se incrementan los costos debido a su gran tamaño debe ser transportado por maquinaria pesada.

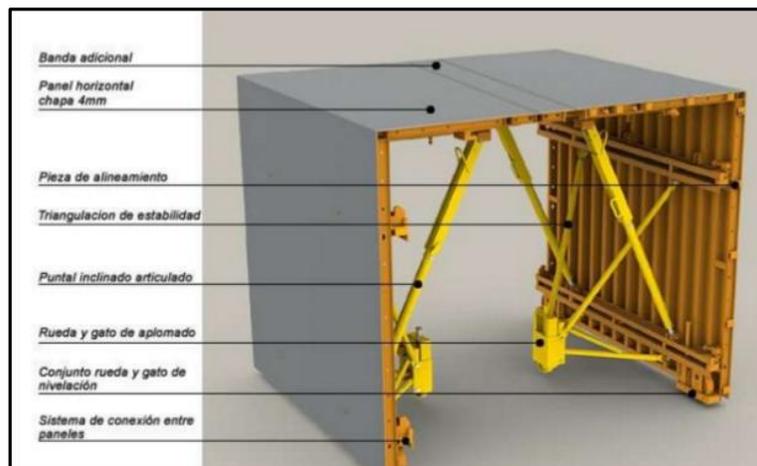


Imagen 1 Formaleta para sistema tipo túnel

Fuente <https://www.slideshare.net/moralesmana/sistema-constructivotipotuneexpo>



Imagen 2 Encofrado sistema tipo túnel

Fuente://www.slideshare.net/moralesmana/sistemaconstructivotipotunelexpo

2.2.1. Características del sistema tipo túnel para la construcción de viviendas:

- Este sistema tiene la característica de ser nómada, es decir, con un emplazamiento cambiante de acuerdo a la ubicación de las obras.
- Existe un número importante de agentes que intervienen en los procesos de construcción de una vivienda en particular, los que además son crecientemente subcontratados haciendo que los controles de calidad del producto sean más dificultosos.
- En general la construcción es una actividad que necesita ser bastante flexible a los requerimientos específicos de su demanda, particularmente en el segmento de construcción

de viviendas, lo que a veces redundo en un menor grado de precisión o control de calidad del producto, además de ostentar tiempos de producción mucho más extendidos.

- Por último, la inversión en investigación y desarrollo es bastante más escasa que en otros sectores de igual relevancia para las economías. (Taranilla & David, 2009)

En relación a los sistemas de construcción de vivienda se pueden subdividir en sistemas tradicionales o convencionales y los industrializados; analizándose la construcción tradicional como aquella que se enfoca en estructuras robustas y de gran desperdicio de materia prima, mientras que en los sistemas industrializados actualmente con gran adopción en el campo minimiza los procesos y reduce los costos y permitiendo obras más limpias.

2.2.2. Posicionamiento de los sistemas industrializados

“Los planes de vivienda en Colombia llevan a pensar que la industrialización tiene un panorama prometedor en los años venideros por la cantidad de viviendas que hay que construir y nuevos requisitos que se están discutiendo” (Lascarro, 2012)

Dependiendo la región y del estrato social compite con mampostería en arcilla, sistema tradicional y bloque de concreto. Ampliamente utilizado en construcción de estratos III a V con vivienda en altura. Poco utilizado en vivienda unifamiliar. Desconocido ante el usuario por el tipo de acabados utilizados, se ha desarrollado una industria de formaletería nacional (moldajes/cimbras) que hoy en día impulsa el mercado en la mayoría de los países de la región. (Lascarro, 2012).

Rendimiento y Productividad

“Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad, la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida”. (Casanova, 2002)

El ingeniero residente de obra tiene la responsabilidad del administrador de la obra, la cual está en lograr una organización productiva, proveer los recursos y capacidades necesarias para ejecutar la obra, la dirección, la planeación y control de estos recursos y de todo proceso, las decisiones respecto a la metodología, secuencia y otros aspectos relevantes, un ambiente de trabajo adecuado y la información para que los grupos de trabajo puedan desempeñarse productivamente. La mano de obra calificada, representada en los maestros, oficiales y ayudantes de construcción, se tiene un rendimiento o avance de desempeño que depende si se cuenta con las capacitaciones necesarias, si están debidamente motivados y si no están restringidos por factores externos en la ejecución de sus tareas.

2.2.3. Tipos de rendimientos en obra referente al sistema industrializado:

- Rendimiento de la mano de Obra: Es una relación de la cantidad de producto ejecutado en función del tiempo, expresando con esto un factor de aprovechamiento del personal de construcción.

- Rendimiento de los materiales: Es la relación de unidades de obra terminadas en función de la cantidad de materiales utilizados para su elaboración, expresa los factores de eficiencia en el correcto uso de los mismos, así como de los procesos de colocación.
- Rendimiento de los equipos: Se expresa como la relación de unidades ejecutadas en función de las horas trabajadas y obtenemos la eficiencia de utilización de las mismas.
- Rendimiento de la gestión: Es el resumen de la labor del personal encargado, de la administración de la obra y sus procesos. En el costo es importante reflejar o incluir los costos de la no calidad de algunos procesos que requieran arreglos a fin de cumplir con las especificaciones del proyecto.

2.2.4. Comparación entre Construcción industrializada y sistema tradicional en mampostería aporticada

Ventajas viviendas industrializadas

- Liviano: comparado con los sistemas tradicionales, este método constructivo es ligero, ya que el espesor de muros es de máximo 12 cm incluido la capa de revoque, en el cual no hay columnas ni vigas como tal, siendo un sistema integrado en concreto reforzado, con acero de alta calidad w60.
- Menor costo de la mano de obra y aumento de productividad: es mucho más económico que le aporticada, debido al a reducción de actividades en comparación con los sistemas tradicionales se reduce la mano de obra, que además no debe ser especializada como ocurre con otros tipos de sistemas, esto conlleva a la reducción en los costos de la misma.

- Mayor rigidez y rapidez de construcción: Los sistemas constructivos industrializados cumplen con la NSR 10, brindando a las estructuras una mayor rigidez debido a su conformación en un cajo de concreto reforzado y monolítico. Rápido, debido al uso de formaletas (metálicas, aluminio, plásticas) permiten la fundida de muros y placas monolíticas en sitio, obteniendo unos excelentes rendimientos por la eliminación de tiempos muertos, se funde un apartamento diario.
- Flexible y versátil: El sistema permite adaptarse a cualquier diseño arquitectónico. Los paneles que componen el sistema de formaleta nos permiten dar las dimensiones que se requieran para fundir muros y placas de distintas dimensiones para cada tipo de proyecto. (https://issuu.com/comempre/docs/lv1410_arquitectura)

Desventajas de la construcción industrializada

- Modificaciones del Proyecto: Su diseño estructural no permite o da la opción de modificar los elementos estructurales de la casa o apartamento.
- Costo De La Formaleta: Los diferentes tipos de formaleta que se emplean en la ejecución de construcciones con sistemas industrializados presenta un gran costo, lo cual limita a pequeños contratistas para su adquisición. (Romero castro Claudia, 2106)

2.2.5. Componentes estructurales para el sistema industrializado tipo túnel

Cimentación.

- Viviendas de uno o dos pisos son losas de cimentación sencillas, llevan una doble parrilla de acero diseñada por un ingeniero calculista dependiendo el tipo de terreno donde se van a construir las casas y la sismicidad del lugar. Para la instalación de

dovelas, los arranques respectivos del refuerzo de muros, denominados dovelas, deben colocarse para que queden conectados directamente al refuerzo de la cimentación y se efectúe así la adecuada transferencia de cargas del terreno (Romero castro Claudia, 2106)

- Viviendas Verticales. Para estas viviendas el diseño de losa de cimentación es más complejo y depende de la altura del edificio, del tipo de terreno y la sismicidad de la zona.
- Losas de transición. Se ha implementado por que permite la combinación del sistema aporticado convencional para los sótanos y el sistema monolítico de concreto a partir de primer piso.
- Losa postensada. Para disminuir la cantidad de muros portantes o de concreto en los edificios que se construyen con el sistema monolítico se ha implementado el método del postensado, que permite levantar muros en una etapa posterior en mampostería de ladrillo común.
- Muros y placas típicos, instalación de aceros. Una vez se tiene la losa de cimentación de la estructura con sus respectivas dovelas posteriormente se procede a instalar las mallas de acero de muros.
- Ubicación. Como el sistema monolítico de muros se amarra en el sistema mano portable por medio de corbatas de acero o de distanciadores plásticos y tornillos de rosca rápida en el sistema túnel (Romero castro Claudia, 2106)

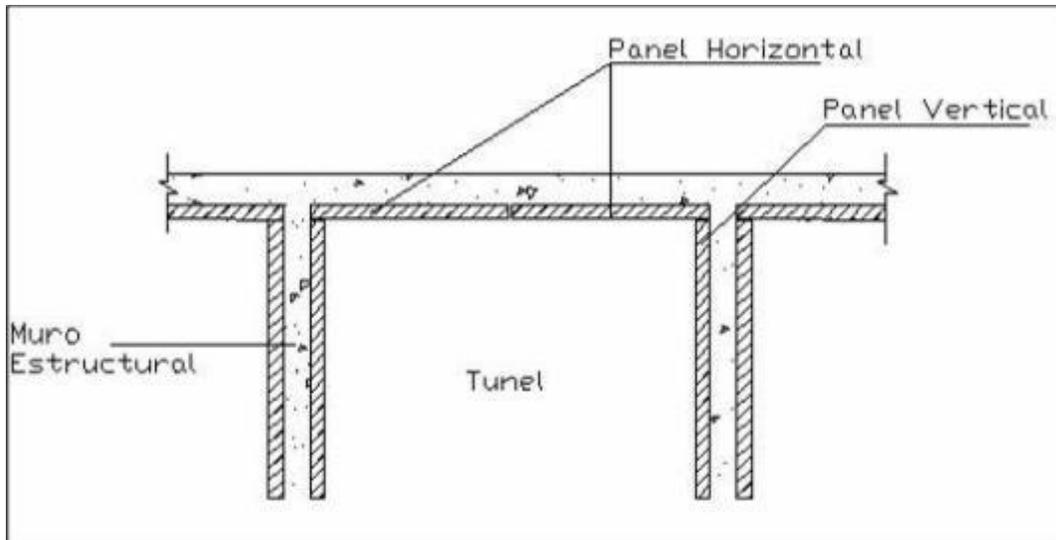


Imagen 3. Detalle encofrado

Fuente: <https://www.slideshare.net/moralesmana/sistema-constructivotipotunelexpo>

2.2.6. Concreto utilizado para construcción en sistemas tipo túnel.

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaño de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. (Steven, 1992).

2.2.7. Concreto Outinord

Este producto es una mezcla desarrollada para la construcción con sistemas industrializados tipo Contech, Outinord, West-Form, Forza y similares. Está compuesto por cemento tipo ARI (Alta

Resistencia Inicial), agregados naturales o de trituración, en los cuales el tamaño máximo del agregado grueso es de 12.5 o 19 mm., agua y aditivo reductor de agua de alto rango. El concreto es un material semi-elaborado, para garantizar su resistencia, acabado y durabilidad debe ser correctamente vibrado para lograr la máxima densificación y curado como mínimo durante los 7 primeros días de forma continua. (Cementos holcim, 2012).

Concreto Outinord o Concreto fluido, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado especialmente para ser empleado en el sistema Túnel, permitiendo una rápida rotación de formaleta y velocidad en la construcción. Este concreto es utilizado en placas y muros de Concreto del Sistema Túnel, ofrece resistencias de 210, 245 y 280 kg/cm² kg/cm² a PSI. Tiempo de manejabilidad: 1 hora en clima frío, 0.5 horas en clima medio. Asentamiento de diseño: 7 pulgadas. Tiempos de fraguado inicial: 4 a 6 horas en clima frío, 3 a 4 horas en clima medio. (Construdata, 2012).

2.2.8. Concreto Contech:

Concreto fluido, acelerado de resistencia y fraguado, diseñado para sistemas industrializados de rápida rotación de formaleta y perfectos acabados. Empleados en la construcción de muros y placas del sistema modular. (Construdata, 2013)

Es un concreto empleado en la construcción de muros y placas del sistema modular liviano. Ofrece resistencias 105, 140, 175, 210, 245 y 280 kg/cm², y entre sus principales ventajas encontramos:

- Tiempo de manejabilidad: 1.5 en clima frío, 1 hora en clima medio.
- Asentamiento de diseño: 7” para muros, 4” para placas.
- Tiempos de fraguado inicial: 6 a 8 horas en clima frío, 4 a 5 horas en clima templado.

- Permite altos rendimientos de construcción debido a la alta rotación de formaleta.
- Se logran fraguados y resistencias aceleradas.
- Mínimo desperdicio.
- Excelentes acabados tanto lisos como con textura.
- Fácil colocación debido a su conveniente manejabilidad.

2.3.MARCO NORMATIVO

Norma Sismo resistente Colombiana NSR-10, rige la construcción de los sistemas industrializados, entre este el tipo túnel, puesto que es una Ley de estado derogada por la presidencia de la república, por lo cual es de obligatorio cumplimiento en el territorio nacional, para todos los Títulos de la misma que compete este sistema constructivo. Es importante aclarar que cada punto de la norma sismo resistente del país, debe ser acatado, con el fin de garantizar la estabilidad de los elementos no estructurales en caso de un sismo.

Título A: requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente

El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la Normas Sismo Resistentes Colombianas, las cuales comprenden: (a) La Ley 400 de 1997, (b) La Ley 1229 de 2008, (c) El presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, (d) Las resoluciones expedidas por la “Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes” del Gobierno Nacional, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y creada por el Artículo 39 de la Ley 400 de 1997.(NSR2010).

OTRAS NORMAS: En aquellos casos en los cuales no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de la Sociedad Americana de Ensayo y Materiales (American Society for Testing and Materials — ASTM) o de otras instituciones, las cuales también hacen parte del Reglamento cuando no exista la correspondiente norma NTC.

A.1.6.3. REFERENCIAS: Al lado de las normas NTC se ha colocado entre paréntesis una norma de la ASTM o de otra institución. Esto se hace únicamente como referencia y la norma obligatoria siempre será la norma NTC. Esta norma de referencia corresponde a una norma ASTM, o de otra institución, que es compatible con los requisitos correspondientes del Reglamento, y no necesariamente corresponde a la norma de antecedente de la norma NTC. Las normas de antecedente de las normas NTC son las que se encuentran consignadas en el texto de la misma norma.

Título C Concreto estructural

El Título C de la Norma sismo resistente NSR-10 proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos del NSR-10 del cual el Título C forma parte. El Título C también cubre la evaluación de resistencia de estructuras existentes.

Para el concreto estructural, f_c no debe ser inferior a 17 MPa. No se establece un valor máximo para f_c salvo que se encuentre restringido por alguna disposición específica del Título C.

El Título C complementa el Reglamento NSR-10, y rige en todos los aspectos relativos al diseño y a la construcción de concreto estructural. El Título C rige en todo lo concerniente al diseño, construcción y propiedades de los materiales en todos los casos en que entre en conflicto con los requisitos contenidos en otras normas a las que se haga referencia en él.

Los requisitos del Título C deben emplearse en el diseño de elementos de concreto estructural que sean parte de estructuras diseñadas en otro material estructural distinto del concreto estructural cubierto por otros Títulos de la NSR-10. Cuando en el Título de la NSR-10 correspondiente al material diferente de concreto estructural se requiera algo diferente a lo contenido en el Título C, regirá para esas estructuras lo requerido allí.

Para estructuras especiales tales como arcos, tolvas y silos, tanques, estanques, estructuras resistentes a explosiones y chimeneas, las disposiciones del Título C regirán cuando sean aplicables. El Título C controla el diseño estructural e instalación de las porciones de pilotes de concreto, pilas excavadas y cajones de cimentación que quedan enterrados en el suelo en el Capítulo C.15. (NSR10)

- NORMAS PARA CONCRETO PREMEZCLADO NTC 3318
- TÍTULO E. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES - NSR PARA VIVIENDAS DE UNO Y DOS PISOS: Casas de uno y dos pisos, de las NSR-10 se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en muros de mampostería, que pertenecen al grupo de uso I, tal como se define en el literal A.2.5.1.4. Estructuras de ocupación normal y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11. Casas de uno y dos pisos, de las NSR-10, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de máximo 15 viviendas y menos de 3000 m² de área construida. No obstante, si se desea, puede

Grupos de uso de las edificaciones ante un sismo De acuerdo con la importancia para la recuperación ante la ocurrencia de un sismo, toda edificación en Colombia debe clasificarse dentro

de uno de los siguientes grupos de uso, según lo establecido en la norma NSR -10 la clasificación es grupo 1

- NORMAS RETIE

Tabla 1 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS ANEXO GENERAL		
CAPÍTULO	CONTENIDO	APLICABLE A VIS
I	Disposiciones generales.	
II	Requisitos técnicos esenciales.	SI
III	Requisitos específicos para el proceso de generación.	NO
IV	Requisitos específicos para el proceso de transmisión.	NO
V	Requisitos específicos para el proceso de transformación.	NO
VI	Requisitos específicos para el proceso de distribución.	NO
VII	Requisitos específicos para instalaciones de uso funcional.	Artículo 40.1, 40.2, 40.3 y 40.5
VIII	Prohibiciones.	NO
IX	Disposiciones transitorias.	NO
X	Vigilancia y control.	SI
XI	Revisión y actualización.	NO
XII	Régimen sancionatorio.	SI

- NORMA COLOMBIANA, NTC 1500. CÓDIGO COLOMBIANO DE FONTANERÍA.
- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS 2000

- ACUERDO NO.186 02 DE DICIEMBRE DE 2005 DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

- ¿Qué son las normas APA?: En primer lugar, hay que destacar que el responsable de la creación de estas normas es la American Psychological Association (APA). A través de este desarrollo se busca que exista un conjunto de estándares para que se unifique totalmente los trabajos redactados que sean de tipo internacional. Si bien es para todo tipo de documento, el diseño tiene la finalidad de ser empleado en proyectos de grado o informes que estén relacionados con la investigación.

En Colombia, por ejemplo, se hace uso de las normas Icontec para la creación de trabajos escritos, pero si su intención es hacer una publicación a nivel Internacional lo más conveniente es hacer uso de las normas APA.

3. Desarrollo de la práctica

Se ejecutó la obra teniendo en cuenta los parámetros y normas exigidas para cada tipo de actividad que se desarrolla dentro de la misma

- En la parte de construcción sismo resistente se rigió bajo la NSR -10
- En la parte eléctrica se rigió bajo el RETIE
- En la parte hidráulica sanitaria se tuvo en cuenta las especificaciones de las tuberías aplicables al VIPA

Aplicando lo anterior y rigiéndose por planos facilitados dentro de la obra se finalizó la construcción de 178 viviendas en obra negra y la terminación de 90 viviendas obra blanca para un total de 268 viviendas en el municipio

Se realiza el control e inspección de las actividades para generar un corte y avance de obras dentro de las obligaciones asignadas por el director de obra como residente de obra, determinando la culminación de cada unidad residencia como se indican e los cuadros de cantidades y avance de obra y planos y especificaciones.

Se tomó correctivos en deficiencias de acabados por el sistema constructivo y detalles de carpintería metálica y mampostería.

3.1. Aporte como ingeniero a las actividades en obra:

Los aportes profesionales como ingeniero civil se vieron reflejados durante el proceso constructivo, controlando de que las actividades se ejecutaran cumpliendo con los parámetros de calidad, tales como

- ✓ Solicitud de prueba hidráulica de presión al sistema hidráulico de cada unidad residencial presurizando el sistema con una bomba dejándolo cargado durante 24 horas y chequeando lectura de manómetro para corroborar que no hay pérdida de carga en la red.
- ✓ Control para el vibrado del concreto para fundición de cada una de las viviendas.
- ✓ Prueba de asentamientos de concreto industrializado con el cono de Abrams ensayo de slump con asentamiento de 5 cm para vigas y losa de cimentación y entrepiso, y 8 cm para fundida de muros pues es debe ser un concreto fluido y control de resistencias a la compresión las primeras 12 horas para seguridad de la continuación del proceso ya que el desencofrado es a las 12 horas de fundido.
- ✓ Prueba de compactación en los terraplenes conformados para la cimentación de las viviendas ya que el suelo era arcillas expansivas según inspección visual.
- ✓ Recomendación del tipo de equipo utilizado para fundición de estructuras y cimentaciones, recomendando autobomba el cual genera menos vibraciones que pueden ocasionar accidentes, se empleo bomba estacionaria lo cual genero un alto impacto por las vibraciones, corriendo riesgo de accidente o caída de personal de trabajo. Se hizo caso omiso a dicha observación pues justificaron que los gastos no daban para empleo de estacionaria.
- ✓ Valoración del tamaño nominal de los materiales pétreos para el tipo de concreto a utilizar evitando el uso de agregados de tamaño ½ pulgadas para el concreto de muros, lo cual por sus 10 cm de espesor no garantizan la homogeneidad del concreto, quedando vacíos u hormigoneo en el mismo lo cual no garantiza la resistencia del mismo.
- ✓ Solicitud de equipos de seguridad industrial para la ejecución de trabajos en obra, cuando se llegó a la obra a trabajar, el personal no portaba el mínimo equipo de seguridad como

casco, guantes y arnés con, líneas de vida, corriendo el riesgo de accidentes y lesiones permanentes a los obreros, esta observación fue acatada a medias por el consocio.

- PLANOS DE OBRA URBANIZACIÓN SANTA CECILIA



Imagen 4. Plano general urbanización Santa Cecilia

Fuente: Constructora Maredu

3.2. Actividades para ejecución de un bloque compuestos por 4 viviendas:

- Vigas de cimentación (Bloque de 4 viviendas)

Excavación manual de 20x20 cm, ejecutado por una cuadrilla de 1x6, para la viga de cimentación se figura el acero en obra, refuerzo transversal flejes de 15x15 cm, con varilla corrugada 3/8 W40 por 12 m y para el refuerzo longitudinal varillas corrugada W60 ½ por 12 m para longitudinal, 17 kilos de alambre de amarre, el concreto empleado fue premezclado de 3000 psi acelerado al 12% en 8 horas, significa que en 8 horas se debe llegar al 12% de la resistencia final, este concreto fue suministrado por concretos del Sinu y fundido con equipo bomba estacionaria para un total de 4.8 m3 total para la viga.



1. Instalación de vigas de cimentación nave e1



2. Instalación de vigas de cimentación nave e2



3. Instalaciones hidráulicas y sanitarias nave e1



4. Instalaciones hidráulicas y sanitarias nave e2

Foto 1. Cimentación e Instalaciones Hidrosanitarias

- **Losa de cimentación (para 4 viviendas)**

En concreto premezclado de 3000 psi fundido con bomba estacionaria a 12% en 8 horas, con dimensiones de la losa de 7,68x6,74 metros y espesor de 10 cm, malla electrosoldada 5mm de 15x15 cm, ejecutado por 8 obreros y un oficial para un total de 9.8 m³



1. Fundida losa de cimentación



2. Terminación losa de cimentación

Foto 2. Losa de cimentación

- **Muros primer nivel 1 (4 viviendas)**

Muros de 10 cm de espesor con refuerzo de malla de 6mm de diámetro y 10x10 cm, altura de muros 2.60 m fundido con concreto premezclado de 3000 psi acelerado a 12% en 8 horas con equipo de bomba estacionaria suministrado por concretos de Sinú, ejecutado por una cuadrilla de 12 obreros y un oficial, el encofrado es el sistema industrializado con formaleta metálica de para un total de 88 m³.



1. Malla refuerzo muros primer nivel



2. Suministro concreto mixer 7 m3



3. Encofrado uros baño



4. Encofrado muros perimetrales

Foto 3. Fundida muros primer nivel

- **Losa entre piso**

Losa de 10 cm de espesor con parrilla de varillas de acero W60 de 5/8 y varilla W60 de 1/2 en sentido horizontal cada 10 cm y malla electrosoldada para retracción y fraguado de 15x15 y 5mm de diámetro, 6 m3 de concreto de 3000 psi acelerado al 12% en 8 horas ejecutado por 12 obreros y un oficial y con equipo de bomba estacionaria suministrado por concretos de Sinú.



1. Fundida losa entrepiso



2. Acabado final losa entrepiso

Foto 4. Losa de entrepiso

- **Muro segundo nivel**

Muros de 10 cm de espesor con refuerzo de malla de 6mm con separación de 10cm con altura de 2.60 m fundido con concreto industrializado de 3000 psi acelerado a 12% en 8 horas con equipo de bomba estacionaria suministrado por concretos de Sinú, ejecutado por una cuadrilla de 12 obreros y un oficial el tipo de encofrado es el sistema industrializado con formaleta de precisión para un total de 104 m³.



1. Refuerzo muros segundo nivel



2. Fundida muros segundo nivel

Foto 5. Muros segundo nivel

- **Instalación de cubierta**

Cubierta en asbesto cemento con estructura metálica perfiles de 10x5cm de espesor y 7 láminas #7 y 5 láminas #10 y remaches cada 20 cm atornillados a perfiles.



Foto 6. Cubierta en asbesto cemento

- **Instalación de alfajías**

Alfajías de 1.20 m de largo suministradas por proveedor cantidad por casas 3

- **Enchape de baño**

Son 16 m² de cerámica blanca instalado por pegante de cerámicas San Lorenzo con rendimiento de 3 m² por bulto de 25 kilos, contiene mortero de nivelación 1:2 con espesor de 5cm

- **Losa de tanque**

Losa de 2,10 m con espesor de 5m, concreto mezclado en sitio de relación 3000 resistencia de 3000 psi con parrilla de acero de ½ cada 10 cm

- **Instalación de mesones de cocina**

Mesones de 2.50m x60cm suministrados por proveedor sobrepuestos entrepaños con bloques H10 másicos

- **Instalación de muros divisorios de vivienda**

Muros en bloque h10 macizo de altura de 2,60 m de altura y espesor de 10cm ejecutado por un oficial y un obrero.



1. Localización y replanteo



2. Nivelación del terreno



3. Instalaciones sanitarias



4. Pozo de inspección



5. Instalaciones eléctricas



6. Instalaciones sanitarias



7. Encofrado segundo piso



8. Entrega final de la obra

Foto 6. Proceso constructivo viviendas VIPA

3.3.Cortes de obra para pagos de nómina.

Los pagos se realizaron por avance de obra, con cortes para los pagos de 15 días calendario, se pagó por bloque terminado como se ve en los siguientes cuadros

Tabla 2. Del 01 AGOSTO AL DÍA 16 DE AGOSTO			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	18	M ³	450 M ³
Instalación de puertas	80	Unidad	80 unidades
Instalación de alfajías	90	Unidad	90 unidades
Instalación de ventanas	90	Unidad	90 unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	18	Unidad	18 unidades
Fundición de losas para tanque elevado	20	Unidad	20 unidades
Enchape de baños	40	Unidad	40 unidades

Tabla 3. Del 17 AGOSTO AL DÍA 01 DE SEPTIEMBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	22	M ³	550 M ³
Instalación de puertas	116	Unidad	116 Unidades
Instalación de alfajías	60	Unidad	60 Unidades
Instalación de ventanas	70	Unidad	70 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	22	Unidad	22 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	10	Unidad	10 Unidades
Enchape de baños	60	Unidad	60 Unidades

Tabla 4. Del 02 SEPTIEMBRE AL DÍA 17 DE OCTUBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	13	M ³	325 M ³
Instalación de puertas	203	Unidad	203 Unidades
Instalación de alfajías	40	Unidad	40 Unidades
Instalación de ventanas	100	Unidad	100 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	13	Unidad	13 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	9	Unidad	9 Unidades
Enchape de baños	45	Unidad	45 Unidades

Tabla 5. Del 18 OCTUBRE AL DÍA 1 DE NOVIEMBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	17	M ³	425 M ³
Instalación de puertas	90	Unidad	90 Unidades
Instalación de alfajías	40	Unidad	40 Unidades
Instalación de ventanas	50	Unidad	50 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	17	Unidad	17 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	6	Unidad	6 Unidades
Enchape de baños	25	Unidad	25 Unidades

Tabla 6. Del 01 NOVIEMBRE AL DÍA 15 DE NOVIEMBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	12	M ³	300 M ³
Instalación de puertas	45	Unidad	45 Unidades
Instalación de alfajías	15	Unidad	15 Unidades
Instalación de ventanas	30	Unidad	30 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	12	Unidad	12 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	2	Unidad	2 Unidades
Enchape de baños	12	Unidad	12 Unidades

Tabla 7. Del 16 NOVIEMBRE AL DÍA 1 DE DICIEMBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	25	M ³	625 M ³
Instalación de puertas	90	Unidad	90 Unidades
Instalación de alfajías	50	Unidad	50 Unidades
Instalación de ventanas	140	Unidad	140 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	20	Unidad	200 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	10	Unidad	10 Unidades
Enchape de baños	35	Unidad	35 Unidades

Tabla 8. Del 01 DICIEMBRE AL DÍA 16 DE DICIEMBRE			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	15	M ³	375 M ³
Instalación de puertas	60	Unidad	60 Unidades
Instalación de alfajías	20	Unidad	20 Unidades
Instalación de ventanas	40	Unidad	40 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	15	Unidad	15 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	5	Unidad	5 Unidades
Enchape de baños	15	Unidad	15 Unidades

Tabla 9. Del 16 DICIEMBRE AL DÍA 04 DE ENERO			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Fundición de Vivienda	16	M ³	400 M ³
Instalación de puertas	50	Unidad	50 Unidades
Instalación de alfajías	10	Unidad	10 Unidades
Instalación de ventanas	30	Unidad	30 Unidades
Instalación de redes hidrosanitarias y eléctricas	5	Unidad	5 Unidades
Fundición de losas para tanque elevado	5	Unidad	5 Unidades
Enchape de baños	5	Unidad	5 Unidades

Imagen No. 5 Control de obra blanca

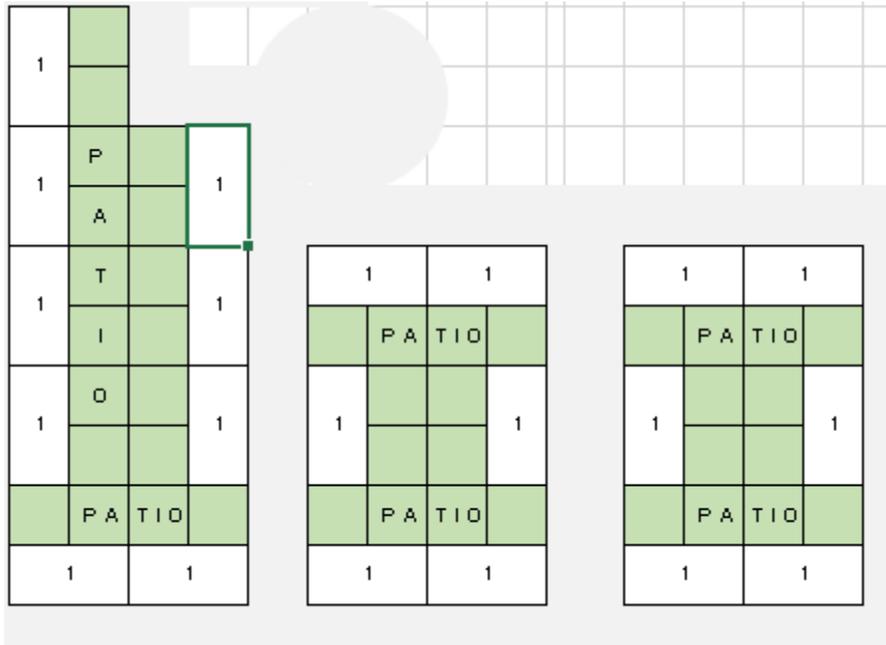
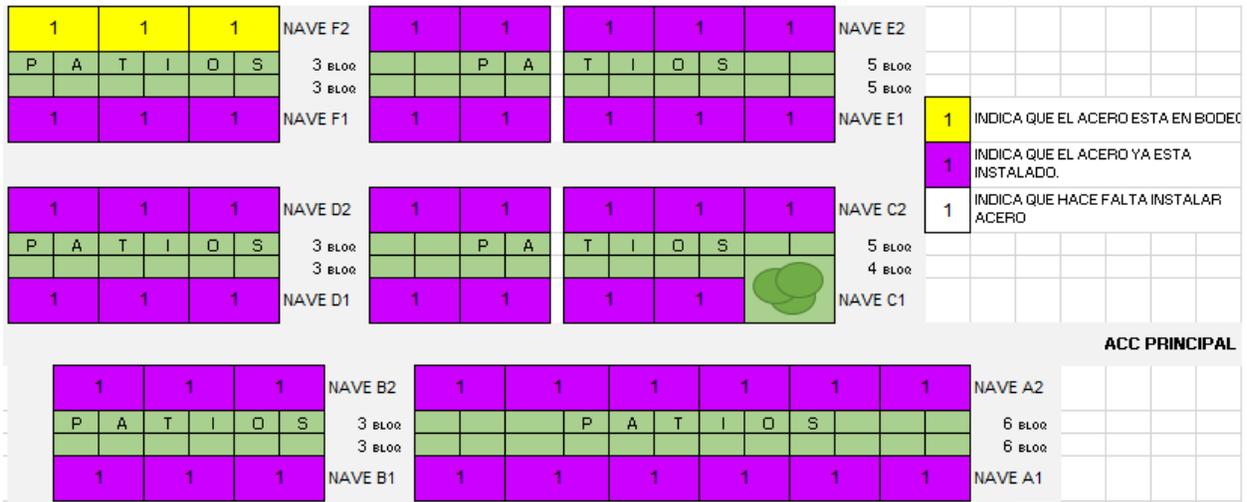


Imagen No. 6 Control de materiales



	CASAS	BLOQUES/4 VIVIENDAS	MALLA POR COMPRAR	CASAS	BLOQUES/4 VIVIENDAS
1 ACERO Y MALLA YA INSTALADO	184	46		32	8
1 ACERO Y MALLA EN INVENTARIO	12	3	ACERO RECTO POR COMPRAR	84	21
ACERO Y MALLA EN OBRA	196	49			
MALLA EN INVENTARIO	52	13			

3.4.Actividades y Cantidades de material para la construcción de Bloque de 4 viviendas

En los cuadros que se relacionan a continuación se presentan las actividades y cantidades de materiales necesarios para la construcción de un bloque o unidad residencial constituido por 4 viviendas.

➤ **Concretos:**

Tabla 10 CONCRETO ESTRUCTURA BLOQUE 4 VIVIENDAS			
ITEM	ACTIVIDAD	CANTIDAD	UND
01	VIGAS DE CIMENTACION	4,8	M ³
02	LOSA DE CIMENTACION	9.8	M ³
03	MURO PRIMEL NIVEL	44	M ³
04	LOSA ENTREPISO	6	M ³
05	MURO SEGUNDO NIVEL	52	M ³

➤ **Acero**

Tabla 11 ACERO ESTRUCTURA BLOQUE 4 VIVIENDAS				
ITEM	ACTIVIDAD	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
01	VIGA DE CIMENTACION	Barra 3/8 12m	12	UND
		Barra 1/2 12m	14	UND
		Alambre 17 kg	17	kg
02	LOSA DE CIMENTACION	Malla de 5.5 de 15x15 de 2.15 6M	13	UND
03	MURO PRIMER NIVEL	Malla de 6 de 15x15 de 2.15 6M	39	UND
04	LOSA ENTREPISO	Barra 5/8 12m	14	UND
		Barra /!2 12m	14	UND
05	SEGUNDO NIVEL	Malla de 6 de 15x15 de 2.15 6M	39	UND

➤ Sanitarios

Tabla 12 SANITARIO BLOQUE / 4 VIVIENDAS			
ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	UND
01	COMBO SANITARIO INCLUYE INCRUSTACIONES	4	UND
02	MAGUERA LAVAMANOS	4	UND
03	MANGUERA SANITARIO	4	UND
04	CODO 1/2" PVC	8	UND
05	ADAPTADOR MACHO 1/2"	8	UND
06	ADAPTADOR HEMBRA 1/2"	4	UND
07	CEMENTO BLANCO X 40KG	0,20	UND
08	TEFLON INDUSTRIAL	0,24	UND
09	BUJE SOLDADO DE 2" A 1 1/2" SANITARO	4	UND
10	TUBO 1 1/2" SANITARIO	0,8	UND

➤ Lavadero

Tabla 13 LAVADERO BLOQUE / 4 VIVIENDAS			
ITEM	MATERIAL	CANT X BLOQUE	UND
01	LAVADERO PREFABICADO	4,0	UND
02	LLAVE TERMINAL 1/2" PVC (PAVCO)	4,0	UND
03	ADAPTADOR HEMBRA 1/2" PVC	4,0	UND
04	TEFLON INDUSTRIAL	0,20	UND
05	SOLDADURA PVC X 1/4	0,04	UND
06	UNION SANITARIA 2"	4,0	UND
07	SIFON COMPELO 2"	4,0	UND
08	TUBO SANITARIO 2" X 6M	0,4	UND
09	BASE PARA LAVADERO	4,0	UND

➤ **Lavaplatos**

Tabla 14 LAVAPLATOS BLOQUE / 4 VIVIENDAS			
ITEM	MATERIAL	CANT X BLOQUE	UND
01	LAVAPLATOS POSETA (INCLUYE GRIFERIA)	4	UND
02	MANGUERA LAVAPLATOS	4	UND
03	ADAPTADOR MACHO 1/2" PVC	4	UND
04	SILICONA TRANSPARENTE	2,4	UND

➤ **Instalaciones eléctricas**

Tabla 15 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS BLOQUE / 4 VIVIENDAS			
ITEM	MATERIAL	CANTIDAD	UND
01	ALAMB 12 POR ROLLO DE 100M (COL NEGRO)	1,6	UND
02	ALAMB 12 POR ROLLO DE 100M (COL BLANCO)	1,6	UND
03	ALAMB 12 POR ROLLO DE 100M (COL VERDE)	1,6	UND
04	ALAMB 14 POR ROLLO DE 100M (COL NEGRO)	2,4	UND
05	ALAMB 14 POR ROLLO DE 100M (COL BLANCO)	1,2	UND
06	ALAMB 14 POR ROLLO DE 100M (COL AMARILLO)	1,6	UND
07	ALAMB 14 POR ROLLO DE 100M (COL VERDE)	2,4	UND
08	CABL 8 POR ROLLO DE 100M (COL NEGRO) 7 HILOS	0,8	UND
09	CABL 8 POR ROLLO DE 100M (COL BLANCO) 7 HILOS	0,8	UND
10	CABL 8 POR ROLLO DE 100M (COL VERDE) 7 HILOS	1,2	UND
11	TOMA CORRIENTE DOBLE	20,0	UND
12	TOMA GFCI (TOMA ESPECIAL BAÑO Y COCINA)	12,0	UND
13	SUICHE TV	4,0	UND
14	PLAFON O ROSETA PORCELANA PARA ILUMINARIA	28,0	UND
15	INTERRUPTOR SENCILLO	12,0	UND
16	INTERRUPTOR DOBLE	8,0	UND
17	BREAKER DE 15 AMP	4,0	UND
18	BREAKER DE 20 AMP	12,0	UND
19	CINTA AISLANTE O BUTAPERCHA	4,0	UND

20	BARRA DE ATERRAMIENTO 2,40MTS	4,0	UND
----	-------------------------------	-----	-----

4. Conclusiones

La correcta y minuciosa planeación y logística de obra contribuye a que, en las obras de construcción, se obtengan mejores resultados, conlleva que el ingeniero residente de obra alcance el objetivo que se busca, como la eficacia y eficiencia en los proyectos en cuanto a rendimientos, calidad y precio.

La inversión que se haga en programas de gestión de calidad y supervisión técnica de cada proyecto, siempre se verá reflejado en la obtención de productos de calidad que conllevan a tener clientes satisfechos

El sistema industrializado es una forma rápida y segura de construir y urbanizar ya que estandarizando los procesos se logran cifras constructivas llamativas tanto en costo como en tiempo, el tipo de estructura sistema hidráulico sanitario y eléctrico eran de rápida instalación

Al analizar las ventajas del sistema constructivo tipo túnel, se puede decir que en comparación con los sistemas constructivos convencionales estos permiten el ahorro en tiempos de ejecución que finalmente representa ganancias en nuestros proyectos.

Una desventaja de este tipo de sistema radica en el cuidado y mantenimiento de la formaleta, debido a que el personal de obra no tiene el debido cuidado en el desencofrado de las estructuras, por su afán de terminar rápido, lanzas estas formaletas que, aunque son metálicas, sufren daños y se deforman por los constantes golpes, a causa del maltrato y mal uso de las mismas, aumentando el valor por mantenimiento de las mismas.

5. Recomendaciones

El ingeniero residente de obra debemos tratar de prever los posibles imprevistos, presentados en obra, para lo cual se plantea un plan de contingencia y así evitar retrasos en el normal desarrollo y ejecución de la misma.

Siempre se debe llevar un seguimiento secuencial de cada actividad por escrito, el cual debe estar firmado por el ingeniero interventor o supervisor técnico, el ingeniero residente de obra y por la persona que hace entrega de cada actividad, que en este caso sería el maestro de obra. Estas firmas se plasman en la bitácora día a día de obra, convirtiéndose en una herramienta fundamental para llevar un control de calidad oportuno, que nos servirá como respaldo para cualquier eventualidad.

Previo al inicio de un proyecto de construcción se debe realizar una minuciosa revisión de especificaciones técnicas, planos y demás documentos legales de la misma como también la consecución de los materiales y proveedores; esta revisión y estudio la debe realizar el ingeniero residente de obra, junto con la interventoría, para indicar al maestro constructor en detalle, las diferentes labores que debe realizar y así programar las cuadrillas de trabajo para la obra.

Bibliografía

AGUILÓ Alonso, M., et alt. Prefabricación: Teoría y práctica. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, 1974. ASOCRETO. Construcción de vivienda con sistemas industrializados de muros en concreto Sistema Tunel – Sistema Manoportable 2006. Pág. 20,21

BAUTISTA, L; DÍAZ, J, RUIZ, D, SÁNCHEZ A. Caracterización de Mezclas de Concreto Utilizadas en Sistemas Industrializados de Construcción de Edificaciones. EN: Revista de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. Vol.19, (2004); p. 60-73.

FIQUE, L. Diseño e industrialización de la construcción y las circunstancias colombianas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 1995.

MAYAGOITIA Fernando. Construcción de vivienda con sistemas industrializados de muros en concreto. Asocreto primera edición. 2014.

MUÑOZ Á., María Constanza. Modelo preliminar de evaluación de los sistemas de construcción industrializada para vivienda de estratos dos (2) y tres (3), con el fin de ser adaptados al contexto colombiano.2015

NSR -10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Título A y título C.2010.

LASCARRO, Manuel. Vivienda Industrializada en Colombia IV foro de institutos, cámaras y asociaciones. 2012.

SALAS, J. “De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico”. Informes de la construcción, Vol. 60, 512, 19-34. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid, Octubre- Noviembre 2008.

STEVEN H. Kosmatka & WILLIAM C. Panarese, Diseño y control de mezclas de concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. primera edición 1992, p. 1.

Referencias de informáticas

BLOG DE CONSTRUCCIÓN. Consultado el 1 de febrero de 2016. Extraído de: <http://blog.360gradosenconcreto.com/formaleta-tipo-tunel-para-sistemas-industrializados-de-muros-y-placas-de-concreto/>

CEMENTOS HOLCIN. Teoría del concreto. Consultado el 10 de marzo de 2016 extraído de: <http://www.holcim.com.co/productos-y-servicios/concretos-y-morteros/concreto-industrializado-contech-y-outinord.html>

CONSTRUDATA. Banco de conocimientos. Sistemas industrializados. Consultado el 12 de febrero de 2016. Extraído de:

<http://www.construdata.com/BancoConocimiento/c/concretos/concreto12.htm>

PORTAFOLIO. Consultado el 12 de febrero de 2016. Extraído de:

[http://www.portafolio.co/economia/finanzas/vivienda-interes-social-crecio-primer-trimestre-](http://www.portafolio.co/economia/finanzas/vivienda-interes-social-crecio-primer-trimestre-21956)

21956 UNAD. Consultado el 1 de febrero de 2016. Extraído de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/Articulo_Unidad_2_Evaluacion_2.pdf.