

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN EL
CLUB RESIDENCIAL CAMINO VIEJO



JHON EDISON ORDOÑEZ TORO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN
2018

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN EL
CLUB RESIDENCIAL CAMINO VIEJO

PROYECTO DE LA PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTÍA), PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

JHON EDISON ORDOÑEZ TORO

Directora
Arq. Diana Velasco Galvis

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN
2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

La directora de la pasantía y los Jurados han evaluado este documento y escuchado la sustentación del mismo por parte del estudiante y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante que lleve a cabo las gestiones pertinentes para optar al título de ingeniero civil.

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma de la directora de pasantía

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mis padres, Arellis Toro Solarte y Edison Ordoñez Ortega, que, con ayuda de Dios pudieron brindarme su apoyo incondicional en este caminar, por su dedicación, valentía, consejos y por ser siempre un ejemplo a seguir y creer en mis capacidades.

A mis hermanas Angie y María, por los momentos pasados en la niñez y que perduran siempre, por entenderme, ayudarme y apoyarme durante los difíciles momentos en el transcurso de mi carrera.

A mi novia María Fernanda, por acompañarme en los buenos y malos momentos, por ser un apoyo emocional y educativo, por creer en mí y mis capacidades, pero sobre todo por ayudarme en mi formación como persona.

A mis profesores del colegio que fueron de gran importancia para poder ingresar a la universidad, especialmente sus consejos que hoy se ven reflejados.

A cada uno de mis amigos por los momentos compartidos, las risas, las aventuras, los consejos, y el apoyo que nos brindamos durante el transcurso de la carrera.

A mis profesores de la Universidad del Cauca por su formación y dedicación, por los conocimientos aprendidos de tan respetados e íntegros docentes, en especial a los ingenieros Carlos Arboleda y Nelson Rivas que me brindaron su apoyo y conocimientos para que descubriera un talento en la programación, y un gran agradecimiento a la arquitecta Diana Galvis por ser mi directora de trabajo de grado, brindándome sus consejos y tiempo para poder sacar adelante este Informe y así poder cumplir mi sueño. También quiero agradecer al grupo de profesionales encargados del proyecto camino viejo, por bríndame la grata oportunidad de participar en la obra de construcción y así fortalecer mis conocimientos, acompañados de sus experiencias en el campo de la ingeniería.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS.....	11
1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	12
2 SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS	15
2.1 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.....	15
2.1.1 Replanteo.....	15
2.1.2 Cimentación	17
2.1.3 Mampostería primer piso y segundo piso.....	21
2.1.4 Columnas primer piso y segundo piso	22
2.1.5 Vigas de entrepiso y vigas aéreas.....	23
2.1.6 Losa de entrepiso.....	26
2.1.7 Repello.....	30
2.1.8 Cubierta.....	31
2.1.9 Cielo raso	32
2.1.10 Estuco, pintura y enchapes	33
2.2 CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	35
2.2.1 Subbase.....	37
2.2.2 Base	40
2.2.3 Carpeta asfáltica	42
2.2.4 Sumideros	45
3 CRONOGRAMA DE OBRA.....	48
3.1 IMPORTANCIA	50
3.2 VENTAJAS	50
3.2.1 Focalización de tareas	50
3.2.2 Mejora la dirección y el seguimiento	51
3.2.3 Facilita la introducción de cambios.....	51
3.2.4 Aumenta el nivel de compromiso de los participantes.....	51
3.2.5 Optimiza el uso de recursos.....	51
3.3 CAUSAS QUE AFECTAN EL CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA....	52

3.3.1	La Variación del clima	52
3.3.2	Relaciones laborales	53
3.3.3	Improvisación	54
3.3.4	Imprevistos	54
3.4	CONSECUENCIAS.....	55
4	CONTROL EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN.....	56
4.1	COMITÉ DE OBRA.....	57
4.2	AVANCE DE OBRA	57
4.3	PROGRAMA ADVANCE.....	59
4.3.1	Estructura del programa.....	59
4.3.2	Resultados	62
5	SUPERVISIÓN DEL CONCRETO	64
5.1	CONTROL DEL AGUA	64
5.2	PROCESO DE MEZCLADO	67
5.2.1	Secuencia de mezclado	68
5.3	TOMA DE CILINDROS	69
5.4	RESULTADOS.....	71
	CONCLUSIONES	72
	RECOMENDACIONES	74
	BIBLIOGRAFIA.....	76
	ANEXOS	78

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1: Ubicación camino viejo club residencial.....	12
Imagen 2: Vista en planta del conjunto residencial.....	12
Imagen 3: Proceso de replanteo.....	15
Imagen 4: Muro de culata.....	31
Imagen 5: Sección trasversal pavimento flexible.....	35
Imagen 6: Disipación de esfuerzos vs Profundidad pavimento flexible.....	37
Imagen 7: Cronograma de obra segunda etapa, camino viejo.....	48
Imagen 8: Diagrama de Gantt típico.....	49
Imagen 9: Avance de obra llevado a cabo por el director.....	58
Imagen 10: Programa Advance.....	60
Imagen 11: Cargar Ítem.....	60
Imagen 13: Cargar datos al programa.....	62
Imagen 12: Resultados del programa.....	61
Imagen 14: Relación agua-cemento vs resistencia.....	65
Imagen 15: Resistencia del concreto.....	66
Imagen 16: Durabilidad del concreto.....	66
Imagen 17: Resistencia del concreto con relación a los días.....	70

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Instalación de tuberías sanitarias	17
Fotografía 2: Armado del refuerzo losa de cimentación.....	19
Fotografía 3: Fundición de la losa de cimentación.....	20
Fotografía 4: Mampostería primer piso	21
Fotografía 5: Preparación de concreto para fundir columnas	23
Fotografía 6: Refuerzo losa de entrepiso	25
Fotografía 7: Fundición de las vigas de entrepiso.....	25
Fotografía 8: Montaje de la motobomba	26
Fotografía 10: Fundición losa de entrepiso	28
Fotografía 9: Refuerzo de la losa de entrepiso	28
Fotografía 11: Descargue de concreto en la motobomba	30
Fotografía 12: Repello fachada.....	31
Fotografía 13: Estructura metálica que soporta el panel yeso	32
Fotografía 14: Estuco zona de cocina.....	33
Fotografía 15: Estuco fachada	34
Fotografía 16: Fachada exterior casa esquinera.....	34
Fotografía 17: Nivelación de la subrasante.....	36
Fotografía 18: Material de mejoramiento	36
Fotografía 19: Extendido del material de subbase	38
Fotografía 20: Nivelación y compactación del material de subbase	39
Fotografía 21: Extendido y compactación del material de base.....	41
Fotografía 22: Proceso de humectación para compactar.....	41
Fotografía 23: Proceso de imprimación	43
Fotografía 24: Deposito del cemento asfáltico en la Finisher.....	43
Fotografía 25: Compactación de la capa asfáltica	44
Fotografía 26: Control de espesor de la capa asfáltica	44
Fotografía 27: Extendido del cemento asfáltico	45
Fotografía 28: Excavación para el sumidero.....	46
Fotografía 29: Terminación del sumidero.....	46
Fotografía 30: Funcionamiento del sumidero.....	47
Fotografía 31: Precipitación en fundición de losa de entrepiso.....	53
Fotografía 32: Fabricación de cilindros de compresión.....	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Herramientas para el replanteo.....	16
Tabla 2: Resistencia mínima de las unidades para muros de mampostería confinada	22
Tabla 3: Ventajas y desventajas de losa con lamina colaborante	27
Tabla 4: Granulometría de subbase granular.....	38
Tabla 5: Especificaciones subbase granular.....	39
Tabla 6: Especificaciones base granular.....	40
Tabla 7: Granulometría de base granular	40
Tabla 8: Dosificaciones recomendadas para proporciones medidas con cajón (34cm x 34cm x 34cm).....	68

INTRODUCCIÓN

Para optar al título de Ingeniera Civil, como lo estipula la Universidad del Cauca, el Consejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, se brinda la posibilidad al estudiante a participar con una entidad constructora para realizar su práctica profesional como pasante, haciendo énfasis y aportes con los conocimientos que se han adquirido durante la carrera

El proceso de pasantía consiste en la vinculación del estudiante en una comunidad o institución, en la cual, bajo la dirección de un profesional experto en el área de trabajo, realiza actividades propias de la profesión, adquiriendo destrezas y aprendizajes que complementan su formación lo cual promueve, reconoce y valora un conjunto diverso de actividades académicas, aplicativas que hacen parte de la formación integral del Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca.

En la actualidad se está ejecutando el proyecto CAMINO VIEJO Club residencial a cargo de la constructora ARINSA S.A, generando un gran desarrollo constructivo en la ciudad de Popayán. La constructora ARINSA S.A. ofrece la oportunidad al estudiante de ingeniería civil de la universidad del Cauca de vincularse en el proyecto e iniciar su práctica o pasantía como modalidad de trabajo de grado para obtener el título como profesional de la Ingeniería civil, el proyecto CAMINO VIEJO club residencial permite al estudiante aplicar sus conocimientos, técnicos y prácticos para seguir un control en la ejecución de la obra, tanto en la utilización de materiales, como en procesos constructivos, donde el pasante planteará y brindará aportes para la solución de diferentes situaciones que se presenten en la obra.

OBJETIVOS

Objetivo General

- ✓ Realizar la supervisión y control de los procesos constructivos en el club residencial CAMINO VIEJO de la ciudad de Popayán.

Objetivos Específicos

- ✓ Supervisar cada una de las etapas que intervienen en la construcción del club residencial, para obtener referentes que permitan mejorar los procesos en futuros proyectos similares.
- ✓ Hacer seguimiento al cronograma de obra para reconocer los factores que afectan directamente la normal ejecución del proyecto.
- ✓ Generar una herramienta informática que ayude a facilitar el control que se tiene en el proceso de construcción de viviendas, enfocada en el rendimiento y avance del proyecto.
- ✓ Realizar el control de calidad al concreto, sus materiales y agregados.

1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

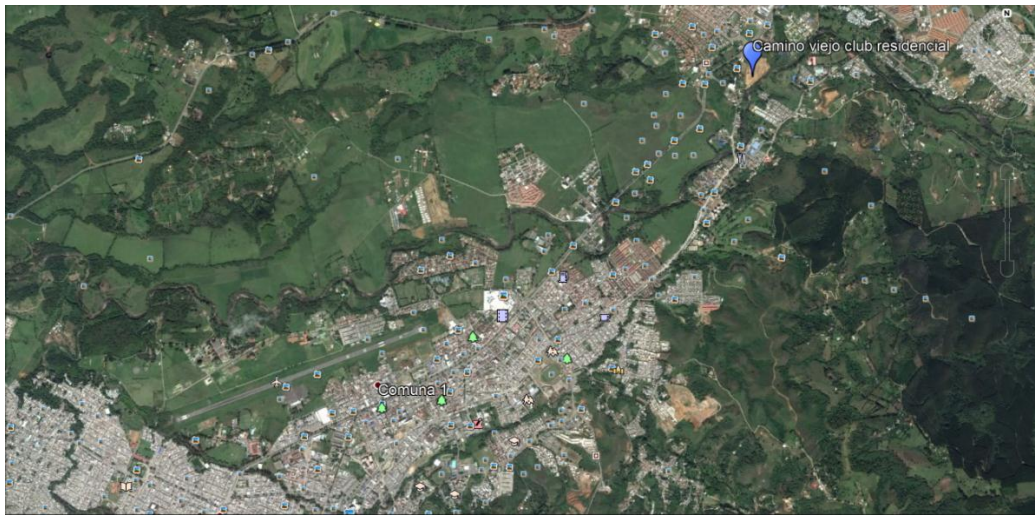


Imagen 1: Ubicación camino viejo club residencial. Fuente: Tomada de Google Earth

El proyecto CAMINO VIEJO, se encuentra ubicado en el norte de Popayán a solo 200 metros de la piedra vía al viejo puente de cauca, en la actualidad es un proyecto de construcción que ejecuta la empresa Arinsa S.A. Es un conjunto que cuenta con 7 manzanas y 150 viviendas, divididas en 2 etapas, la primera etapa con 70 casas ya se encuentra finalizada, la segunda etapa con 80 casas aún está en proceso de construcción, además este conjunto cuenta con zonas sociales



Imagen 2: Vista en planta del conjunto residencial. Fuente: tomada de <http://constructoraarinsa.wixsite.com/arinsa/new-page-cv3s>

como senderos, club house, cancha de tenis, gimnasio al aire libre, juegos infantiles, cancha múltiple, recepción tipo lobby y piscina.

Cada vivienda cuenta con 102 m² construidos en dos plantas, el sistema de cimentación ha cambiado con el transcurrir del tiempo, al principio se utilizaba una cimentación conformada por zapatas, hoy en día las casas se construyen empleando una losa de cimentación como apoyo, por mayor economía. El sistema estructural que maneja es el de mampostería confinada, permitiendo un acabado agradable a la vista.

Las casas cuentan con una losa de entrepiso, construida a base de una lámina colaborante o Steel Deck como se denomina, apoyada sobre vigas en concreto. Para la cubierta se utilizan láminas de aluminio apoyadas en perlines de acero, que a su vez se apoyan en vigas de concreto.



Imagen 2: Planta primer piso. Fuente: tomada de <http://construtoraarinsa.wixsite.com/arinsa/new-page-cv3s>

Imagen 3: Planta segundo piso. Fuente: tomada de <http://construtoraarinsa.wixsite.com/arinsa/new-page-cv3s>

Entre los acabados internos de las casas se cuenta con un cielo falso fabricado en panel yeso, estuco, pintura y al final se utiliza una textura para las fachadas.

El proyecto además de la construcción de casas, cuenta con planes para cimentar las vías que lo conforman, utilizando un diseño de pavimento flexible que consta de 20 cm de subbase, 20 cm de base y 5 cm de carpeta asfáltica.

Durante la duración de la pasantía el estudiante de ingeniería se ve inmerso e involucrado en cada uno de los procesos de construcción que conlleva la edificación de 60 casas, realizando actividades como: revisión de elementos estructurales, supervisión de fundiciones, solución a problemas de cajas de inspección mal ubicadas, observación de la construcción del pavimento flexible, supervisión en la construcción de muros de contención, control y avance del proyecto e inspección de la resistencia del concreto utilizado.

El estudiante al involucrarse en el proceso de la construcción define una visión más amplia del campo de la ingeniería civil y una mayor capacidad en la dirección de proyectos constructivos, complementando sus conocimientos teóricos aprendidos en el transcurso de la carrera, aprendiendo conocimientos impartidos por profesionales de la ingeniería civil.

2 SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS

2.1 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

2.1.1 Replanteo

El replanteo es la primera etapa de la construcción, donde se busca delimitar la obra y marcar en el terreno ejes que definan los parámetros arquitectónicos, estructurales, sanitarios y de instalaciones eléctricas; este consiste en pasar las medidas del plano al lote en tamaño real; al final del procedimiento se tienen como referencia ejes importantes durante el proceso de la construcción. El terreno a trabajar debe quedar superficialmente en la cota cero especificada en los planos, tener especial cuidado donde se instalan las referencias, ya que estas deben existir durante todo el proyecto y no deben ser obstruidas durante la construcción.

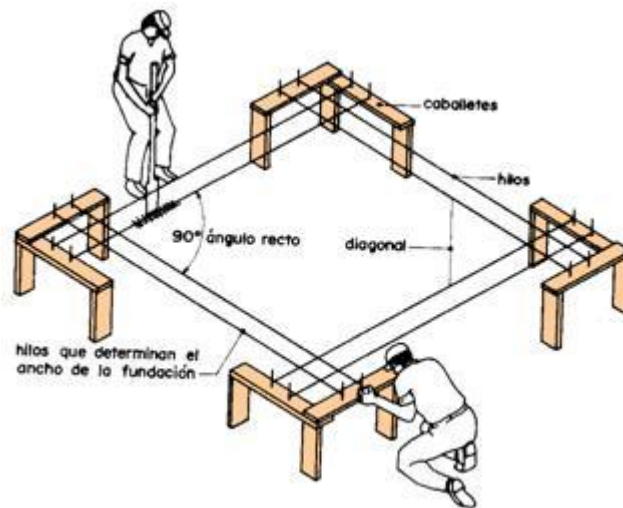


Imagen 3: Proceso de replanteo. Fuente: <http://gruponunez.blogspot.com.co/2016/07/que-es-el-replanteo.html>

Es de suma importancia saber que el replanteo delimita el área, los espacios y los niveles que va a tener la construcción de las viviendas y las equivocaciones en esta actividad, repercutirán en errores inmodificables, por eso deben existir las herramientas y utensilios necesarios para realizar una actividad aceptable.

En el proyecto con base en el replanteo, se instalan las tuberías sanitarias del primer piso de las viviendas con sus respectivas cajas de inspección, estas

tuberías deben quedar por debajo de la cota cero de la cimentación para evitar complicaciones y daños en las siguientes actividades.

Herramientas para el replanteo	
<ul style="list-style-type: none"> • Regla o reglón • Escuadra de albañil • Plomada • Nivel de agua o manguera • Pescantes • Cubo de agua • Brújula • Metro • Cinta metra metálica • Camillas • Cordel • Alambre • Clavos • Estacas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuerda de marcar • Pintura • Yeso • Mortero • Lápiz • Rotulador indeleble • Calculadora de bolsillo • Papel • Plantillas • Trozos de armaduras • Hilo o cinta invar • Falsa escuadra • Jalones • Banderolas

Tabla 1: Herramientas para el replanteo. Fuente: Información tomada de http://www.construmatica.com/construpedia/Oficios_Replanteos_de_Obra:_Ejecuci%C3%B3n_de_un_Replanteo

El replanteo, en la construcción de camino viejo, en primer lugar, se ubican unas guaduas en los puntos claves del terreno, y sobre estas se marcan las referencias de cotas con ayuda del nivel de manguera, que han sido previamente estipuladas para el proyecto, estas cotas servirán como referencia de nivel, para poder encontrar en el terreno de construcción de cada vivienda la cota cero de donde se inicia la cimentación. Luego mediante guaduas se encierra el perímetro que rodea la edificación, estas guaduas son niveladas y dispuestas en escuadra para garantizar que los ejes que en ellas se marquen, queden ortogonales unos a otros, y se marcan utilizando clavos, tanto para ejes principales y ejes de paramento; con

el fin de tener un mayor control sobre los espacios que se detallan en los planos arquitectónicos; por ultimo con ayuda del hilo nylon se plasman físicamente los ejes de la construcción sobre el terreno, para poder empezar el proceso constructivo de la vivienda.



Fotografía 1: Instalación de tuberías sanitarias. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

2.1.2 Cimentación

El grupo de elementos que conforman la cimentación son importantes, brindan de soporte a toda la vivienda, estos elementos trabajan en conjunto transmitiendo y distribuyendo las cargas de la estructura al terreno, sin superar la presión admisible del estrato del suelo. El diseño debe cumplir con requerimientos tanto de seguridad como de costos, para ello existen diversos tipos de cimentación, la elección del más adecuado para las particularidades de cada proyecto, desempeña un papel importante para cumplir con los objetivos constructivos previamente planteados.

El proyecto camino viejo cuenta con un diseño de cimentación superficial, es decir, que se obtiene combinando una losa de cimentación con vigas de cimentación.

Anteriormente, para la construcción de las primeras casas, de la primera etapa valga la redundancia, fueron construidas bajo un sistema de cimentación, que se trabaja mediante zapatas aisladas; pero por las condiciones del terreno, la superficie de las zapatas, daba como resultado áreas considerables, incrementando los costos de la edificación. por este motivo los ingenieros del proyecto optaron por cambiar el tipo de cimentación.

“Una losa de cimentación es una placa flotante apoyada directamente sobre el terreno. La cimentación por losa se emplea como un caso extremo de los anteriores cuando la superficie ocupada por las zapatas o por el emparrillado represente un porcentaje elevado de la superficie total” 1. (Arquitectura, 2012)

Para el proceso de construcción en primera instancia, se arma el acero de refuerzo tanto para la losa como para las vigas de cimentación, siguiendo los parámetros especificados en los planos de diseño, cuando se ha ubicado todo el acero se instalan el acero de refuerzo para las columnas, teniendo especial cuidado en realizar un correcto anclaje entre la losa de cimentación y la base de la columna, denominado nudo.

“Cuando hablamos de sistema de nudos, se hace referencia a las uniones entre columnas, vigas, soleras y tirantes, etc., que conforman el sistema estructural de la edificación...Cuando hablamos de sistema de nudos, se hace referencia a las uniones entre columnas, vigas, soleras y tirantes, etc., que conforman el sistema estructural de la edificación” 2. (Yamila, 2014)



Fotografía 2: Armado del refuerzo losa de cimentación. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

El armado del refuerzo, se hace en base a la losa de cimentación, posteriormente se construye la formaleta para retener el concreto al momento de la fundición, debe realizarse respetando los espacios de recubrimientos y dimensiones del diseño.

Para la fundición de la cimentación, el concreto premezclado traído desde la planta de producción, con una especificación de $f'c = 3000$ PSI y agregado máximo de $1/2''$; pero antes de este proceso, se deben limpiar los aceros y superficies a fundir, y una vez que llega el mixer, es importante verificar que el carro coincida con el formato enviado desde la planta, este formato tiene un número, el cual deberá coincidir con el número que aparece en el sello de seguridad del mixer, cuando todo esté en orden el ingeniero residente, da la orden de empezar con la fundición, tomando tres cilindros testigos¹ por cada mixer que llega desde la planta.

¹ Cilindros de concreto con diámetro de 15 cm y altura de 30 cm, utilizados para verificar la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días.



Fotografía 3: Fundición de la losa de cimentación. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Cuando se termina de fundir toda la cimentación, se debe dejar fraguar una hora dicho procedimiento; para luego proceder a humedecer el concreto para hidratarlo, con el fin de evitar fisuras y que el concreto alcance la resistencia deseada.

“El proceso de hidratación es un proceso exotérmico, que hace que los cementos al fraguar y endurecer aumenten de temperatura; cada compuesto del cemento al hidratarse libera una determinada cantidad de calor en determinado tiempo” 3. (Bernal, 2009)

2.1.3 Mampostería primer piso y segundo piso



Fotografía 4: Mampostería primer piso. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

El sistema estructural adoptado para la construcción de este proyecto, es el de la mampostería confinada, en este sistema, la mampostería se ve sometida a cargas propias de la estructura, y a cargas externas, la necesidad de una resistencia superior en los elementos que la conforman se vuelve un deber. Una buena supervisión y construcción se debe realizar bajo estos elementos estrictamente, para poder garantizar calidad y seguridad.

“La mampostería confinada está conformada por muros contruidos con ladrillos pegados con mortero, confinados por columnas y vigas en concreto fundidas en sitio. Los muros confinados estructurales están diseñados para soportar las losas y techos, además de su propio peso, y resisten las fuerzas horizontales causadas por un sismo o el viento”⁴. (Anónimo, 2014)

Tipo de unidad	f'cu (MPa)
Tolete de arcilla	15
Bloque de perforación horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	5

Tabla 2: Resistencia mínima de las unidades para muros de mampostería confinada. Fuente: Información tomada de NSR 10 Título D

Pasado un día, luego de fundir la losa de cimentación, proceden a la colocación manual de los mampuestos en el primer piso, dicho proceso merece un cuidado especial en la uniformidad y estabilidad de las unidades, como también en el aparejo entre ladrillos, para que de este modo, se pueda tener un comportamiento apropiado al terminar las piezas entrelazadas, y así evitar la formación de fisuras en los muros.

2.1.4 Columnas primer piso y segundo piso

Una vez terminado de pegar la mampostería del primer piso, adecuan los aceros de refuerzos de las columnas para su fundición, completando los estribos de acuerdo al diseño y dejando el traslape necesario de columnas que pasan al segundo piso.

El concreto utilizado para la fundición es de uso general, con dosificación 1:2:2^{1/2}, ya que las columnas tienen el espesor del muro de ladrillo, y queda un espacio muy estrecho entre el acero de refuerzo para la fundición, por eso el concreto de las columnas utiliza un agregado grueso, con tamaño máximo de 3/8" y un aditivo Sikafluid² para que el concreto quede más fluido sin necesidad de adicionar más agua y afectar su resistencia.

² Es un aditivo líquido para concreto, color café, que permite obtener mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, mejorando la resistencia y disminuyendo la permeabilidad.



Fotografía 5: Preparación de concreto para fundir columnas. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Continuando con el proceso anterior, cuando se introduce el concreto sobre las columnas, al ser un espacio tan reducido no se puede utilizar la vibración mecánica, por lo tanto, debe hacerse manual utilizando una varilla larga para punzar el concreto a medida que se va adicionando más mezcla³, todo elemento que se funde con mezcla debe ser vibrado.

“La misión del vibrado es hacer que ese aire que está atrapado en la masa de hormigón vaya subiendo hasta la superficie y se elimine, haciendo que en la masa no quede aire, sino solamente hormigón” 5. (Catalá, 2014)

2.1.5 Vigas de entepiso y vigas aéreas

Las vigas de entepiso y vigas aéreas, son elementos estructurales diseñados para sostener cargas puntuales o uniformes, impartidas por el peso de la propia estructura o de agentes externos, estas cargas viajan a través de las vigas y se

³ En construcción mezcla se denomina al producto resultante al revolver cemento, arena, triturado y agua.

trasmite a las columnas por medio de los nudos o anclajes, este proceso se repite hasta que las cargas llegan a la cimentación.

“La viga es un elemento estructural, fundamental en la construcción, sea ésta de la índole que fuera. Será el tipo, calidad y fin de la construcción lo que determinará medidas, materiales de la viga y sobre todo, su capacidad de sostener y contener pesos y tensiones” 6. (Requejo, 2014)

Se comienza instalando la formaleta inferior, que soportará el acero de refuerzo de la viga, el cual se encargará de soportar las fuerzas de flexión que transmite la estructura, esta formaleta debe apoyarse sobre cerchas metálicas correctamente niveladas, en la instalación de los castillos⁴ previamente elaborados, deben tener especial cuidado en asegurarlos correctamente, en los nudos y realizar un adecuado traslape cuando este sea necesario; una vez que los castillos de las vigas de entrepiso estén asegurados, continúan con la instalación de los castillos de las columnas, que nacen desde la viga y los castillos de las columnas que continúan desde el primer piso, asegurando el nudo entre columna y viga.

Antes de que empiece la fundición de la viga es necesario instalar pedazos de barras de acero, que tengan una longitud aproximada de 40 cm, estas barras de acero deben quedar embebidas en la viga, y la separación está dada por el tipo de lámina colaborante, que se va a utilizar para la losa de entrepiso ya que estas barras servirán posteriormente como apoyo y anclaje de la misma.

⁴ Castillo en construcción se define como el armado del esqueleto en acero de refuerzo del elemento estructural.



Fotografía 6: Refuerzo losa de entresuelo. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Cuando logran cumplir con las especificaciones de diseño, el ingeniero residente revisa los elementos y da la orden de poder fundir, proceden a instalar la formaleta lateral de las vigas respetando las dimensiones de recubrimiento.

Para la fundición utilizan concreto de uso estructural, con una dosificación 1:2:3, como los espacios de fundición aumentan, deben utilizar un tamaño máximo para el agregado grueso de 1/2", y exigen el implemento de la vibración mecánica.



Fotografía 7: Fundición de las vigas de entresuelo. Fuente: tomada por Jhon Edison Ordoñez

2.1.6 Losa de entrepiso



Fotografía 8: Montaje de la motobomba. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

El sistema adoptado para la losa de entrepiso, es un sistema de losa aligerada con lamina colaborante o Steel Deck así denominado en el mercado, este sistema utiliza láminas de acero como soporte y encofrado del cemento al momento de la función, luego de que el hormigón⁵ endurece, la lámina queda embebida a él, ocasionando que se comporten como un solo elemento estructural.

“Una losa compuesta es aquella en que se utilizan chapas o láminas de acero como encofrado colaborante capaces de soportar el hormigón vertido, la armadura metálica y las cargas de ejecución. Posteriormente las láminas de acero se combinan estructuralmente con el hormigón endurecido y actúan como armadura a tracción en el forjado acabado, comportándose como un elemento estructural mixto hormigón-acero” 7. (López Ávila, Larrúa Quevedo, & Recarey Morfa, 2007)

⁵ Hormigón es un material de construcción formado por una mezcla de cemento, arena, agua y grava. Comúnmente se conoce como concreto.

Ventajas	Desventajas
Panel de fácil manejo	Susceptibles a la corrosión al estar expuestas al aire y agua
Ahorro en mano de obra	Pintar periódicamente para evitar corrosión
Lograr superficies más seguras	Al ser de acero es un muy buen conductor de calor y al estar a los 300°C la resistencia disminuye (incendios)
Minimiza el uso de tacos metálicos	
Su utilización posibilita un avance en varios frentes simultáneos para el hormigonado en la fabricación de las losas de una obra	
Resulta más liviana que una losa tradicional	
Menor peso	
Optimizado con ahorro de concreto debido a su geometría	
Facilidad de transporte	

Tabla 3: Ventajas y desventajas de losa con lamina colaborante. Fuente: Tomada de <https://www.slideshare.net/FranciscoVazallo/placa-colaborante-67506240>

El proceso constructivo es muy sencillo, primero se debe revisar que la estructura de soporte esté terminada, para así empezar a cubrir el área determinada con láminas de acero, asegurándolas con las barras dispuestas en las vigas de entrepiso y brindando los apoyos temporales que se requieran.



Fotografía 10: Refuerzo de la losa de entepiso.
Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



Fotografía 9: Fundición losa de entepiso.
Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Cuando la lámina de acero está instalada y nivelada correctamente, empiezan a instalar la malla electro soldada de refuerzo, las que deberán cumplir con lo detallado en el proyecto de cálculo estructural, en esta actividad es importante cuidar la lámina de acero y la malla electro soldada, para que no queden en contacto; en la práctica para evitar este acontecimiento se utilizan panelas⁶ o piedra y sobre la maya electro soldada se instalan los aceros de refuerzos de las columnas, que nacen desde la losa a las columnas que son continuas sobre la

⁶ Son cubos de concreto pobre fabricados in situ, cuya función consiste en brindar separación entre aceros de refuerzos y encontrado o superficies de contacto.

cimentación, cumpliendo con las dimensiones de los espacios especificados en los planos de diseño. Posteriormente se instalan los tendidos de las instalaciones eléctricas, sanitarias e hidráulicas que quedaran incrustados en la losa. Y finalmente se establecen los elementos que actuarán con encofrado en los bordes a la altura de la losa.

Cumpliendo con todas las dimensiones y especificaciones de los planos de diseño, se continua con el proceso de fundición; esperando que el concreto premezclado cumpla con las siguientes especificaciones, $f'c = 3000$ PSI y agregado máximo $1/2"$, para esta actividad se necesita una motobomba, en la cual los mixer puedan descargar el hormigón, para impulsar el cemento hasta el sitio de fundición de las losas de entpiso. Cuando la fundición finaliza, dejan que el concreto fragüe por una hora y pasado el tiempo especificado, humedecen el cemento para su correcto curado.

“En el caso específico del concreto el curado es el proceso con el cual se mantienen una temperatura y un contenido de humedad adecuados, durante los primeros días después del vaciado, para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad...En cuanto a la humedad, se trata de evitar que el concreto se seque velozmente. Dos terceras partes del agua que se adiciona al concreto en el momento del mezclado se evaporan a medida que el concreto va fraguando y va endureciendo. Si ese volumen de agua sale antes que el concreto desarrolle su resistencia, entonces se producirá un agrietamiento excesivo y no se alcanzarán ni la resistencia ni la apariencia que se esperaba” 8. (Osorio, 2016)



Fotografía 11: Descargue de concreto en la motobomba. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

2.1.7 Repello

El repello también llamados revoques, son capas delgadas, lisas y generalmente impermeables de materiales de construcción, utilizados para cubrir muros o paramentos, vigas, columnas, etc. Su proceso es muy riguroso, se debe comenzar humedeciendo las áreas a repellar, teniendo presente que el concreto tarda más en humedecer que el ladrillo, una vez que el área a repellar esté totalmente húmeda, procedemos a preparar una mezcla de arena y cemento adicionando agua hasta lograr que la mezcla tome una apariencia líquida, para luego colocar esta mezcla sobre la pared, esto permite que después la mezcla de cemento y arena húmeda se adhiera con facilidad a la superficie, terminado el proceso, se marcan unas guías con plomada, estas guías servirán de ayuda para darle un acabado uniforme al muro, este procedimiento hay que repetirlo hasta que el muro quede totalmente uniforme. Hay que tener en cuenta que antes de iniciar el repello, todas las acometidas hidráulicas, sanitarias y eléctricas deben estar instaladas.



Fotografía 12: Repello fachada. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

2.1.8 Cubierta

la cubierta inicia cuando los elementos de mampostería, columnas y vigas aéreas del segundo piso estén contruidos, empieza el proceso de la construcción de la mampostería de culatas, que es una porción de ladrillo por encima del nivel del cielo en falso del segundo piso, con la misma pendiente de la cubierta, igual que la construcción de la mampostería del primer piso y del segundo piso, esta (mampostería de culatas), lleva unas columnetas y cintas de amarre hechas en



Imagen 4: Muro de culata. Fuente: Tomado de <http://grapacincoblogspot.com.co/p/criterios-basicos-para-una-unidad.html>

concreto, las cuales servirán de confinamiento.

Posteriormente se instalan los perlines de acero, que van apoyados sobre las cintas de amarre, dándoles la misma pendiente, las hojas de tejas en aluminio apoyadas y aseguradas sobre los perlines de acero, brindan protección y seguridad ante la intemperie. Por último y lo más esencial proporcionar impermeabilidad a la estructura del tejado, esto lo logramos con la colocación de caballetes, solapas y canales para evacuar el agua.

2.1.9 Cielo raso

El cielo raso inicia una vez se haya Terminado el repello interior de la casa, primero se instala la estructura metálica, que dará soporte al panel yeso, asegurándola y nivelándola con un instrumento que lanza un plano horizontal con un láser, que sirve como guía. Posteriormente se estucan⁷ las paredes en primera mano, para luego instalar el panel yeso y estucarlo.



Fotografía 13: Estructura metálica que soporta el panel yeso. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

⁷ Blanquear con estuco

2.1.10 Estuco, pintura y enchapes

El estuco, la pintura y los enchapes; son procesos que inician cuando la cubierta está completamente terminada, como primera medida se instalan los cables de las conexiones eléctricas, posteriormente se colocan las puertas y las ventanas metálicas, cuando esté totalmente terminado este proceso, se estucan las paredes en primera mano e instalan el cielo en falso de panel yeso.



Fotografía 14: Estuco zona de cocina. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Una vez instalado el panel yeso, hay que instalar los enchapes de los pisos, baños y cocina, cuando esta tarea ha sido finalizada, procedemos a trabajar en la segunda mano del estuco, que es la pintura, la carpintería de madera y los arreglos pertinentes para que todo esté en perfecto estado y funcionando adecuadamente.



Fotografía 15: Estuco fachada. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

luego de verificar que todo esté completamente terminado, se realiza el aseo general para la entrega de la vivienda a sus respectivos dueños.



Fotografía 16: Fachada exterior casa esquinera. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

2.2 CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

El proceso de la construcción de un pavimento flexible, se basa en la construcción de la subbase, base y capa de rodadura.

“Este tipo de pavimentos está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra”. (Castaño Martínez, Herrera Betín, Gómez Sáenz, & Reyes Lizcano, 2009)

Empezando la construcción tenemos la subrasante⁸ que junto con tránsito definen el diseño del pavimento a utilizar, en el caso del proyecto camino viejo, (club residencial), el diseño optado para el pavimento flexible es, 20 cm de subbase, 20 cm de base y 5 cm de carpeta asfáltica.

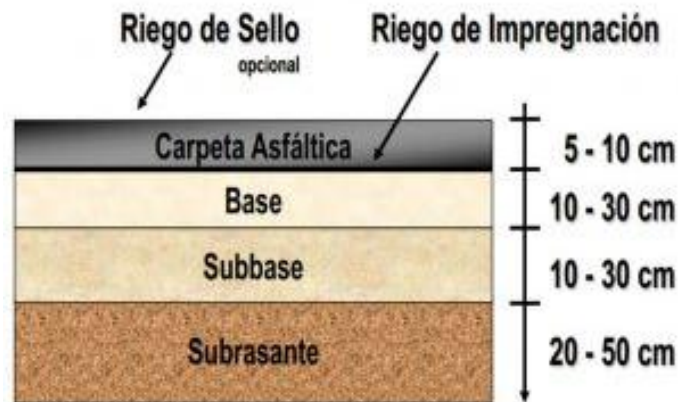


Imagen 5: Sección transversal pavimento flexible. Fuente: Tomada de <http://website.mott.pe/72569443/tag/asfalto-caliente>

El proceso de la construcción del pavimento empieza cuando el terreno este completamente nivelado, teniendo en cuenta que la subrasante esté hasta la cota 0, de la subbase; en este proceso se detectan fallos que pueda tener la subrasante, un fallo puede presentarse cuando el terreno ha sido expuesto a corrientes de agua o empozamientos de agua, esto genera que sobre que el

⁸ Terreno existente que sirve como soporte de las capas del pavimento.

terreno forme una capa de lodo, la cual debe ser retirada hasta encontrar suelo firme y rellenada con material de mejoramiento para alcanzar la cota requerida.



Fotografía 17: Nivelación de la subrasante. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



Fotografía 18: Material de mejoramiento. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

La subrasante, como en todo diseño debe cumplir características estructurales, para que el material que se seleccione para subbase y base, se acomoden en espesores de igual dimensión dando como resultado una configuración de capas, capaces de disipar los esfuerzos que se originan en la capa de rodadura; si la subrasante no cumple con las características estructurales se tiene que elaborar un proceso de mejoramiento.

“En algunos casos, esta capa está formada solo por la superficie del terreno. En otros casos, cuando en estado natural el material de corte del lugar es de muy baja calidad, se tendrá que hacer un proceso de mejoramiento, estabilización y luego darle el grado de compactación necesario para obtener la subrasante adecuada”. (Bonett, 2014)

2.2.1 Subbase

Aparte de la función estructural, la subbase reduce los costos, como se puede apreciar en la imagen 7 el esfuerzo generado en la carpeta asfáltica con la profundidad se va disipando de este modo el esfuerzo que debe soportar la base es mucho mayor que el de la subbase requiriendo así materiales de menor calidad y estos a su vez influyen menor costo.

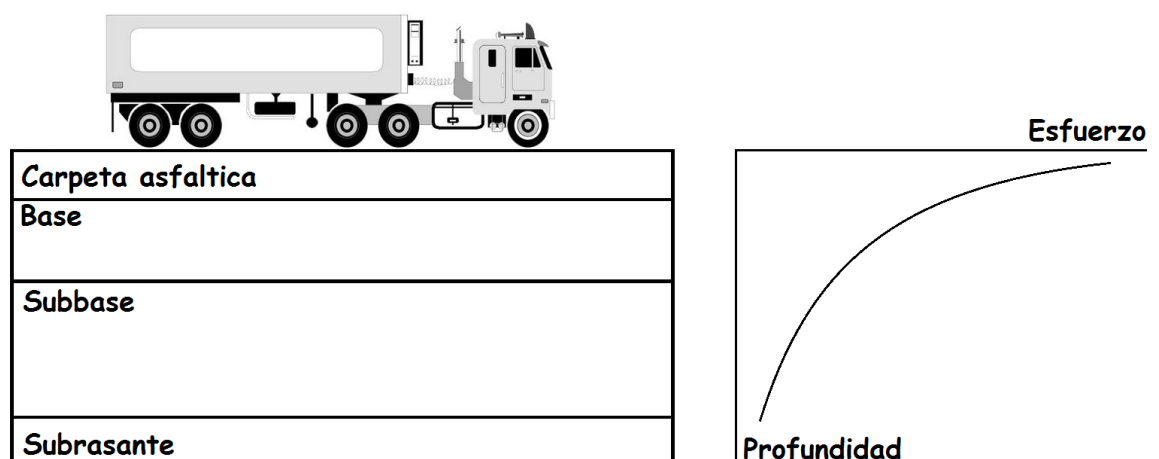


Imagen 6: Disipación de esfuerzos vs Profundidad pavimento flexible. Fuente: Elaborado por Jhon Edison Ordoñez

Cuando la subrasante este nivelada, el material de subbase debe estar disponible, este es un material grueso que cumple con las especificaciones descritas en la tabla (3) para ser utilizado como subbase. Su traslado se realiza en volquetas y es depositado en el sitio donde es requerido, el material es ubicado sobre toda la superficie uniformemente con un tractor que tiene instalada una hoja de motoniveladora.



Fotografía 19: Extendido del material de subbase. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Una vez que se tengan los niveles adecuados, se empieza a nivelar la subbase hasta la cota 0 de la base, este procedimiento lo realizamos con una retroexcavadora de ruedas.

Tamiz	Porcentaje pasa
2"	100%
1 1/2"	70-100%
1"	60-100%
1/2"	50-90%
3/8"	40-80%
#4	30-70%
#10	20-55%
#40	10-40%
#200	4-20%

Tabla 4: Granulometría de subbase granular

Alcanzando la cota cero de la base, procedemos a compactar el material con un rodillo liso vibratorio, hay que tener en cuenta que el material al ser compactado, se reduce su espesor, esta medida debe ser adicionada al momento de nivelar la subbase hasta la cota cero de la base.

Las características de un material de subbase se reconocen por contener partículas grandes como podemos darnos cuenta en la tabla numero 3 la granulometría de la subbase tiene un tamaño máximo de 1 1/2”.



Fotografía 20: Nivelación y compactación del material de subbase. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Especificaciones subbase granular	
Ensayo	INV – 2013
Desgaste máquina de los ángeles	< 50%
Desgaste microdeval	≤ 35, 35, 30
Solidez (Sodio)	≤ 12%
Solidez (Magnesio)	≤ 18%
Limite liquido	≤ 40%
Índice plástico	≤ 6%
Equivalente de arena	≥ 25%
CBR	≥ 30%
Grado de compactación	> 95%

Tabla 5: Especificaciones subbase granular

2.2.2 Base

Su función consiste en transmitir los esfuerzos producidos por el tránsito, en la carpeta asfáltica a la capa de subbase, como podemos apreciar en la imagen 7, esta recibe esfuerzos mucho más grandes que la subbase, por eso sus especificaciones y sus costos aumentan; un buen material si no es compactado adecuadamente no adquiere la compacidad y trabazón estructural requerida para proporcionar resistencia.

Especificaciones base granular	
Ensayo	INV – 2013
Desgaste (Seco)	< 40%, 40%, 35%
Desgaste(Húmedo)	< 55%, 55%, 50%
Solidez	≤ 12% Na, 18% Mg
Índice plástico	≤3%, 0%, 0%
Equivalente de arena	≥ 30%
Valor azul de metileno	≤ 10%
Partículas fracturadas	≥ 50%
Índice de aplanamiento y alargamiento	≤ 35%
Angularidad (finos)	> 35%
CBR	≥ 80%, 80%, 100%
Grado de compactación	100%

Tabla 6: Especificaciones base granular

Finalizada la subbase, empezamos con el material de base, este material a diferencia del material de subbase, es un poco más fino que el material utilizado en subbase, se puede apreciar en la tabla número 6, de acuerdo a la granulometría exigida como el tamaño máximo es de 3/4" y 1", además este material debe cumplir con las especificaciones mostradas en la tabla número 5 para ser utilizado como base.

Tamiz	BG-1	BG-2
1 1/2"	100%	
1"	70-100%	100%
3/4"	60-90%	70-100%
3/8"	45-75%	50-80%
#4	30-60%	35-65%
#10	20-45%	20-45%
#40	10-30%	10-30%
#200	5-15%	5-15%

Tabla 7: Granulometría de base granular



Fotografía 21: Extendido y compactación del material de base. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

El proceso constructivo es similar al descrito en la subbase, hay que marcar las referencias en los niveles adecuados, que servirán como guías junto con la ayuda de la retroexcavadora de ruedas, para así dejar la capa de base en la cota 0 de la carpeta asfáltica, compactando con el rodillo liso vibratorio.



Fotografía 22: Proceso de humectación para compactar. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

También hay que tener en cuenta que, para obtener una compactación adecuada, el material de base y subbase debe cumplir un porcentaje de humedad cercano al óptimo, y así garantizar que la capa de la compactación tenga una densidad cercana a la densidad máxima.

Según (Das, 2002) cuando se agrega agua al suelo durante la compactación, ésta actúa como un agente ablandador de las partículas del suelo, que hace que se deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso.

2.2.3 Carpeta asfáltica

Esta es la última capa que se construye, y es sobre ella donde circulan los vehículos durante el periodo de servicio del pavimento, esta capa además de soportar el tráfico de vehículos, también debe soportar el intemperismo y proporcionar una protección a la base y subbase contra el agua, impermeabilizando toda la superficie del pavimento.

Cuando la base se encuentra finalizada, se procede a la construcción de la capa de rodadura, antes de comenzar con esta se debe hacer el chequeo de que tanto la base como la subbase se encuentran en el grado de compactación adecuado, los grados de compactación alcanzados por los materiales deben compararse con unos requisitos o especificaciones mínimas para obtener el mejor aporte del material, para este proyecto los grados de compactación solicitados son: base 100% y subbase 95%.

Verificados los grados de compactación, ya se puede empezar con la imprimación que consiste en la aplicación de una película de ligante asfáltico líquido de baja viscosidad, sobre la parte superior de una base granular absorbente o porosa, para formar una transición entre la base y la carpeta y además servir de protección en el caso de que la carpeta tarde en construirse, para ello se utiliza un carro tanque que por medio de una flauta va vertiendo la emulsión asfáltica a la capa granular dejándola lista para recibir la carpeta asfáltica.



Fotografía 23: Proceso de imprimación. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



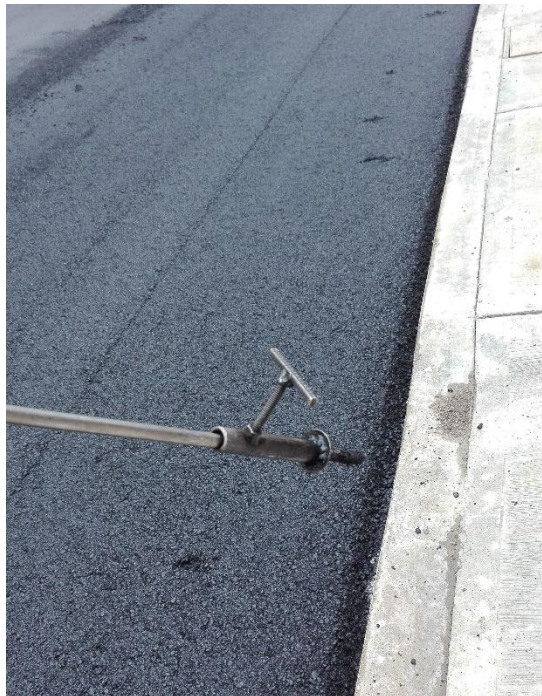
Fotografía 24: Deposito del cemento asfáltico en la Finisher. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Para fundir la capa de rodadura, es necesario controlar la temperatura a la cual llega la mezcla de la planta, esta mezcla es vertida por las volquetas en la maquina Finisher, que extiende la mezcla sobre la imprimación asfáltica y le da el espesor adecuado, controlar el espesor de la capa del cemento asfáltico, en esta

etapa es importante por el tema de costos, con ayuda de una varilla la cual tiene marcada la medida que debe quedar el material extendido, para el proyecto camino viejo este material extendido debe tener un espesor de 6,25 cm, para que después de la compactación terminara con un espesor de 5 cm.



Fotografía 25: Compactación de la capa asfáltica. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



Fotografía 26: Control de espesor de la capa asfáltica. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



Fotografía 27: Extendido del cemento asfáltico. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Una vez que el material es extendido en la vía, sigue el proceso de compactación, este es llevado a cabo por un rodillo liso, el cual compacta el material a medida que la Finisher, lo va depositando, una vez el material está compactado, con ayuda de un rodillo neumático, se logra una textura adecuada sobre la vía, para que esta quede totalmente pareja y sellada.

2.2.4 Sumideros

Cuando la vía está totalmente pavimentada solo queda elaborar un último proceso que es la construcción de los sumideros y realce de las cámaras de inspección,

antes de construir la capa de rodadura se dejan marcados los sumideros y cámaras de inspección.



Fotografía 28: Excavación para el sumidero. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

Con las referencias marcadas sobre la carpeta asfáltica, y de acuerdo a las dimensiones solicitadas por el diseño de los sumideros, se realiza una excavación, a la medida de la profundidad en que se encuentran instaladas las tuberías, que es donde se evacua el agua, Terminada la excavación, continuamos con la fundición del cemento común en las paredes y el piso del sumidero, cuando el cemento ya está seco, se construyen las pantallas con los orificios, para el paso del agua, y por ultimo hay que instalar la tapa del sumidero y efectuar los detalles pendientes para que el agua no se empoce.



Fotografía 29: Terminación del sumidero. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez



Fotografía 30: Funcionamiento del sumidero. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

3 CRONOGRAMA DE OBRA

PROYECTO "CAMINO VIEJO CLUB RESIDENCIAL"
CRONOGRAMA DE OBRA - ETAPA 2 - 2018



		2018																			
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
ESTRUCTURA	VIVIENDAS - 80 CASAS	CANT																			
	1	CIMENTACION	80	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Ep		Cn	Cn	Cn							
	2	MAMPOSTERIA Y COLUMNAS - 1 PISO	80						Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Ep					Cn	Cn	Cn		
	3	VIGAS Y LOSA ENTREPISO	80								Bp	Bp, Ep	Ep	Cn	Cn	Cn	Cn	Cn	Cn		
	4	MAMPOSTERIA Y COLUMNAS - 2 PISO	80									Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep	Cn		
	5	VIGAS Y MAMPOSTERIA CULATAS	80														Bp, Ep	Bp, Ep	Bp, Ep		
	6	REPELLOS	80															Bp, Ep	Bp, Ep		
	7	CARPINTERIA METALICA - INST PUERTAS	80																		
	8	PERLINES Y ENTRAMADO METALICO	80																		
	9	CANALES AGUAS LLUVIAS	80																		
ACABADOS	10	CUBIERTA	80															Bp, Ep	Bp, Ep		
	11	CIELOS - ESTRUCTURADO	80																Bp, Ep		
	12	ESTUCOS Y PINTURA - 1 MANO	80																		
	13	CARPINTERIA METALICA - PASAMANOS	80																		
	14	CARPINTERIA MADERA - PUERTAS	80																		
	15	CIELOS - PANEL Y ESTUCO	80																		
	16	CONCRETO ESTAMPADO PATIO	80																		
	17	ENCHAPES (baños, piso, cocina y patio)	80																		
	18	PROTECCION DE PISOS Y PUERTAS	80																		
	19	ELECTRICAS - CABLEADO Y APARATEADO	80																		
	20	ESTUCOS Y PINTURA - 2 MANO	80																		
	21	CARPINTERIA MADERA - CLOSET Y COCINA	80																		
	22	APARATOS SANITARIOS	80																		
	23	CONCRETO ESTAMPADO RAMPA	80																		
	24	TEXTURA FACHADAS	80																		
	25	CARPINTERIA METALICA - PERSIANA	80																		
	26	PINTURA - 3 MANO	80																		
	27	ASEO FINAL	80																		
	28																				

ELABORO:

GILBERTO QUIROGA
Director de Obra - Camino Viejo
ARINSA S.A.

Bn: Casas de la manzana B de niveles
Bp: Casas de la manzana B planas
En: Casas de la manzana E de niveles
Ep: Casas de la manzana E planas

Imagen 7: Cronograma de obra segunda etapa, camino viejo. Fuente: Ingeniero Gilberto Quiroga

El cronograma de obra, es un diagrama que tiene la función de organizar los eventos y las obras por realizar en un tiempo determinado, y así facilitar la elaboración y la lectura de las informaciones, es preferible combinar una

representación gráfica y la representación textual, utilizando un diagrama cartesiano o un diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt es un gráfico donde las actividades de obra y el presupuesto vienen representadas con una barra, cuya longitud representa la duración prevista para su ejecución.

“El gráfico de Gantt es una herramienta visual para la planificación y programación de actividades o tareas sobre una línea del tiempo. Permite al usuario establecer la duración y el comienzo de cada actividad. A través de una gráfica, fácil de interpretar, el usuario puede llevar un control de la planificación de su trabajo”. (Canive, s.f.)

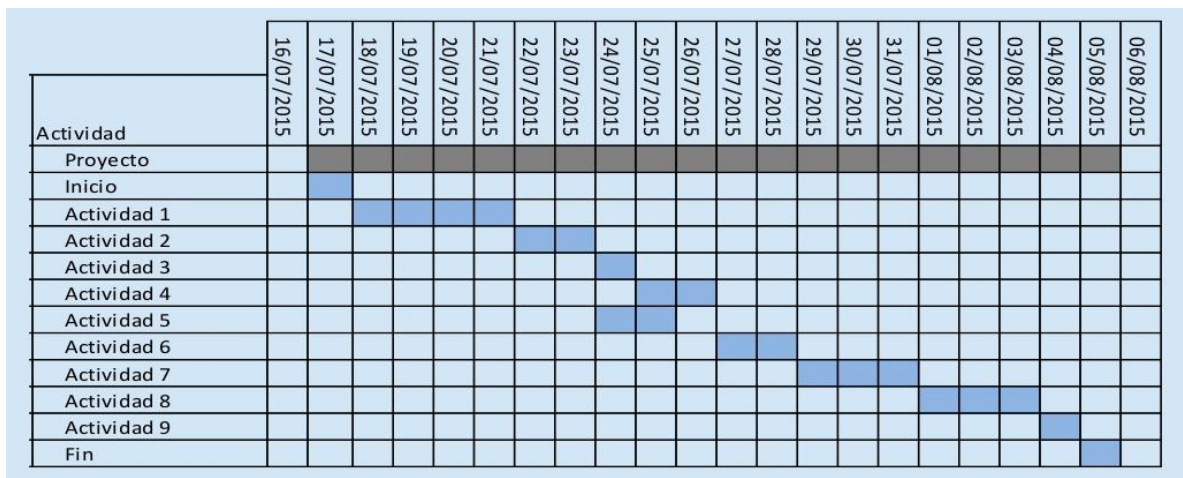


Imagen 8: Diagrama de Gantt típico. Fuente: Tomado de <https://www.slideshare.net/stephanyavendano/diagrama-de-gantt-60708008>

El proceso de elaboración de un cronograma pasa por cinco etapas básicas independientemente del tipo de proyecto o de su duración:

- ✓ Establecer objetivos y metas del proyecto.
- ✓ Definir cada una de las actividades a realizar.
- ✓ Determinar un orden lógico y consecuente de las tareas previstas.
- ✓ Establecer tiempos de cada tarea
- ✓ Definir los recursos necesarios para el desarrollo de cada actividad.

3.1 IMPORTANCIA

Al planificar un proyecto, organizamos todas las actividades del mismo, en una secuencia según su necesidad y controlar en una línea de tiempo los objetivos que se desean alcanzar, con el fin de tener un orden y un control sobre la obra; en la actualidad existen diversas ayudas informáticas, las cuales crean redes entre un conjunto amplio de actividades, permitiendo acercarse más a la realidad de la situación de cada proyecto.

El cronograma de obra en el proyecto, CAMINO VIEJO CLUB RESIDENCIAL; es basado en la venta de las casas, los clientes visitan la casa modelo y si es de su gusto y el precio se acomoda a su presupuesto separan el inmueble, desde ese instante se programa la casa para ser entregada, a más tardar dentro de los próximos cuatro meses, en este momento la empresa ARINSA S.A. hace un compromiso con el cliente y para lograrlo se utiliza un buen cronograma, que permita el cumplimiento de dicho compromiso.

3.2 VENTAJAS

El manejo del tiempo en una obra es fundamental, ya que ningún proyecto prosperaría sin el planteamiento de metas y plazos, a esto lo denominamos eficacia.

Los cronogramas de obras son herramientas que nos ayudan a plantear dichas metas y plazos convirtiéndose en una guía, una referencia a seguir para conseguir los objetivos planteados, estos suponen una garantía de que los objetivos propuestos pueden llevarse a cabo, estas son algunas de las ventajas de los cronogramas de obras.

3.2.1 Focalización de tareas

Si un grupo de trabajadores no saben que quieren lograr o a donde se quiere llegar, cada uno ara lo que mejor le parezca y lo que más le convenga, abra

algunos que incluso no harán nada; pero si existen unas tareas bien definidas y planteadas, cada trabajador sabe qué hacer y así asume la responsabilidad de sus labores, dando como resultado que todas las personas sean productivas, no exista dispersión ni cruce de funciones.

3.2.2 Mejora la dirección y el seguimiento

El cronograma de obra resulta muy beneficioso para los líderes de los proyectos permitiéndoles tener una visión global de cómo marcha el proyecto, si tiene atrasos, dificultades o permitiéndoles prever situaciones que puedan alterar el cronograma y así tomar buenas decisiones a tiempos adecuados, es más fácil dirigir un proyecto teniendo en las manos un cronograma.

3.2.3 Facilita la introducción de cambios

Como proporciona una visión completa y amplia de la ejecución de la obra, ante cualquier eventualidad u obstáculo que altere la buena marcha de los procesos, se pueden tomar medidas correctivas para evitar o mitigar el impacto que esto genere, y de este modo evitar inconvenientes mayores.

3.2.4 Aumenta el nivel de compromiso de los participantes

El cronograma, sirve para poner retos que incluyen plazos pactados en la realización de determinada labor, de esta manera las personas que participan en el proyecto se ven comprometidas a realizar las tareas en los plazos pactados porque saben que si se retrasan las actividades que continúan luego también se verán afectadas.

3.2.5 Optimiza el uso de recursos

La improvisación en los proyectos de construcción jamás debería existir, porque lo único que ocasionan es un desbalance de costos generales y con esto se encamina al fracaso. La elaboración del cronograma permite definir las

herramientas y recursos necesarios, para cada actividad antes de que esta comience, y así tener un control total sobre los materiales y mano de obra que se necesita.

3.3 CAUSAS QUE AFECTAN EL CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA

Cumplir exactamente con la programación estipulada en el cronograma, en la mayoría de los casos de construcción no es factible, por los múltiples factores que generan, como el atraso en el cumplimiento de las actividades, veamos por ejemplo algunas de las causas más relevantes que afectaron el cronograma de obra en el proyecto camino viejo:

3.3.1 La Variación del clima

El clima se considera un factor extrínseco a los proyectos de obra, afectando desde la primera etapa de construcción hasta su vida de servicio; este factor en el conjunto residencial camino viejo ocasiono la mayoría de los problemas, casos como deslizamientos de terreno, formación de lodos en las calles, inestabilidad de taludes y lavado de elementos estructurales al momento de fundir, son los casos que más reincidían y ocasionaba atraso en la edificación de las viviendas.

Un caso particular se presentó el día 19 de enero del 2018, en este día fue programada la fundición de ocho losas de entrepiso, y a las siete de la mañana empezó la fundición, desde la llegada del primer mixer a la planta, todo transcurrió normalmente hasta el mediodía, puesta ya estaban listas, seis losas de entrepiso y la séptima tenía un gran porcentaje de avance, entonces se presentó una precipitación con un alto contenido de agua, lo que ocasionó que el cemento que aún no fraguaba con el agua, lavara sus partículas más finas, dejando solo el agregado, y por más que se intentó cubrir con plásticos el área afectada, esto no evito que gran parte de la losa de entrepiso sufriera daños.



Fotografía 31: Precipitación en fundición de losa de entrepiso. Fuente: Tomada por Jhon Edison Ordoñez

3.3.2 Relaciones laborales

Durante la ejecución de un proyecto de construcción, como lo es el de CAMINO VIEJO, hay una variable que es fundamental para todo el ciclo del proyecto. Esta variable afecta todo el sistema; es de suma importancia las personas con las que continuamente nos relacionamos cada día, estas pertenecen a diferentes jerarquías sociales y a veces se ocasionan disputas e inconvenientes a nivel laboral, y se genera un mal clima organizacional en la empresa. (disputas y conflictos entre los mismos empleados).

Cuando existen este tipo de disgustos el rendimiento en la obra decae notablemente, y la calidad de la construcción también es afectada, un ejemplo claro en el proyecto camino viejo, se presentó en las viviendas de la manzana E casas (11-12), cuando el contratista encargado del repello tuvo un inconveniente con el ingeniero residente, entregó una activada en un estado pérfido, el repello no cumplía con escuadra, los muros tenían una falta de verticalidad y las acometidas eléctricas estaban tapadas por el repello, el tiempo empleado por el contratista en

mejorar estas imperfecciones fue aproximadamente de un mes y quince días, generando atraso en las pos actividades.

3.3.3 Improvisación

La falta de programación de actividades repercute en el avance y cumplimiento del cronograma de obra, teniendo que acudir a la improvisación como última instancia.

La improvisación genera un riesgo en la construcción, teniendo un alto porcentaje de incertidumbre en si funciona o fracasa, si fracasa, los problemas que se presentan alteran de manera significativa la normal ejecución de las actividades generando que la programación del cronograma se modifique, aumentando el tiempo y elevando los costos.

3.3.4 Imprevistos

Este factor es uno de los más importantes al momento de ejecutar un proyecto de construcción y tiene que estar presente en todas las actividades desarrolladas, su alteración en el cronograma de obra puede ser de manera muy significativa o relevante, todo depende de la magnitud del problema que ocasione el imprevisto, en el proyecto se presentó un caso particular con la actividad de la pavimentación.

La pavimentación de las vías del conjunto estaba programada para el 16 de febrero del 2018, el contrato es realizado por una empresa de la ciudad de Cali la cual quedo de traer la maquinaria y el material necesario para el proceso, cinco días antes de la fecha tuvo lugar el proceso de imprimación de la base con la emulsión asfáltica, y dos días después por circunstancias de orden público que se presentó en las principales vías de Colombia en este caso la vía panamericana que conecta la ciudad de Popayán con la ciudad de Cali, la empresa de Cali no podía traer la maquinaria ni el material, generando así un atraso en las actividades programadas para las cuales se necesitaban tener la vía pavimentada.

Cuando se solucionó en problema de orden público las fuertes lluvias habían dañado la imprimación de la base, se necesitó volver a imprimir las partes afectadas, más que todo en las vías donde se tenía mayor pendiente donde el agua realizo brechas a ambos costados de la calzada.

3.4 CONSECUENCIAS

Las principales consecuencias en el incumplimiento del cronograma sin justificación son las multas y las sanciones que esto genera, también genera consecuencias en la parte económica ya que entre más se alargue el tiempo, más sobrecostos tendrá, estos sobrecostos podrían superar a los previstos en el análisis de precios unitarios repercutiendo en pérdidas para la entidad contratante, para prevenir estos incidentes se debe llevar un muy buen control en el proceso de construcción para poder tomar decisiones a tiempo que ayuden a mitigar el impacto.

4 CONTROL EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Este capítulo tiene por objeto tratar el conjunto de diversas funciones que conforman la actividad de realizar un adecuado proceso de control y verificación en la obra camino viejo.

El control de obra es muy importante, porque en el constante monitoreo de todas las actividades previamente especificadas en el cronograma de obra, se verá reflejado el avance del mismo, si se tiene un control adecuado, se pueden evitar futuros problemas que repercutirán en el costo de la obra; “El control y monitoreo, yendo de lo más particular a lo más general, es esencial en cada proyecto de construcción, con esto se conoce el estado en que se encuentra el proyecto en general. Si se tiene un adecuado control, se puede evitar problemas posteriores que después sean inminentes y que traigan repercusiones en las utilidades”. (Pérez Cervantes, 2004)

El avance de cada actividad que conforma el proyecto se representa mediante porcentaje realizado y es completamente independiente del dinero gastado, materiales empleados, mano de obra y del tiempo que se ha necesitado; “El avance se define como el trabajo realizado y es independiente tanto en cantidad presupuestada como del tiempo empleado en dicha actividad”. (Stasiowski & Burstein, 1997). La información de gastos de material se debe tener muy en cuenta para poder realizar compras programadas y periódicas y de esta forma evitar que falte materia prima para la construcción.

El proceso de control en la construcción camino viejo es aplicado por el Director de obra es el que semana a semana evalúa el comportamiento de la obra y es el que toma decisiones y acciones que influirán en el futuro del proyecto, estas decisiones se toman en conjunto en el comité de obra.

En el proyecto camino viejo se vuelve un poco laborioso el proceso de controlar el proceso constructivo de la obra, ya que al ser un proyecto con 150 casas es muy complicado llevar el control de cada una de ellas, y por eso es que en el sector de

las obras civiles es importante utilizar herramientas que optimicen la planificación, programación, asignación de tareas, administración de recursos y presupuestos en procesos relacionados con la construcción.

4.1 COMITÉ DE OBRA

Esta es una manera global de realizar un control del proyecto, en este lugar se reúnen todos los integrantes del proceso de construcción de camino viejo, para observar, evaluar y discutir el desarrollo de la construcción, este es el sitio donde se toman las decisiones y compromisos que adquiere cada persona para poder lograr el objetivo común.

El comité de obra es de suma importancia para la prosperidad del proyecto es aquí donde todas las personas solucionan sus inquietudes y desacuerdos, en este comité se genera un acta donde los participantes firman su asistencia, esta firma confirma que la persona está de acuerdo con todo lo discutido en el comité como también que está aceptando los compromisos y acatando las órdenes que aquí se presentan.

4.2 AVANCE DE OBRA

Es un proceso para realizar control sobre el proyecto más minucioso, tiene su fundamento en la medida que se avanza en las actividades, se reporta un porcentaje que hace referencia a lo que se ha ejecutado con respecto a lo planteado, al tener toda la información del proyecto actualizada a la fecha, tiene la capacidad de deducir las actividades que se encuentran retrasadas.

El avance de obra se realiza por cada actividad que conforma la construcción de las viviendas, asignándoles un porcentaje en una fecha determinada; el continuo proceso de actualizar la información y procesarla sirve como referencia para comparar el desarrollo del proyecto durante el tiempo. El análisis mediante graficas puede ser de gran ayuda durante este proceso porque es más fácil observar el comportamiento del rendimiento de la obra.

Las fechas y compromisos pactados en el comité de obra, pueden ser evaluadas mediante el avance de obra, en este se observa que tanto porcentaje han completado los compromisos pactados y así el director de obra pueda tomar medidas correctivas si son necesarias y poner más atención en aquellas áreas de la construcción que requieran actividades más rápidas.

El avance de obra en el proyecto camino viejo es realizado tomando datos en el campo del progreso de las viviendas y procesando la información en un archivo de Excel manualmente, esta tarea dispone de mucho tiempo para realizarla y fácilmente se puede cometer errores de digitación, además el avance que se elabora semanalmente es perdido con la información del nuevo avance, estos factores junto con otros como la manera de presentar la información convierten este proceso en una mezcla de información y de datos imposibles de presentar ante un comité; también cuenta con la falencia de no poder observar el progreso de la obra al transcurrir el tiempo, esto influye en no poder deducir si la obra ha mejorado o ha empeorado o sigue de igual manera.

AVANCE REPELOS - DISTRIBUCION CASAS PRIMERA ETAPA - CAMINO VIEJO											
		C	D	A	B						
MAESTRO DE OBRA	CAS.	MUR	ESQ	ESQ	MED	MED					
CARLOS DIDIER PEREZ	20	6	2	J	14	7					
HERNAN PEREZ	14	5	2	J	12	5					
JORGE PEREZ	16	4	2	J	10	5					
MARCIAL RAMOS	22	0	1	Q	11	0					
	72	15	7	3	47	17					

MANZANA G															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ZAPATAS CIMENTACION															
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

MANZANA E								
12	11	10	9					
LOSA CIMENTACION								
###	###	###	###					
1	2	3	4	5	6	7	8	
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

MANZANA F																		
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15					
LOSA CIMENTACION																		
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
ZAPATAS CIMENTACION																		
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		

MANZANA C											
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11		
LOSA CIMENTACION											
0%	0%	28%	0%	38%	8%	43%	43%	48%	48%		
ZAPATAS CIMENTACION											
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

MANZANA D																		
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15					
LOSA CIMENTACION																		
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		
ZAPATAS CIMENTACION																		
100%	100%	100%	100%	100%	43%	43%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%		

MANZANA A															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
LOSA CIMENTACION															
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
ZAPATAS CIMENTACION															
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

MANZANA B											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
LOSA CIMENTACION											
###	###	95%	95%	###	100%	93%	###	94%	95%		
ZAPATAS CIMENTACION											
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11		
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		

Imagen 9: Avance de obra llevado a cabo por el director. Fuente: Director de obra camino viejo

4.3 PROGRAMA ADVANCE

Aplicando los conceptos de programación inculcados en la universidad se ha decidido crear una herramienta informática que ayude a solucionar el problema que se tiene al momento de efectuar el avance de obra en el proyecto.

El programa advance es creado en Microsoft Excel con ayuda del desarrollador de Visual, cuenta con una interfaz y tareas propias del proyecto dando una mayor organización de la información que se recolecta en el campo guardándola en una base de datos que permite tener un amplio seguimiento del desarrollo del proyecto semana a semana.

Este programa es pensado para facilitar el procesamiento de información que se recolecta en el campo y la manera de visualizar dicha información, contando con las siguientes características.

- ✓ Interfaz de fácil manejo y comprensión.
- ✓ Plano del conjunto donde evidenciar la distribución de manzanas y viviendas.
- ✓ Viviendas que cambian su color dependiendo del porcentaje avanzado
- ✓ Porcentaje de avance para cada vivienda en cada actividad.
- ✓ Porcentaje de avance global de la construcción.
- ✓ Porcentaje de avance de cada actividad en cada manzana.
- ✓ Graficas que relacionan el avance de la obra a través del tiempo.
- ✓ Porcentaje de avance semanal.

4.3.1 Estructura del programa

El programa cuenta con el siguiente funcionamiento.

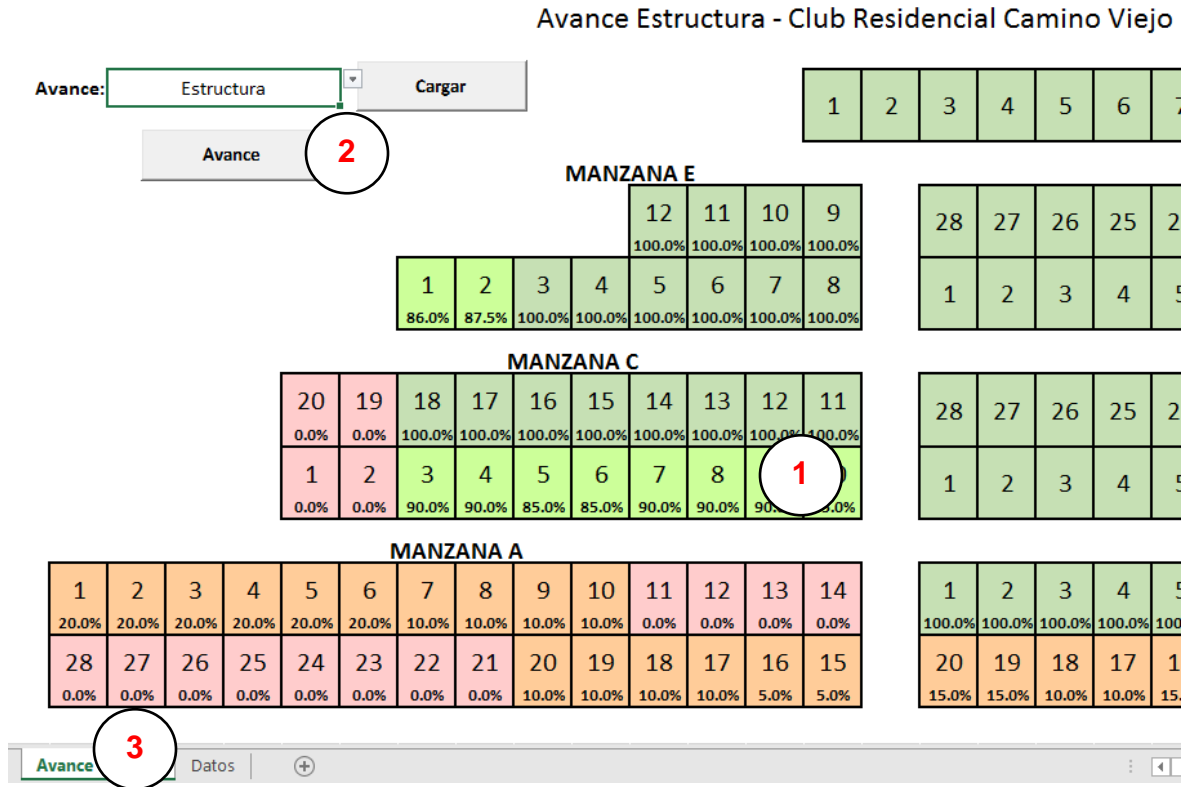


Imagen 10: Programa Advance

En 1 podemos observar que se muestra una planta general del proyecto dividido en manzanas y cada manzana con sus respectivos números de casas.

En 2 se tiene dos comandos, el comando cargar sirve para poder visualizar el avance del ítem que se quiere, se puede elegir 11 diferentes ítems, estructura, repellos, cubiertas, cielo raso, estuco y pintura, textura, pisos y enchapes, carpintería metálica, carpintería aluminio, carpintería madera y el avance global que junta todos los anteriores ítems y muestra el avance global que se tiene en la obra hasta el momento.

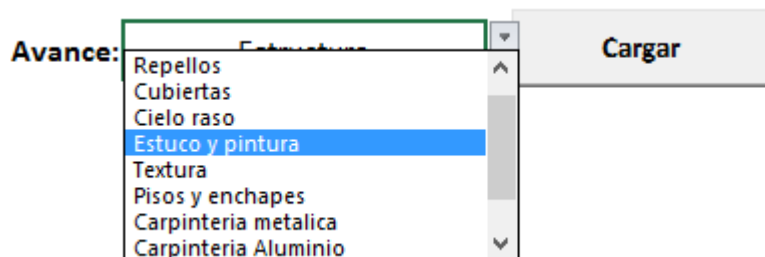


Imagen 11: Cargar Ítem

El comando avance nos muestra más detalladamente el avance que tienen los diferentes Ítems, el avance que se tiene en cada manzana, el avance total y nos indica cual fue el avance semanal que se tuvo en dicho ítem. También nos ilustra con un gráfico los reportes realizados en las anteriores semanas para poder visualizar el avance del proyecto a través del tiempo.

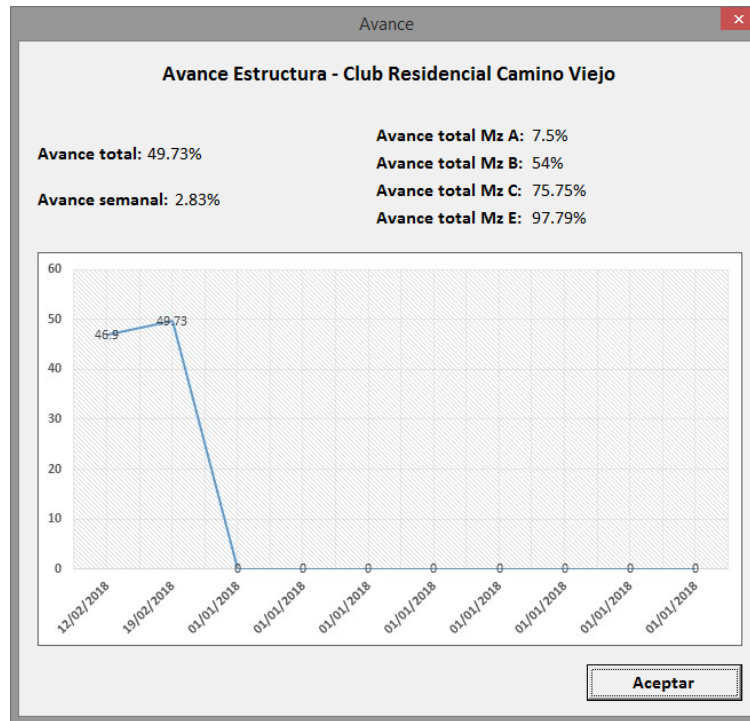


Imagen 12: Resultados del programa

En 3 se puede observar dos pestañas, “avance de obra” que es la anteriormente mencionada y “Datos” que es donde se cargan la información tomada en el campo para que el programa alimente su base de datos.

Fecha: 01/02/2018

Manzana: B

Guardar

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11
ESTRUCTURA											
EXCAVACIONES + ACERO CIMENTACION	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
CIMENTACION + ACERO COL 1 PISO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
MAMPOSTERIA 1 PISO + COL 1 PISO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
VIGAS ENTREPISO + LOSA ENTREPISO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
MAMPOSTERIA 2 PISO + COL 2 PISO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
VIGAS AEREAS + MAMPOSTERIA CULATAS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
CINTAS DE CUBIERTA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
CUBIERTA											
PERLINES	100	100	100	100	100	100	80	80	0	0	0
HOJA TEJA	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
CABALLETES Y SOLAPAS	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
REPELLO											
1 PISO: INTERIOR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
1 PISO: EXTERIOR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2 PISO: INTERIOR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2 PISO: EXTERIOR	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
CIELO RASO											
1 PISO: ESTRUCTURADO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
1 PISO: PANEL ESTUCADO	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 PISO: ESTRUCTURADO	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
2 PISO: PANEL ESTUCADO	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTUCO Y PINTURA											

Avance de obra Datos

Imagen 13: Cargar datos al programa

En esta pestaña de “Datos” se ilustran los ítems y las actividades que componen cada ítem, para realizar el avance de obra se maneja un rango de 0 a 100, donde 100 significa que la actividad ha sido realizada en su totalidad.

Este trabajo de campo se debe realizar para cada una de las casas que componen cada manzana.

4.3.2 Resultados

El programa avance resulta de mucha ayuda para disminuir el tiempo de procesamiento de datos como también la manera de organizar y presentar la información proveniente del campo, este es un claro ejemplo que las ayudas informáticas que se nos presentan hoy en día nos pueden ser de mucha ayuda en

nuestras labores cotidianas, permitiendo hacer lo complejo en algo mucho más sencillo y con mejores resultados.

El programa también resulto de mucha ayuda en los comités de obras discutiendo el progreso de cada actividad al ser cargada y mostrada en el programa a los contratistas encargados de la construcción de las casas, reconociendo así atrasos en el progreso de la edificación.

En general los resultados son muy satisfactorios cumpliendo mucho más que propósitos planteados.

5 SUPERVISIÓN DEL CONCRETO

Supervisar el concreto en obra es uno de los aspectos más fundamentales debido a que es el que proporciona que las solicitudes de diseño se cumplan. “El uso masivo de materiales como el concreto demanda una atención especial debido a que sobre éste recae gran parte de la responsabilidad en cuanto a la integridad estructural de la edificación, es por eso que al concreto se le hacen obligatorias: inspecciones visuales, pruebas de campo, mediciones, análisis de laboratorio, recolección y evaluación de datos, que hacen parte de los procesos de supervisión en obra que deben ser realizadas por personal técnico especializado”. (Anonimo, 2013)

El proceso de supervisar el concreto consiste en aprender a través de la práctica, a identificar si un concreto se encuentra óptimo para ser utilizado. En el proyecto camino viejo se utilizan dos tipos de cementos, el cemento de uso general y el cemento de uso estructural, para cada tipo de cemento se manejan diferentes dosificaciones con las cuales se puede alcanzar la resistencia de 3000 PSI, para alcanzar esta resistencia es necesario realizar una supervisión al momento que se prepara la mezcla de concreto, verificar que los agregados estén limpios y que adicionen las cantidades solicitadas, el agua que un factor determinante para que el cemento desarrolle la mejor resistencia debe ser adicionada con moderación y realizar ensayos de compresión a diferentes muestras para verificar que se está cumpliendo con la resistencia de diseño.

5.1 CONTROL DEL AGUA

El agua en el concreto es indispensable para que el cemento desarrolle toda su resistencia, adicionada moderadamente, pero cuando esta se sobre pasa de la cantidad necesaria ocasiona una pérdida considerable de resistencia al hormigón; el contenido en cemento habitual de un m³ de concreto varía entre 400 a 450 kg/m³, y una relación de agua – cemento de 0.45, tomemos un valor de 425 kg/m³, esto significa que en un m³ de hormigón tenemos aproximadamente 195

litros de agua, cantidad necesaria para que concreto adquiriera la resistencia solicitada, un trabajador cualquiera mira la mezcla preparada anteriormente y decide adicionar más agua porque la mezcla está seca, adiciona aproximadamente 60 litros de agua y esto ocasiona que nuestra relación agua – cemento pase de 0.45 a 0.47 generando menor resistencia al hormigón.

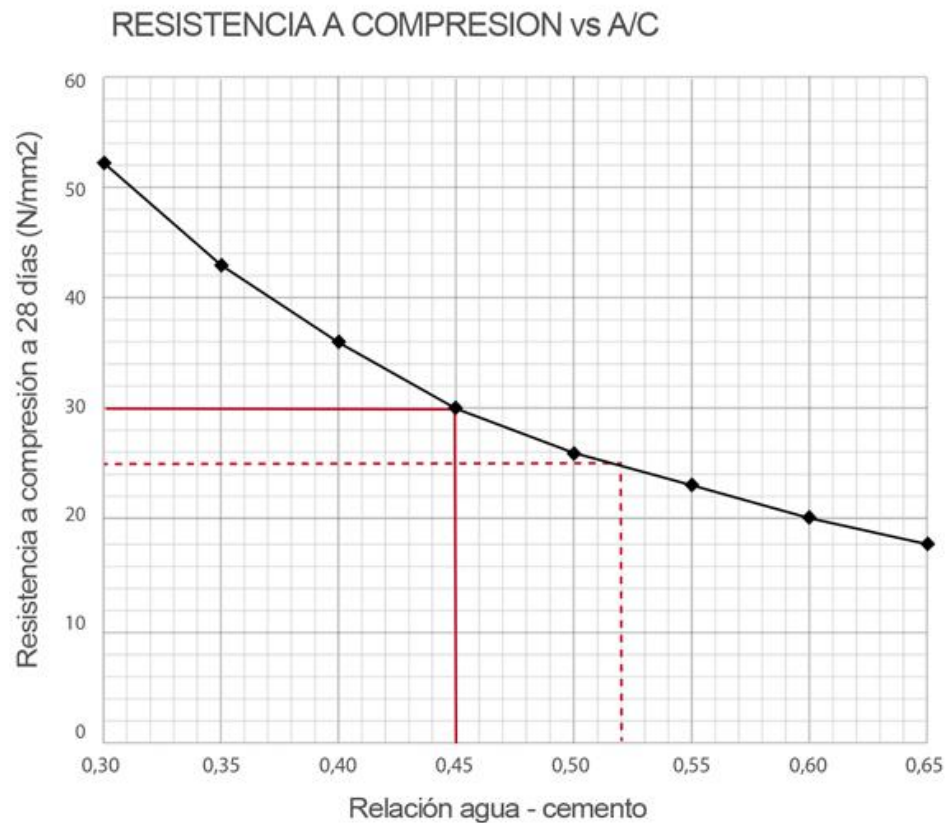


Imagen 14: Relación agua-cemento vs resistencia. Fuente tomada de <http://bestsupportunderground.com/wp-content/uploads/2017/02/grafica-compresion.jpg>

Cuando la relación agua – cemento en un concreto cambia, lo que ocurre es que el espacio entre partículas de cemento es proporcional a la relación agua cemento, cuando esta aumente las partículas de cemento se alejan, generando pequeños poros en la mezcla, estos poros ocasionan que el concreto pierda durabilidad.

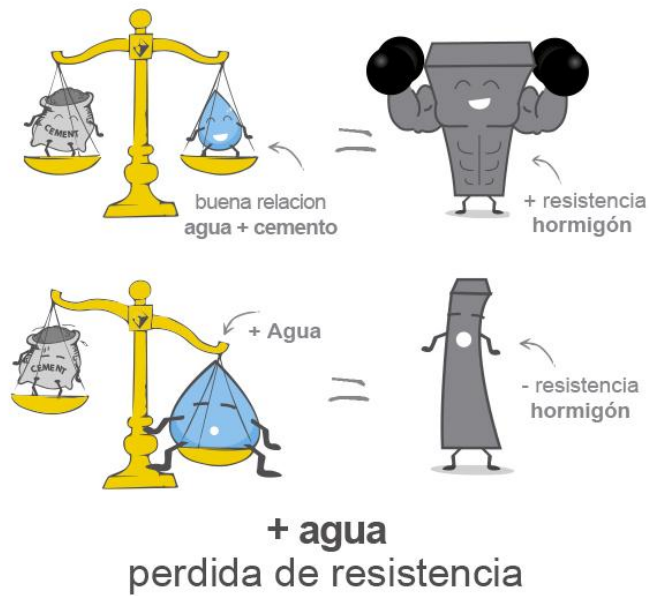


Imagen 15: Resistencia del concreto. Fuente: Tomada de <http://bestsupportunderground.com/relacion-agua-cemento>

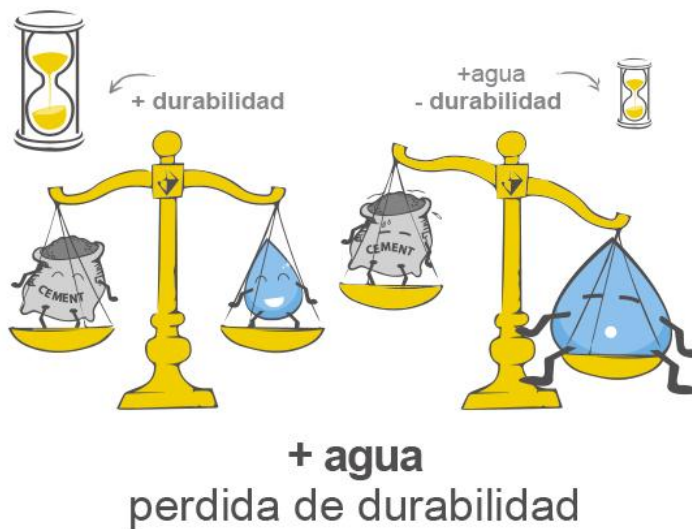


Imagen 16: Durabilidad del concreto. Fuente: tomada de <http://bestsupportunderground.com/relacion-agua-cemento>

En la practica el control sobre el agua en la mezcla es muy diferente a la teoría, porque esta no es una medida exacta siempre va a depender de muchos factores que ocasionan que las cantidades de agua adicionar cambien frecuentemente, para ello en el campo se utiliza la toma de cilindros para poder evaluar las

resistencias de los concretos que se están preparando en la obra y estos datos sirven como referencia para deducir en el campo cuando una mezcla necesita más agua o por el contrario tiene mucha agua.

Para el proceso de mezclado sirve prácticamente cualquier agua que no presente fuerte olor o sabor, debe estar limpia, no usar agua que esté contaminada con aceites, ácidos o materia orgánica y siempre medir el agua adicionar, nunca verter agua a la mezcla de hormigón con manguera.

Una práctica nociva evidenciada en el proyecto camino viejo, es la elaboración de mezclas muy fluidas, mediante adición en exceso de agua con el fin de tener una mayor comodidad y facilidad a la hora de fundir elementos de difícil compactación del concreto, como lo son las columnas de confinamiento.

5.2 PROCESO DE MEZCLADO

Para realizar un adecuado proceso de mezcla en un determinado volumen de hormigón es necesario la utilización de la mezcladora de concreto, el uso de este instrumento proporciona un mayor grado de eficiencia como también mayor intercambio de los áridos; “Se recomienda que, para todos los elementos estructurales, el proceso de mezclado se efectúe con batidora. Las investigaciones han demostrado que el concreto elaborado a mano, o “a pala”, en la construcción de obras en nuestro país, no alcanza las resistencias mínimas especificadas”. (Masís, 2006)

En la práctica es común dosificar los áridos por volumen, empleando un cajón de madera o de aluminio, en él que quepa el contenido de un saco de cemento de 50 kg, en el proyecto camino viejo se utilizan cajones de aluminio con dimensiones (34cm x 34cm x 34cm); tanto la piedra como la arena se miden utilizando este cajón, tener en cuenta que según la humedad de la arena esta aumenta su volumen, si este es el caso se debe adicionar más arena para realizar una adecuada dosificación.

CEMENTO		ARENA		AGREGADO GRUESO		AGUA
Tipo	1 saco (50 kg)	Tipo	Cant. (cajones)	Tipo	Cant. (cajones)	Cubeta 19 litros
UG	1	Río	3	19 mm Río	2 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂
UG	1	Río	2 ¹ / ₂	16 mm Río	3	1 ¹ / ₂
UG	1	Tajo	1 ¹ / ₂	25 mm Cantera	2	1 ¹ / ₂
UG	1	Río	2	25 mm Cantera	2	1 ¹ / ₂
UG	1	Cantera	2	25 mm Cantera	2	1 ¹ / ₂
UG	1	Cantera	1 ³ / ₄	12 mm Cantera	2	1 ¹ / ₂
UG	1	Tajo	2	25 mm Tajo	2	1 ¹ / ₂

Tabla 8: Dosificaciones recomendadas para proporciones medidas con cajón (34cm x 34cm x 34cm). Fuente: <https://drive.google.com/file/d/0Bz2Rjej3dQ9wRzNuMHlTDhZWDA/view>

5.2.1 Secuencia de mezclado

Para producir un concreto de calidad los ingredientes deben medirse con precisión e incorporados correctamente en la mezcladora, estos son los pasos seguidos en el proyecto de construcción:

- ✓ Agregar en la mezcladora la grava en su totalidad y después la arena, mezclar por 30 segundos.
- ✓ Agregar un bulto de cemento y dejar homogenizar por 1 minuto.
- ✓ Adicionar agua y mezclar por 3 minutos

Al final del proceso de debe tener una mezcla uniforme y si este no es el caso se puede extender el tiempo del último paso por unos minutos más, teniendo especial cuidado en no sobre mezclar el hormigón, pues si esto ocurre los agregados pueden segregarse o quebrarse lo que afectara la calidad del concreto.

5.3 TOMA DE CILINDROS



Fotografía 32: Fabricación de cilindros de compresión. Fuente: Foto tomada por Jhon Edison Ordoñez

Los cilindros de concreto para ensayo desempeñan un papel importante en la construcción porque son el soporte para corroborar la resistencia de diseño de los elementos estructurales, también con ellos pueden verificar si la dosificación utilizada sirve para el tipo de material existente, ya que la resistencia del concreto varía de acuerdo a la resistencia de los agregados; en proyectos de este tamaño día a día entran volquetas cargadas con material, por esto los agregados están en constante cambio y esto influye a que la resistencia de los cilindros para ensayos cambie considerablemente, cuando estas resistencias cambian se opta por configurar la dosificación.

En la construcción del proyecto elaboran cilindros de compresión cuando existen fundiciones importantes como vigas de entrepiso, losas de cimentación, muros de contención, losas de entrepiso y vigas de cubiertas, tomado por lo general 3 cilindros por cada elemento a fundir, el primer cilindro es elaborado al inicio de la fundición, el segundo cuando a la mitad y el ultimo en el final de la fundición. Estos

cilindros son ensayados a los 7 y 14 días, dejando el ultimo cilindro como testigo si las resistencias de los dos primeros están dudosas, este cilindro se ensaya a los 28 días si es necesario ya que a esta fecha el concreto adquiere la mayor parte de su resistencia.

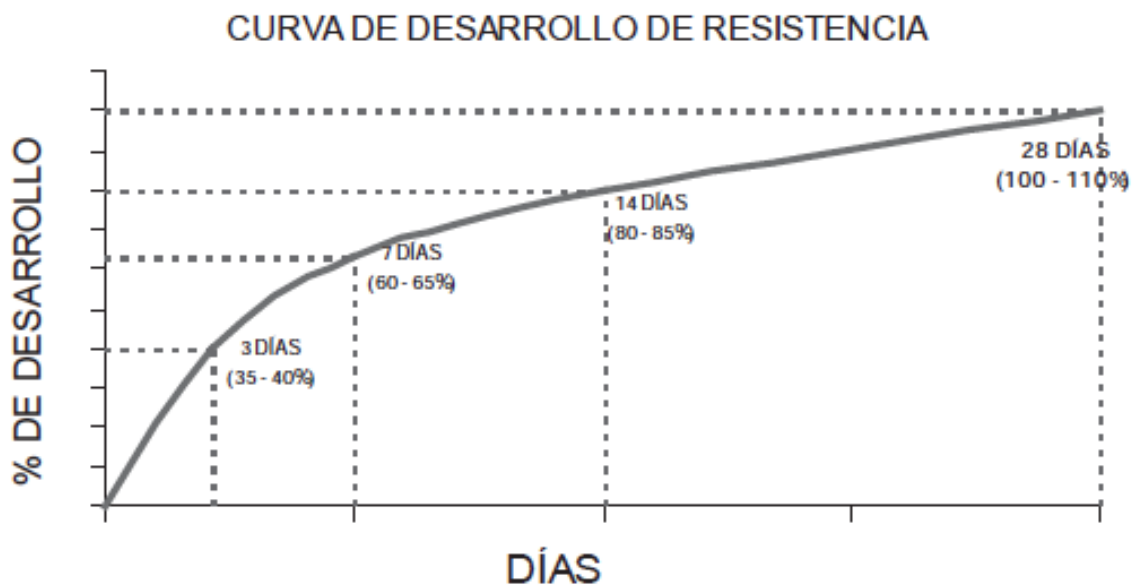


Imagen 17: Resistencia del concreto con relación a los días. Fuente: Tomada de <http://www.hormigonandino.com.co/index.php/productos/item/45-concreto-para-pavimentos-mr>

Para este procedimiento se utilizan moldes no absorbentes ni deformables, de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, antes de llenarlos estos moldes deben ser colocados en una superficie lisa de donde no deben ser movidos hasta el desencofrado; los moldes son compactados mediante varillado, llenando tres capas de igual volumen y compactando con una varilla metálica lisa con diámetro de 16 pulgadas y 60 cm de longitud, dando 25 golpes por cada capa, la última capa de debe tener un exceso de concreto para poder ser enrasada y que la muestra adquiera la altura de 30 cm determinada por el molde.

Los cilindros son dejados sin tocarlos o moverlos hasta el día siguiente, para lograr que el cemento endurezca lo suficiente para que pueda resistir su manejo, pasado este tiempo los cilindros son desencofrados y puestos en tanques de agua para su curado, estos permanecen en la obra durante 7 días, luego son llevados al

laboratorio donde los depositan en piscinas llenas de agua hasta el día del ensayo.

5.4 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el proceso de verificar y supervisar la construcción , en todas sus etapas es muy satisfactorio, en el proceso de cimentación, la gran mayoría de los cilindros fabricados en el proyecto, cumplen con las especificaciones requeridas, logrando desarrollar destrezas en el momento de la preparación de la mezcla, para obtener buenos resultados al momento de los ensayos de compresión, los cilindros que contaban con poca resistencia tenían exceso de agua, y esto ocasionaba que al momento de fabricar los cilindros de compresión, la mezcla se segregara permitiendo que el cilindro fallara por la parte superior a una presión menor de 3000 PSI; otros cilindros tuvieron una confección defectuosa especialmente los primeros cilindros realizados pero con el pasar de los días fue mejorando esta práctica.

En la estadía en el proyecto se fabricaron alrededor de 130 cilindros de compresión con diferentes resistencias, las ponderaciones de los datos dan como resultado una buen seguimiento y verificación del concreto utilizado en la obra.

CONCLUSIONES

- ✓ La participación en la construcción del club residencial camino viejo, fue de mucho aprendizaje, en cuanto a conocimientos aplicados y adquiridos, relaciones laborales, y lo más importante la experiencia que contribuye a mi formación como profesional de la ingeniería civil.
- ✓ El clima es un factor determinante que afecta directamente las etapas de una construcción, generando como consecuencia, retrasos en el proyecto constructivo, perdidas de material, por ejemplo, el cemento que al mojarse ya no se podía utilizar, y sobre todo es el factor principal que afecta el cumplimiento de las actividades programadas.
- ✓ Las buenas relaciones laborales que tengan los ingenieros y maestros determinan un factor importante en el progreso del proyecto, ya que se genera un ambiente de trabajo satisfactorio, que sirve como pilar para que entre las personas que intervienen en la construcción se genere el dialogo y la comunicación asertiva.
- ✓ Cumplir con el cronograma establecido en el proyecto es muy complicado por los diversos imprevistos que interfieren de manera irreversible en el normal avance de la obra, por esto se deben generar herramientas informáticas que nos ayuden a tener una mayor visión del avance general de la obra y así poder tomar decisiones acertadas en tiempos adecuados.
- ✓ Tomar medidas correctivas ante la eventualidad de una alteración en el cronograma de obra mitiga el impacto que se tiene sobre este.
- ✓ El uso de las herramientas informáticas que se nos presentan hoy en día nos ayudan hacer las cosas más fáciles y de mejor calidad, optimizando tiempos que ayudan a una mayor productividad.

- ✓ El programa Advance, es un modelo que sirve de incentivo para plantearnos nuevos retos y poder ver la infinidad de soluciones que se tiene frente a un problema en particular; ya que me permite tener un mayor control en términos de tiempo por labor desarrollada, de manera esquemática y porcentual.

- ✓ El factor que más afecta la producción de concreto de calidad en la obra, es el agua, ya que, al no ser una medida fija, durante la preparación de las mezclas, se recurre mucho al ensayo y error; la falta de práctica en esta actividad es también un factor nocivo para la producción del hormigón.

RECOMENDACIONES

- Explicar la importancia de los sistemas constructivos con los miembros y directivos que intervienen en la construcción, con el fin de que las personas entiendan a groso modo, el por qué, para que, y con qué objetivo se realizan las diferentes actividades; diciéndolo de otro modo en palabras más comunes que todos tengan un mismo lenguaje, esto facilitará el proceso constructivo y mejorará su comunicación.
- Incentivar a los trabajadores para que establezcan metas de producción y aporten ideas que contribuyan al mejoramiento en el ejercicio de los sistemas constructivos, para que de esta manera el trabajador se sienta más involucrado con la causa y la finalidad colectiva.
- Que los trabajos a realizarse en la continuación del proyecto establezcan un sistema estadístico, dirigido a la búsqueda de factores que alteren su normal funcionamiento, y de este modo poder reconocer actividades que estén con falencias en su normal desarrollo.
- Que las personas encargadas de velar por el mantenimiento de la maquinaria del proyecto entreguen información periódica a los directivos, de esta forma se pueden programar actividades dependiendo de la maquinaria disponible en el proyecto.
- Promover campañas para las buenas relaciones laborales tanto en trabajadores y directivos del proyecto; del mismo modo conocer al personal de la obra, y las funciones que desempeñan los profesionales de la ingeniería, y así ante cualquier eventualidad o anomalía saber a quién dirigirse.
- Programa advance: el uso adecuado del programa puede ayudar a mejorar el rendimiento de la obra, encontrando procesos que contengan problemas

para realizar acciones especiales, enfocadas en mitigar y contrarrestar efectos perjudiciales para la construcción.

- capacitar a trabajadores escogidos para la elaboración de concretos de calidad en la obra, y que sean estos mismos los que siempre preparen el hormigonado, para que de este modo se obtengan resultados en los cuales su margen de variación sea mínimo.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo. (15 de Noviembre de 2013). *360 grados en concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/la-importancia-de-la-supervision-en-obras-de-concreto/>
- Anónimo. (24 de Abril de 2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/lygc5dvfkh7-/mamposteria-confinada-y-estructural>
- Arquitectura, D. (Abril de 2012). Obtenido de <http://dearkitectura.blogspot.com.co/2012/04/la-cimentacion-tipos-de-cimientos.html>
- Bernal, J. A. (7 de Enero de 2009). *Blogspot*. Obtenido de <http://elconcreto.blogspot.com.co/search/label/Hidratacion%20del%20cemento>
- Bonett, G. E. (2014). *Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible*. Bogotá.
- Canive, T. (s.f.). *sinnaps*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/diagrama-gantt-sirve>
- Castaño Martínez, F. L., Herrera Betín, J. M., Gómez Sáenz, J., & Reyes Lizcano, F. (2009). Pavimentos Flexibles. *Infraestructura Vial*, 20-25.
- Catalá, E. A. (29 de Diciembre de 2014). *Enriquealario*. Obtenido de <https://enriquealario.com/la-importancia-de-un-buen-vibrado-del-hormigon>
- Das, B. M. (2002). *Fundamentos de Ingeniería geotécnica*. Mexico: Thomson Learning.
- López Ávila, M., Larrúa Quevedo, R., & Recarey Morfa, C. (2007). Un nuevo sistema de embuticiones en láminas de acero para maximizar resistencia de losas compuestas. *Ingeniería y Construcción*, 145-156.
- Masís, I. S. (Octubre de 2006). *Manual de elaboración de concreto en obra*. Costa Rica: Ks publicidad.
- Osorio, J. D. (16 de Noviembre de 2016). *360 grados en concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/como-se-hace-el-curado-del-concreto/>

Pérez Cervantes, J. C. (8 de Marzo de 2004). Planeacion y control de obra del instituto de Religión Tampico: propuesta de análisis y evaluacion de planeación estatégica y riesgo. Cholula Puebla, Mexico.

Requejo, J. (14 de Julio de 2014). *Wordpress*. Obtenido de <https://joelrequejo.wordpress.com/2014/07/14/vigas>

Stasiowski, F., & Burstein, D. (1997). *Project Management*. Editorial Gustavo Gili.

Yamila, A. (26 de Agosto de 2014). *Wordpress*. Obtenido de <https://imdaldana.wordpress.com/2014/08/26/concepto-de-nudo/>

ANEXOS

1. Resolución No. 021 del 2018
2. Certificación práctica empresarial. Cumplimiento con el número de horas estipulado por la Universidad del Cauca.