



PROPUESTA PARA CREAR UN MODELO DE PLANEACION PARA MEJORAR EL
RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO,
ENFOCADO AL MANEJO DEL CONCRETO EN OBRA.

EDWIN RENE LEURO GUTIERREZ
BRAULIO GALVIS ENCISO

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA
BOGOTA 2017.

PROPUESTA PARA CREAR UN MODELO DE PLANEACION PARA MEJORAR EL
RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO,
ENFOCADO AL MANEJO DEL CONCRETO EN OBRA.

EDWIN RENE LEURO GUTIERREZ.

BRAULIO GALVIS ENCISO.

(Autores)

TRABAJO DE GRADO PARA:
OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA.

DRA. LEIDY YOLANDA GONZALEZ.

(Dirigida por)

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA
BOGOTA 2017.

Dedicatoria

La presente tesis la dedicamos a nuestras familias, que gracias a su apoyo pudimos concluir nuestro post grado.

A nuestros

Padres por el apoyo, confianza y esfuerzos brindados en todo lo necesario para cumplir con éste objetivo como personas y estudiantes.

A todos en general por brindarnos su tiempo para realizarnos profesionalmente.

Agradecimientos

Primero y más importante, nos gustaría agradecer especialmente a nuestra asesora Dra. Leidy Yolanda González por su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus esfuerzos, su manera de orientarnos, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para nuestra formación como especialistas y/o investigadores.

A su manera, ha sido capaz de ganarse nuestra dedicación y admiración, así como sentirnos en deuda con ella por todos los consejos recibidos durante el periodo de tiempo que ha durado esta tesis.

Contenido

Introducción.....	6
Justificación.....	7
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	11
Marco Teórico.....	11
Marco Conceptual.....	18
Marco Histórico.....	19
Marco Legal.....	26
Metodología.....	33
Problemas en obra:.....	36
Análisis de Modelos.....	42
Análisis del modelo gerencial Gestión del conocimiento.....	43
Análisis del modelo gerencial La reingeniería.....	45
Análisis del modelo gerencial Justo a tiempo.....	46
Análisis del modelo gerencial Modelo Canvas.....	47
Propuesta de modelo gerencial para mejorar rendimientos de obra.....	50
Conclusiones.....	54
Bibliografía.....	56

Introducción

En el ámbito de la ingeniería, y más aún enfocado a la parte gerencial de proyectos se derivan actividades las cuales, mediante un correcto proceso y la adecuada toma de decisiones por parte de los gerentes puede generar beneficios representados en costo-tiempo uno de ellos es el manejo del concreto el cual se define como:

En términos generales, el concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos, que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de un tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión. (Sánchez, 2001, p. 19)

El manejo del concreto en obra mediante el sistema de ejecución manual representa inconvenientes, esto se ve reflejado en costos los cuales dependen de la cantidad de operarios o trabajadores que utilicemos en los procesos, el pago por el alquiler de los equipos utilizados, el costo del concreto ya sea contratado con empresas o fabricado en sitio; de esto también se desprende los gastos por materiales o materias primas de lo cual se deriva gastos irre recuperables como lo son los costos por desperdicio del material, el inadecuado manejo o disposición del material.

Las buenas prácticas para la gestión de los materiales, durante la etapa de ejecución del proyecto, se inicia con el diseño de sitio el cual es parte del planeamiento de la obra. En este proceso se hace una distribución del lugar donde se efectuara la construcción incluyendo todas las obras provisionales que aseguren su buena ejecución. (Abarca. 2016)

Administrativamente todos estos costos generan gastos adicionales y como gerentes se busca dar la mejor solución a los problemas anteriormente expuestos, por medio de manejo de herramientas las cuales nos brindan soluciones apropiadas y aprovechamiento y optimización de los recursos que sean necesarios para la ejecución del proceso.

Dentro de los proyectos ejecutados en ingeniería civil se conoce un sistema constructivo el cual se denomina estructuras en sistema convencional el cual está vinculado al área de estructuras de concreto, la problemática que se presenta en obra es debido al manejo del concreto, el cual con el acero son piezas vitales para las estructuras.

El concreto, parte fundamental en las estructuras, tiene una característica especial en las obras pues éste dependiendo de su manejo pueden brindar resultados favorables o perjudiciales siendo estos representados en tiempo-costos. Los cuales son de vital importancia tener dentro de los parámetros iniciales o presupuestados.

Estos procesos de manejo representan para la ejecución incorporación de personal, maquinaria y equipo, contratación con empresas externas las cuales nos suministran la materia prima , para este caso el concreto; en ámbitos laborales al momento de ejecutar las acciones o más conocidas como “realizar fundidas de concreto” se presentan inconvenientes los cuales se le deben dar solución inmediata o prever estos con anticipación, como son los problemas al momento de la recepción de los vehículos que transporta el concreto más conocidas como “mixer”, las cuales, por movilidad y desplazamiento desde las concreteiras o plantas hasta el sitio de obra o de descargue sufren retrasos por movilidad o trafico los cuales en tiempo de desarrollo o ejecución de obra en grandes cantidades o volúmenes de gran proporción generan costos adicionales los cuales pueden ser, pago de horas extras en trabajadores, aumento en el pago del alquiler de los equipos utilizados para el desarrollo de la labor, y muchos otros costos adicionales que van enlazados a estos imprevistos.

Éstos deben ser revisados y avalados por el gerente del proyecto el cual toma las decisiones adecuadas o la implementación de métodos para mejorar u optimizar estos procesos.

Justificación

En los procesos de obras civiles se plantea la problemática de los rendimientos, siendo uno de los más críticos la parte gerencial y la toma de decisiones, las cuales conllevan a una mejor práctica y desarrollo, dentro de los tiempos estipulados o establecidos en los cronogramas. Dentro de los parámetros establecidos en el programa de la especialización en gerencia se plantea brindar una propuesta que los dirige o nos permite como gerentes de proceso administrar las mejores herramientas y toma de decisiones, las cuales se verán reflejadas en la adecuada administración de los recursos previstos como lo puede ser la mano de obra la cual se define como:

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre). (Botero, 2002, p. 11)

Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% -100%

(Botero, 2002) Tabla tomada: Estimator's general construction man hour manual, John S. Page).

De lo citado anteriormente, se puede analizar la estrecha relación que existe entre una actividad desarrollada y el rendimiento por parte del operario el cual está basado en un rango de producción, es de vital importancia que se analice de forma minuciosa y detenida los

rendimientos del personal, esto debido a que como gerentes se debe tener certeza de contar con el personal adecuado, calificado e idóneo para cada actividad para así asegurar un óptimo desarrollo de las actividades. Esto genera en los proyectos desarrollados un análisis operacional hombre-labor y de esta forma se puede adoptar un mejor sistema de ejecución.

Cuando se trata de la programación de las actividades, es necesario recurrir al tema de los rendimientos, puesto que la duración de una labor, tarea, trabajo, depende de la rapidez con que ésta se realice. El ideal sería que todas las actividades de la construcción se hicieran tan rápidamente como se quisiera, pero existen en el hombre limitaciones de tipo físico que obligan a que las cosas se hagan a una velocidad acorde con las capacidades del ser humano. (Téllez, 2016, p. 25)

En los parámetros gerenciales prima la buena implementación de métodos de ejecución, sin embargo, no se puede olvidar que pueden presentarse situaciones donde amerite reevaluar estos métodos e implementar parámetros evaluados con anterioridad como lo puede ser la tecnificación de los procesos para prevenir retrasos ocasionados por falencias humanas.

A pesar de los adelantos tecnológicos, la construcción en Colombia, aún depende fundamentalmente de la mano de obra y de herramientas tradicionales. Aunque con el paso del tiempo la excavación manual se haya reemplazado en parte por la excavación mecánica, la preparación de mezcla se haga en la mezcladora y el vaciado manual (de balde y carretilla) le esté cediendo el paso al concreto bombeado; mientras llegan al país las fábricas de vivienda por pedido, y se perfeccione la máquina que conforme un muro de ladrillo como lo hace el hombre, y la máquina de pañetar que lo haga más económicamente que a mano, el robot que traslade los bultos de cemento, entre otros, que funcionan en Japón; es necesario acudir al rendimiento del trabajador común y corriente para establecer la duración de las actividades de la construcción. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]. 2009)

En estos procesos está involucrada la habilidad del gerente en la toma de decisiones y visión las cuales de la mano de un debido cronograma de actividades y una debida planeación frente

a los recursos como lo son: la economía en general, los aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y el trabajador, se puede desarrollar una propuesta gerencial eficaz la cual mejore estos tiempos de ejecución volviéndolos tiempos de ganancia constructiva.

Esto debido a la implementación de criterios apropiados en la gerencia de proyectos la cual mediante los conocimientos obtenidos en el curso de gerencia se puede implementar y así de esta forma brindar soluciones inmediatas para las falencias vistas o que se pueden evidenciar al momento de ejecutar esta labor de construcción.

El manejo del concreto es uno de los procesos básicos en las construcciones de sistema convencional debido a que el transporte desde la planta o la producción en obra puede tener problemáticas como lo son el transporte, vaciado, disposición de materiales, trabajabilidad, equipamiento adecuado; gerencialmente se debe tener visión clara para prever los problemas a los que se puede ver sometido un proceso de ejecución como son:

Endurecimiento del concreto el cual se comprende como la etapa final donde se pierde la manejabilidad tanto para transporte, y colocación de éste en los diferentes sitios de uso. Desperdicio exagerado por mal manejo y vaciado, éste se puede convertir en un problema de gran magnitud puesto que si no se tienen los equipos y el personal idóneo para la labor de colocación en sitio del concreto se asumirán costos adicionales por pérdidas. Aumento en los costos directos e indirectos, esto se verá reflejado en la parte económica y como gerentes es prioridad conservar estos márgenes de gastos lo más bajo posible.

Objetivos.

Objetivo General

Formular un modelo de planeación para mejorar el rendimiento en el proceso constructivo de estructuras en concreto mediante el sistema convencional, enfocado al manejo del concreto en obra.

Objetivos Específicos

Identificar los factores que generan bajos rendimientos en los procesos constructivos de las estructuras en concreto mediante la implementación de técnicas y/o procesos gerenciales.

Analizar los modelos óptimos para tomar decisiones frente a las propuestas gerenciales, determinando los mejores beneficios frente a la relación costo/beneficio.

Plantear soluciones adecuadas para contrarrestar las falencias gerenciales mediante la aplicación de recursos que puedan brindar un mejor aprovechamiento de los procesos.

Marco Teórico

Se define como planeación al proceso a través del cual se expone los principios de la empresa como lo son la visión y la misión, se estudia la situación de su entorno, se establecen

objetivos generales, se formulan las estrategias y planes estratégicos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

La planeación se ejecuta a nivel empresarial, ósea considera el entorno de la empresas, por lo cual enfoca sus objetivos y estrategias, así como planes estratégicos, que tiene una gran afectación en las distintas actividades, pero que parecen simples y genéricas.

Debido a que la planeación toma en cuenta a la organización en su integridad, ésta debe ser ejecutada por la gerencia de la empresa y ser planeada a largo término, teóricamente para un periodo de 5 a 10 años, aunque en la práctica, hoy en día se suele realizar para un periodo de 3 a un máximo de 5 años, esto debido a los cambios constantes que se dan el mercado.

Sobre la base de la planeación es que se elaboran los demás planes de la empresa, tanto los planes tácticos como los operativos, por lo que un plan estratégico no se puede considerar como la suma de éstos.

Como todo planeamiento, la planeación es móvil y flexible, cada cierto tiempo se debe analizar y hacer los cambios que fueran necesarios. Asimismo, es un proceso interactivo que involucra a todos los miembros de la empresa, los cuales deben estar comprometidos con ella y motivados en alcanzar los objetivos.

La única cosa cierta sobre el futuro de una empresa es el cambio, y la planeación es el puente principal entre el presente y el futuro que incrementa la probabilidad de lograr los resultados deseados.

La planeación es el proceso por medio del cual uno determina si debe realizar determinada tarea, implanta la manera más eficaz de alcanzar los objetivos deseados y se prepara para superar las dificultades inesperadas con los recursos adecuados. La planeación es el inicio del proceso por el que un individuo o empresa transforma los sueños en logros. La planeación permite evitar la trampa de trabajar mucho, pero obteniendo poco (David 2003 p 128,129).

El desarrollo de las actividades de obra como lo son los rendimientos se puede mejorar con la adecuada dirección de los procesos los cuales involucra a todas las partes que ejecutan las acciones tanto de la parte gerencial, administrativa y operaria los cuales se deben guiar por parámetros de rendimientos o de ejecución igual para todos.

Esta etapa es fundamental puesto que es donde se asume el mayor esfuerzo de la organización y de las partes que la constituyen, además de esto permite crear factores y centrarse en ellos, además asegura que la empresa puede estar preparada para los cambios y eventualidades que se puedan generar en los diferentes campos.

En términos más entendibles la planeación es reunir recursos necesarios, para así poder realizar tareas o ejecutar acciones más eficientes evitando desperdicio de estos, lo cual genera empresas más eficientes y útiles que es lo que se busca hoy en día.

Por medio de la planeación se define a quien, que necesita y cuando, donde, por qué y cómo requiere que se ejecute una cierta labor, todas las áreas involucradas para la ejecución de un proyecto dependen de una buena planeación la cual ejerce un impacto positivo en el rendimiento de la empresas lo cual genera una sinergia.

Esta sinergia representa la unión entre la parte gerencial, administrativa y operativa la cual por medio de una buena planeación puede generar resultados más altos de los esperados ($2+2=5$), esto se entiende ya que la empresa tiende una elevada eficiencia y esto es dado por la unión estratégica y la visión de las metas en equipo así como una buena administración, planeación, toma de decisiones y correcto suministro de materias primas o elementos para la ejecución de las actividades, se define como eficiencia:

En las aplicaciones de eficiencia al análisis de políticas, la eficiencia típicamente se asocia con una relación entre medios y fines. Se propone que un programa es eficiente si cumple sus objetivos al menor costo posible. Ernesto Cohen y Rolando Franco (1983) definen la eficiencia como “la relación entre costos y productos obtenidos”. Marlaine Lockheed y Eric Hanushek (1994) señalan que “...un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo a lo demás igual”. Conforme a estas definiciones, nosotros entendemos la eficiencia como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible. El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulta ineficiente (o menos eficiente). (Mórate, 2002, p. 5)

Uno de objetivos de la eficiencia es cumplir con los objetivos propuestos en la planeación del proyecto o ejecución del mismo, pero se debe cumplir con la meta de obtener el menor costo ya que de lo contrario el proceso es ineficiente, pero de igual modo se debe tener en cuenta que no todo costo es dinero.

Podemos definir como costo al desgaste o sacrificio de un recurso tangible o intangible, como lo puede ser el tiempo, el capital social y la confianza los cuales son intangible pero generan costos, también generan procesos los cuales en el grado de eficiencia se valora como si cumple o no con los objetivos, con el uso racional de los recursos para la labor desarrollada. La utilización de insumos y recursos en las labores genera costos, como gerentes y mediante la aplicación de las correctas practicas podemos generar el mayor logro para un costo determinado ya que nunca se pretende minimizar costos y obtener excelentes productos, la eficiencia técnica nos permite hacer una relación más precisa sobre la relación entre el producto y la cantidad de insumo utilizado en su generación.

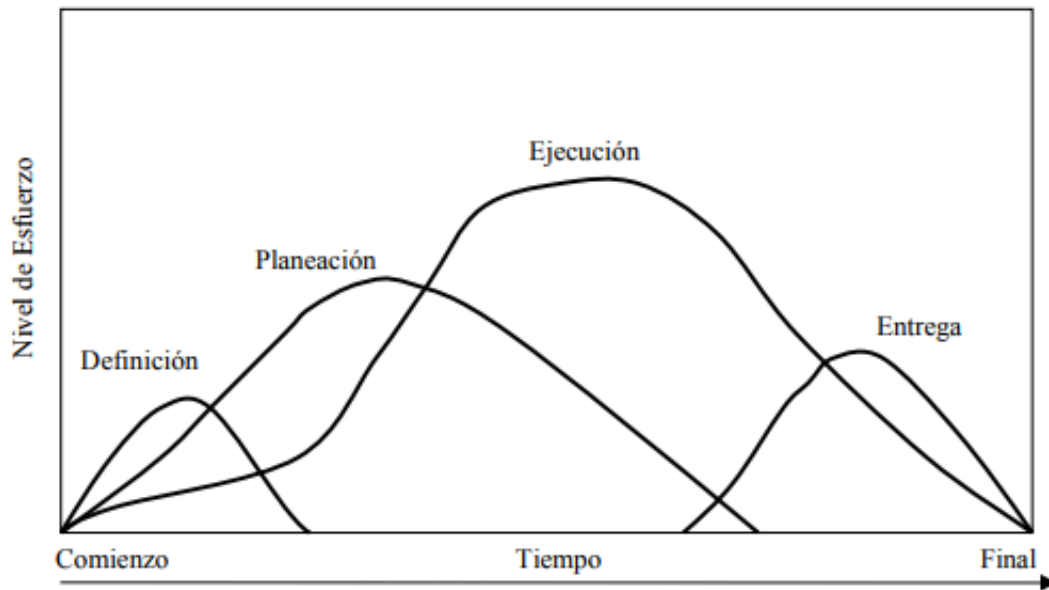
Un ejemplo claro para este caso es analizar cuantas columnas se pueden fundir con 4 m³ de concreto? Primero tenemos que definir las características de las columnas y la disposición del concreto, pero si no se hace un estudio adecuado no se puede captar los costos totales o el resultado esperado, por lo cual se genera la relación costo-tiempo que es el factor que como gerentes de procesos de construcción debemos mantener dentro de los parámetros planificados inicialmente.

Según Parodi (2001), un proyecto consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas; la razón de ser de un proyecto es alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto y un lapso de tiempo previamente definidos. Un criterio diferenciador entre los proyectos es, si duda alguna, su ciclo de vida ya que aún y cuando las fases por las cuales debe atravesar cada proyecto durante su existencia sean similares, la duración de las mismas está asociada directamente con el tipo proyecto; por tanto, la configuración del ciclo de vida entre un proyecto y otro depende de su propia naturaleza. (Valenzuela, Chávez, Landázuri & Ochoa, 2009)

El arranque del proyecto se da en el momento en que se da inicio con las actividades asociadas con él; por su parte, el nivel de esfuerzo se incrementa paulatinamente para posteriormente descender y desaparecer en el momento en que el proyecto concluye. Las múltiples actividades que integran a los proyectos tienen características distintas; sin embargo, deben estar sujetas, al menos, a dos condiciones: tiempos y costos.

El tiempo se descompone para propósitos analíticos en el tiempo requerido para completar los componentes del proyecto que es, a su vez, descompuesto en el tiempo requerido para completar cada tarea que contribuye a la finalización de cada componente. Cuando se realizan tareas utilizando gestión de proyectos, es importante partir el trabajo en pedazos menores para que sean fáciles de seguir. El costo de desarrollar un proyecto depende de múltiples variables incluyendo costos de mano de obra, costos de materiales, administración de riesgo, infraestructura (edificios, máquinas, entre otros.), equipo y utilidades. Cuando se contrata a un consultor independiente para un proyecto, el costo típicamente será determinado por la tarifa de la empresa consultora multiplicada por un estimado del avance del proyecto. La administración de proyectos implica una serie de operaciones que inician una vez que se ha tomado la decisión de ejecutar el proyecto y que se ha demostrado su viabilidad técnica y financiera a través de la evaluación del mismo. Las estimaciones, tanto de tiempo como de costos, son fundamentales para la elaboración de los programas de trabajo y responsabilidades; la determinación de la duración y costo del proyecto; los requerimientos de flujos de efectivo; la definición de rutas críticas de progreso en las fases del proyecto; entre otros. Frecuentemente, las estimaciones son realizadas a partir de experiencias similares precedentes, las cuales permiten hacer inferencias relacionadas con los tiempos y costos requeridos en la ejecución de los proyectos; sin embargo, es necesario añadir técnicas de estimación que permitan perfeccionar la información histórica.

Ciclo de vida de un proyecto



Definición

1. Especificaciones
2. Tareas
3. Responsabilidades

Planeación

1. Calendario
2. Presupuestos
3. Recursos
4. Riesgos
5. Asignación de personal

Ejecución

1. Reportes de avance
2. Cambios
3. Calidad
4. Pronósticos

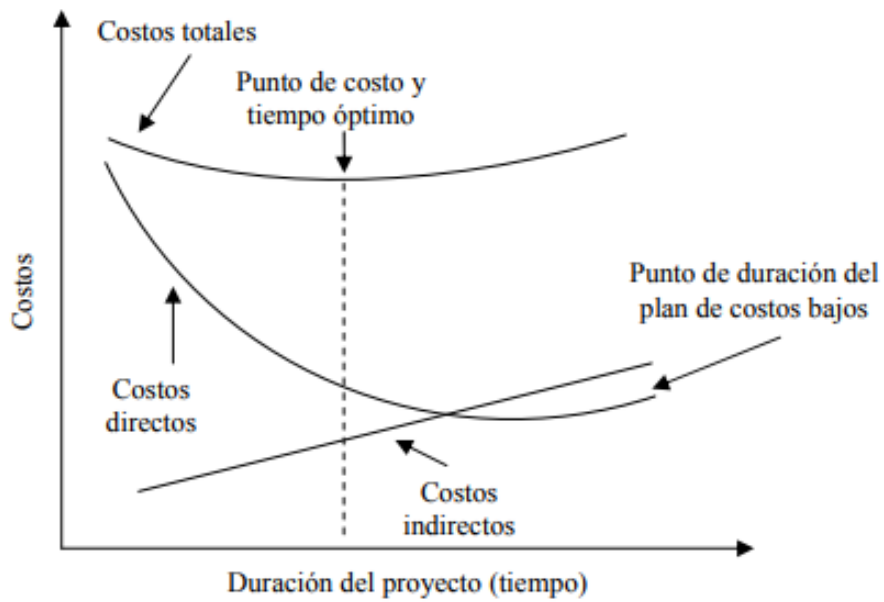
Entrega

1. Capacitación del cliente
2. Transferencia de documentos
3. Liberación de recursos
4. Liberación de personal
5. Lecciones aprendidas

Fuente: gray, clifford y larson, erik. (2009)

Existen distintos tipos de métodos que permiten estimar tiempos en la administración de un proyecto. Es imprescindible considerar: la duración total del proyecto, fecha de inicio y fin de cada una de las actividades así como el conocimiento que tendrá el atraso o desfase en la realización de las tareas individuales que forman parte del proyecto. Los atrasos en las actividades individuales del proyecto tienen incidencias directas en los costos presupuestados.

Relación tiempo y costos



Fuente: gray, clifford y larson, erik. (2009)

En la figura se aprecia que el costo total es la suma de los costos directos e indirectos; éstos últimos continúan durante la vida del proyecto, es decir en la medida en que disminuye la duración del proyecto también se reducirán los costos indirectos; por otro lado, los costos directos se incrementan cada vez que se reduce el tiempo de ejecución del proyecto con respecto a la planeación original.

Marco Conceptual



Fuente: <http://blog.360gradosenconcreto.com/recomendaciones-para-el-manejo-del-concreto-en-la-obra.2014>

Marco Histórico

Un primer hecho importante sucedido en este siglo fue el descubrimiento de la arquitectura como una disciplina autónoma, diferente e independiente de la ingeniería, con el consiguiente reconocimiento del arquitecto como profesional capaz de responder a las demandas del estado y de clientes particulares. El descubrimiento tomó tres décadas y se ratificó con la fundación de la Sociedad Colombiana de Arquitectos en 1934 y de la facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional dos años después.

El concreto armado fue el primer material demostrativo de la nueva manera de construir. El uso del metal y del vidrio y de las nuevas técnicas en instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias se incorporó en este cambio, con la consiguiente aparición y expansión de industrias productoras de materiales y aparatos. Las técnicas artesanales tradicionales no desaparecieron; por el contrario, se sumaron a las nuevas técnicas en una simbiosis que ha perdurado en el tiempo.

La relativa felicidad de los logros alcanzados en treinta años de modernización se vió afectada por la imposición en el país de nuevas políticas económicas que, basadas en la importancia de la construcción como factor de desarrollo, instauraron en 1972 la modalidad financiera de las corporaciones de ahorro y vivienda, con el sistema de captación y crédito conocido con la sigla UPAC (Unidades de Poder Adquisitivo Constante). Londoño C (2014), Historia y Origen de los Pavimentos en Colombia, Tomado de <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/arquitectura-colombiana-en-el-siglo-xx-edificaciones-en-busca-de-ciudad>

Las obras:

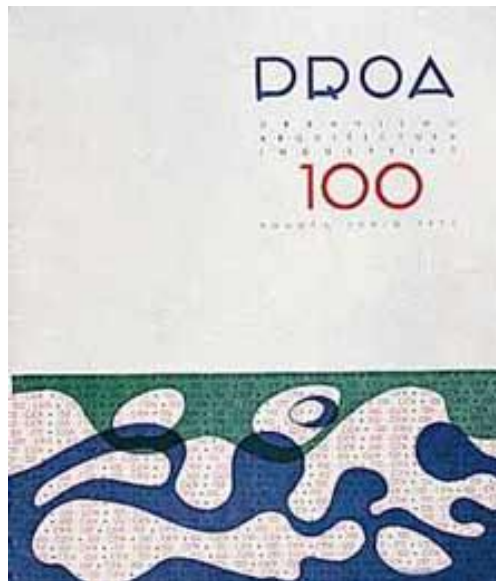
Las obras de arquitectura del siglo XX en Colombia se pueden agrupar en dos grandes periodos: el fin de la arquitectura republicana y el periodo moderno, cuya frontera se encuentra alrededor de 1930. Esta división esquemática separa las edificaciones proyectadas bajo la influencia estilística del academicismo, de las obras basadas en los principios de los movimientos modernos de la arquitectura

La transición hacia lo moderno se inició alrededor de 1930. En las primeras realizaciones, la Biblioteca Nacional de Bogotá. La década de los años cincuenta puede verse como el período de apogeo de la arquitectura internacional y de las grandes firmas profesionales. Es también el periodo de oro de la construcción en concreto armado, con obras de gran despliegue estructural, y es la década de los ensayos más interesantes en el campo de la vivienda en serie.

El edificio Avianca en Bogotá (1963-1970) y el edificio Coltejer en Medellín (1968-71), ambos de la firma Esguerra Sáenz Urdaneta Samper, inauguraron la tendencia de los "rascacielos" que perduró algo más de una década, fiel a los lineamientos de la arquitectura internacional. Londoño C (2014), Historia y Origen de los Pavimentos en Colombia, Tomado de <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/arquitectura-colombiana-en-el-siglo-xx-edificaciones-en-busca-de-ciudad>

Ilustración 2 Portada del número 100 de la revista "Proa".

Bogotá, junio de 1956.



Fuente: <http://www.revistacredencial.com/credencial/historia/temas/arquitectura-colombiana-en-el-siglo-xx-edificaciones-en-busca-de-ciudad> Banco de la República

En el sector de pavimentos:

La historia de los pavimentos en Colombia se remonta a la dictadura de Rafael Reyes, quien crea el Ministerio de Obras Públicas -MOP- el 7 de enero de 1905 para direccionar las vías nacionales, las líneas férreas y la canalización de los ríos.

Desde esa época se clasifican las vías en nacionales, departamentales y municipales, se crean las juntas de caminos, se establecen formas de financiación y se construyen carreteritas para conectar las capitales departamentales con las poblaciones vecinas. Durante el gobierno de Reyes (1904-1909), se construyeron 207 km de “carreteras” y 572 km de caminos de herradura. Recuperado de <http://blog.360gradosenconcreto.com/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia/>

De los caminos de herradura a los primeros pavimentos

En 1910 la Asamblea Nacional ordenó el traslado de las carreteras nacionales a los departamentos y transfirió auxilios para la construcción, con lo cual se construyeron siguientes caminos de herradura:

Para 1916 el 88% de las carreteras construidas se concentraban en Cundinamarca y Boyacá, y las vías nacionales se clasificaban en:

- Estratégicas: unen la capital con las fronteras, los puertos y algunos centros estratégicos.
- De comunicación: comunican los territorios de colonización con el interior del país.
- De vital importancia militar o comercial.

El primer pavimento en Colombia se construyó en las calles del centro de Bogotá y en el parque de la Plaza Bolívar entre 1890 y 1893, pero la poca técnica empleada en la obtención del asfalto, la falta de fundación del pavimento, el uso de cascajo en lugar de arena, entre otras circunstancias, provocaron inconformidad con la obra.

En 1929 el MOP pavimenta 5 km de la carrera 7ª entre San Diego y la Avenida Chile (Bogotá), utilizando concreto asfáltico.

En 1938 se autoriza la pavimentación de algunos tramos de carreteras nacionales y se crea el programa “cambio de piso”. En 1939, el presidente Eduardo Santos, ordena pavimentar 900 km en un lapso de tres años con la asesoría del Bureau of Public Roads y específicamente

del experto Worth D. Ross, quien recomienda especificaciones, toma de muestras y ensayos. Se usan los equipos y laboratorios de la Universidad Nacional y se preparan especificaciones para los trabajos de pavimentación sobre la base del presupuesto, el clima, el tránsito y los materiales de construcción

El primer Plan Vial Nacional se consolida con la Ley 12 de 1949 que decreta la construcción de cuatro troncales. (Londoño, 2010)

Pavimentación en los años 50

En 1950 por sugerencia del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento -BIRF- se crea el Comité de Desarrollo que en conjunto con la Misión Currie recomiendan un plan vial orientado a construir 5.261 km de vías en tres años. En 1951 con un crédito BIRF bajo la modalidad de contratación por precios unitarios se trabaja en las vías, Tunja – Barbosa, Loboguerrero – Buenaventura y Ciénaga – Barranquilla. Este plan vial se demoró 10 años en implementarse.

En esta década se construye la Avenida de los Libertadores (Autopista Norte) con una longitud de 22,5 km desde la calle 80 hasta la 170. Se construye también la Avenida El Dorado, con un pavimento de concreto que se rehabilita en un 15 % de su área 48 años después.

Se pavimenta con concreto, sobre arcillas expansivas, la vía entre Luruaco-Cartagena. También se pavimenta con concreto la Autopista Sur de Medellín y las principales calles y avenidas de Barranquilla. (Londoño, 2010)

Década de los 60

En septiembre de 1966 el Fondo Vial Nacional con un préstamo del BIRF acomete el Plan de Pavimentación de 1.700 km, pero por falta de mantenimiento de las vías hechas entre 1950 y 1965 el sistema vial entra en crisis.

Nuevamente en 1977 con fondos del BIRF por US\$ 90 millones se rehabilitan 978 km de carreteras con el programa Séptimo Proyecto de Carreteras. Paralelamente a los programas viales, se construye en el Aeropuerto de Barranquilla Ernesto Cortizoss y se pavimentan con

concreto las pistas del aeropuerto de Cali.

A mediados de la década se construyen 42 km de pavimento de concreto en la carretera Tolúviejo-Sincelejo sobre arcillas expansivas. (Londoño, 2010)

Década de los 80 y siglo XXI

Se “rehabilitan” los pavimentos de concreto que tienen más de 20 años de servicio con técnicas incipientes e inadecuadas. En muchas de esas rehabilitaciones no se evaluó el origen de las fallas.

En los años 90 se construye el pavimento de concreto en el sector Ricaurte – El Diviso en una longitud de 43 km en la carretera Pasto – Tumaco. En el departamento de Antioquia se construyen pavimentos de concreto en la carretera La Cortada – Yolombó y La Unión – Sonsón, también se construyó el pavimento de concreto de la Circunvalar de Providencia. Para 1993 el 90% de carga del país se transporta a través de la red vial.

A partir del año 2000 se afianzan las concesiones viales en el país, y los pavimentos de concreto se imponen como la solución para los Sistemas de Transporte Masivo. En estos años el gobierno nacional establece un programa de pavimentación Corredores Viales para la Competitividad en el que se contrata la construcción de 1.100 km de pavimentos de concreto en toda la red vial nacional entre ellos el proyecto doble calzada Buga-Buenaventura y la Transversal del Libertador.

Se impulsa la construcción de túneles, los cuales usan todo el pavimento de concreto como superficie de rodadura, los principales son los de la Carretera de Occidente en Antioquia, el del Boquerón, el de Buenavista y el de La Línea.

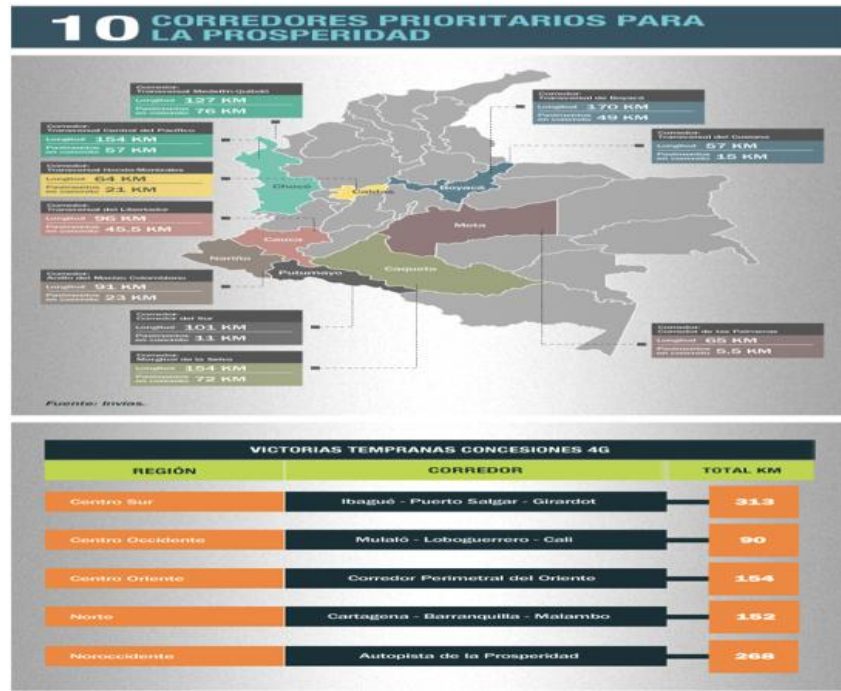
En los últimos años se ha dado un significativo avance en la construcción de pavimentos de concreto, debido a la gran oferta de concreto premezclado en todo el país. Esta oferta de concreto está acompañada de un mejor control, no solo en su producción sino en su colocación ya que los pre mezcladores de concreto aportan conocimiento y herramientas para la buena ejecución de los pavimentos.

Hoy en Colombia se trabaja con las técnicas más depuradas para la construcción de pavimentos. Las especificaciones que controlan la construcción de pavimentos están a la altura de las mejor concebidas en el mundo y los proveedores de concreto y los constructores

cumplen con los requisitos establecidos en las normas. Londoño C (2014), Historia y Origen de los Pavimentos en Colombia, Tomado de (Londoño, 2010)

Gráfico que ilustra la evolución de las carreteras y los pavimentos en Colombia





Fuente: (Londoño, 2010)

Gracias a la evolución de los concretos en Colombia los primeros proyectos en este material que ahora es tan indispensable en cualquiera de las obras de infraestructura del país y del mundo podemos darnos cuenta que se priorizo este material para vías y carreteras puesto que, las edificaciones durante décadas anteriores se construían con materiales diferentes al concreto como el barro, la arcilla, el adobe, entre otros, ya que por costos y por el tamaño de las construcciones era más accesible trabajar esta tipología de vivienda.

Las vías, como camino de herradura se construyen en la gran mayoría de ciudades del país pero en realidad como pavimento se instaló por primeras ocasiones en Bogotá; por estructura de la vía muchas de éstas sufrían daños notorios en sus placas. Es por esto que en algunas regiones de nuestro país se construyeron sus vías sobre arcillas expansivas.

Sin duda alguna estos proyectos le dieron a nuestro país un desarrollo importante en infraestructura trayendo consigo ahorro en tiempos de viaje y costos de operación llevando a ser uno de los más importantes tipos de transporte más eficiente de carga y pasajeros en nuestro país.

Marco Legal.

<i>REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE</i> NSR-10	<i>ASOCIACIÓN AMERICANA DE ENSAYO DE MATERIALES</i> ASTM
<p>C.5.8 — Mezclado</p> <p>C.5.8.1 — Todo concreto debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora debe descargarse completamente antes de que se vuelva a cargar.</p> <p>C.5.8.2 — El concreto premezclado debe mezclarse y entregarse de acuerdo con los requisitos de NTC 3318 (ASTM C94M) o NTC 4027 (ASTM C685M).</p> <p>C.5.8.3 — El concreto mezclado en obra se debe mezclar de acuerdo con (a) a (e):</p> <p>(a) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado;</p> <p>(b) La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante;</p> <p>(c) El mezclado debe prolongarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del</p>	<p>9. Planta de mezclado</p> <p>9.1 En la planta de mezclado debe haber compartimentos separados para árido fino y para cada tamaño requerido de árido grueso. Cada compartimento debe diseñarse y operarse de modo que pueda descargarse eficiente y libremente, con segregación mínima, en el alimentador pesador. Debe haber mecanismos de control, de modo que a medida que se aproxima la cantidad deseada en el alimentador pesador, se interrumpa con precisión el flujo de material.</p> <p>9.2 Los indicadores deben ser totalmente visibles y estar suficientemente cerca del operador para que pueda leerlos con precisión al alimentar el pesador. El operador debe tener acceso adecuado a todos los controles.</p> <p>9.3 Las balanzas se considerarán exactas cuando se pueda demostrar que al menos una prueba de carga estática en cada cuarto de la</p>

tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, NTC 3318 (ASTM C94M).

(d) El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de NTC 3318 (ASTM C94M).

(e) Debe llevarse un registro detallado para identificar:

(1) Número de tandas de mezclado producidas; (2) Dosificación del concreto producido;

(3) Localización aproximada de depósito final en la estructura;

(4) Hora y fecha del mezclado y de su colocación;

Comentario: CR5.8 — Mezclado

Un concreto de calidad uniforme y satisfactoria requiere que los materiales se mezclen totalmente hasta que tengan una apariencia uniforme y todos los componentes se hayan distribuido. Las muestras tomadas de distintas partes de una misma tanda de mezclado deben tener en esencia el mismo peso unitario, contenido de aire, asentamiento y contenido de agregado grueso. En la norma NTC 3318 (ASTM C94M) se especifican los métodos

capacidad de la escala está a $\pm 0,2\%$ de la capacidad total de la escala.

Nota 12 - Las limitaciones de precisión de balanzas de la National Ready Mixed Concrete Association Plant Certification satisfacen los requerimientos de esta Especificación.

10. Mezcladoras y agitadores

10.1 Las mezcladoras de hormigón pueden ser estacionarias o de camión. Los agitadores pueden ser camiones mezcladores o camiones agitadores.

10.1.1. Las mezcladoras estacionarias deben estar equipadas con una placa o placas de metal en las cuales se indique claramente la velocidad de mezclado del tambor o de las paletas, así como la capacidad máxima en términos del volumen de hormigón mezclado. Cuando se usen para la mezcla total del hormigón, las mezcladoras estacionarias deben estar equipadas con un medidor de tiempo que no permita que la mezcla se descargue antes de que haya transcurrido el tiempo especificado de mezclado.

10.1.2 Cada camión mezclador o agitador debe tener en un lugar visible una placa o placas metálicas en las cuales se indique claramente el volumen bruto del tambor, la

de ensayo para determinar la uniformidad del mezclado. El tiempo necesario para el mezclado depende de muchos factores, que incluyen el volumen de mezcla, su rigidez, tamaño y granulometría del agregado y la eficiencia de la mezcladora. Deben evitarse tiempos de mezclado excesivamente prolongados, ya que pueden moler los agregados.

C.5.9 — Transporte

C.5.9.1 — El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material.

C.5.9.2 — El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregación de los componentes, y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación.

Comentario: CR5.9 Transporte Cada paso en el manejo y transporte del concreto necesita ser controlado a fin de mantener la uniformidad dentro de una tanda de mezclado determinada así como también entre tandas de mezclado. Es esencial evitar segregación entre el agregado grueso

capacidad del tambor en términos de volumen de hormigón mezclado y las velocidades de rotación mínima y máxima del tambor, espas o paletas. Cuando el hormigón se mezcla en un camión, como se describe en la sección 11.5, o mezclado en dos fases, como se describe en la sección 11.4, el volumen de hormigón mezclado no debe exceder el 63% del volumen total del tambor o contenedor. Cuando el hormigón se mezcla en planta, como se describe en la sección 11.3, el volumen de hormigón en el camión mezclador o agitador no debe exceder el 80% del volumen total del tambor o contenedor.

Nota 13 - La secuencia o método para introducir los materiales a la mezcladora tendrá un efecto muy importante en la uniformidad del hormigón.

10.3 El agitador debe poder mantener el hormigón adecuadamente mezclado y como una masa uniforme, así como descargarlo con un grado satisfactorio de uniformidad, como lo define el Anexo A1.

Nota 14 - No deben tomarse muestras antes de que el 10%, o después de que el 90% de la amasada haya sido descargada. Debido a la dificultad para determinar la cantidad real de hormigón descargado, se trata de tomar

y el mortero o entre el agua y los demás componentes.

El Título C del Reglamento NSR-10 requiere que el equipo de manejo y transporte del concreto sea capaz de suministrar continua y confiablemente concreto al lugar de colocación bajo todas las condiciones y para todos los métodos de colocación. Las disposiciones de C.5.9 se aplican a todos los métodos de colocación, incluyendo bombas, cintas transportadoras, sistemas neumáticos, carretillas, vagonetas, cubos de grúa y tubos tremie. Puede haber una pérdida considerable de resistencia del concreto cuando se bombea a través de una tubería de aluminio o de aleaciones de aluminio. Se ha demostrado que el hidrógeno que se genera por reacción entre los álcalis del cemento y la erosión del aluminio de la superficie interior de la tubería provoca una reducción de la resistencia hasta de un 50 por ciento. Por consiguiente, no debe utilizarse equipo hecho de aluminio o de aleaciones de aluminio en tuberías de bombeo, tubos tremie o canales a menos que sean cortos tales como los que se emplean para descargar el concreto de un camión mezclador.

muestras que sean representativas de porciones muy separadas de la carga, pero nunca al principio o al final de la descarga.

11. Mezclado y entrega

11.1 El hormigón premezclado debe mezclarse y entregarse en el lugar designado por el comprador mediante una de las siguientes combinaciones de operaciones:

11.1.1 Hormigón Mezclado en Planta

11.1.2 Hormigón Mezclado en Dos Fases

11.1.3 Hormigón Mezclado en Camión

11.2 Las mezcladoras y agitadoras deben operarse dentro de los límites de capacidad y velocidad de rotación designados por el fabricante del equipo.

11.3.3 Muestreo para Ensayos de Uniformidad en Mezcladoras Estacionarias - Las muestras de hormigón para propósitos de comparación deben obtenerse inmediatamente después de lapsos de tiempo de mezclado establecidos arbitrariamente, de acuerdo con alguno de los siguientes procedimientos:

11.3.3.1 Procedimiento Alternativo 1 - La mezcladora debe ser detenida, y las muestras requeridas sacarse de una manera adecuada a distancias aproximadamente

C.5.10 — Colocación

C.5.10.1 — El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.

C.5.10.2 — La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.

C.5.10.3 — No debe colocarse en la estructura concreto que haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños.

C.5.10.4 — No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.

C.5.10.5 — Una vez iniciada la colocación del concreto, esta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas.

C.5.10.6 — La superficie superior de las capas colocadas entre encofrados verticales por lo general debe estar a nivel.

iguales de la parte de enfrente y de la parte de atrás del tambor, o

11.3.3.2 Procedimiento Alternativo 2
- Conforme la mezcladora se vacía, deben tomarse muestras individuales después de la descarga de aproximadamente 15% y 85% de la carga total. Las muestras deben ser representativas de porciones ampliamente separadas, pero nunca de las partes inicial y final de la amasada (Nota 14).

11.3.3.3 Las muestras de hormigón deben ensayarse de acuerdo con la Sección 17, y las diferencias en los resultados de ambos ensayos no deben exceder los límites proporcionados en el Anexo A1.

11.8 El hormigón que se entregue en climas fríos debe tener la temperatura mínima aplicable indicado en la siguiente tabla. (El comprador debe informar al productor el tipo de construcción en la cual se utilizará el hormigón).

Temperatura mínima del hormigón al colocarse

Tamaño de las secciones	Temperatura Mínima
pulg (mm)	°F (°C)
< 12 (< 300)	55 (13)

C.5.10.7 — Cuando se requieran juntas de construcción, estas deben hacerse de acuerdo con C.6.4.

C.5.10.8 — Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.

Comentario: CR5.10 — Colocación

La manipulación excesiva del concreto puede provocar la segregación de los materiales. Por consiguiente, en el Título C del Reglamento NSR-10 se toman precauciones contra esta práctica. No debe permitirse la adición de agua para re mezclar concreto parcialmente fraguado, a menos que se tenga autorización especial. Sin embargo, esto no excluye a la práctica (aprobada en la NTC 3318 [ASTM C94M]) de agregar agua al concreto mezclado para alcanzar el rango especificado de asentamiento, siempre que no se violen los límites prescritos para tiempo máximo de mezclado y para la relación a/mc.

La sección 5.10.4 de la edición de 1971 indicaba que “cuando las condiciones hagan difícil la compactación, o donde existan congestiones de refuerzo, se

12 - 36 (300-900)	50 (10)
36 - 72 (900 - 1800)	45 (7)
> 72 (>1800)	40 (5)

La temperatura máxima del hormigón producido con áridos calentados, agua caliente o ambos, nunca debe exceder de 90°F (32°C) durante el proceso de producción o transporte.

Nota 15 - Cuando se usa agua caliente puede causar endurecimiento rápido si se pone en contacto directo con el cemento. Información adicional sobre el manejo del hormigón en climas fríos, se puede encontrar en el ACI 306R.

11.9 El productor debe entregar el hormigón premezclado en climas cálidos a la temperatura más baja posible, siempre y cuando el comprador lo apruebe.

Nota 16 - En algunas circunstancias puede haber dificultades cuando la temperatura del hormigón se acerca a 90°F (32°C). Información adicional puede encontrarse en el Manual del Hormigón del Bureau of Reclamation y en el ACI 305R.

depositará primero en el encofrado una capa de mortero, de por lo menos 25 mm, que tenga la misma proporción de cemento, arena y agua que la usada en el concreto”. Este requisito fue eliminado en 1977, puesto que las condiciones para las que era aplicable no podían definirse con suficiente precisión para justificar su inclusión. No obstante, la práctica tiene sus méritos y puede incorporarse en las especificaciones de la obra si resulta apropiado, asignando la responsabilidad y vigilancia de su aplicación al Supervisor Técnico. El uso de capas de mortero ayuda a prevenir la formación de hormigueros y la deficiente adherencia del concreto con el refuerzo. El mortero debe colocarse inmediatamente antes de depositar el concreto, y su estado debe ser plástico (ni rígido ni fluido) cuando se coloque el concreto. En ACI 309R, se dan recomendaciones detalladas para la compactación del concreto. (Presenta información actualizada acerca del mecanismo de compactación, y da recomendaciones sobre las características del equipo y de los procedimientos para diversas clases de concreto).

12. Uso de equipo que no agita

12.1 El hormigón mezclado en planta debe transportarse en equipo adecuado que no agita, aprobado por el comprador. Las dosificaciones del hormigón deben ser aprobadas por el comprador y se aplican las siguientes limitaciones:

12.2 El cuerpo de los equipos no agitadores debe ser un contenedor metálico, suave y hermético, equipado con compuertas que permitan controlar la descarga del hormigón. Cuando lo solicite el comprador se deben proporcionar cubiertas para protegerla hormigón de las condiciones climáticas.

El hormigón debe ser entregado en la obra como una masa completamente mezclada y uniforme, y debe ser descargado con un grado satisfactorio de uniformidad, como se describe en el Anexo A1.

Metodología

Tipo de estudio

Descriptivo, puesto que hay una problemática de investigación, la cual genera recursos para poder formular una propuesta la cual se adapte a las necesidades gerenciales en los diferentes ciclos o procesos constructivos de las estructuras en concreto, con anticipación se pueden encontrar teorías y parámetros para establecer esta propuesta.

Método

Inductivo, puesto que parte de una particularidad la cual conlleva a unas generalidades.

Análisis, ya que permite una profundización de la problemática presentada.

Técnicas de recolección

Fuentes primarias obtenidas información de seis gerentes de proyectos o ingenieros, arquitectos, residentes de obra; ya que ellos son la parte que está encargada de la toma de decisiones, siendo también directores de procesos los cuales generan rendimientos bajos o altos en la ejecución de las obras que tienen que ver con estructuras en concreto.

Fuentes secundarias, ya que se encuentra información en artículos de importantes revistas de ámbito constructivo y gerencial.

Serán orientadas a la parte gerencial mediante la recolección de datos por medio de entrevistas y/o encuestas, estas serán realizadas a 2 gerentes de proyectos, 2 ingenieros y 2 arquitectos directores de proyectos o residentes de obra.

Encuesta al personal profesional

¿Cómo califica usted la gerencia del proyecto? ¿Es explícita en cuanto a estrategias y metas referentes a los rendimientos de obra?

Excelente

Muy bueno

Bueno

Aceptable

Deficiente

¿La gerencia del proyecto mantiene a los empleados actualizados acerca de cambios, objetivos y políticas?

Sí

No

¿La organización busca obtener el éxito gerencia como sea posible, para obtener los mejores rendimientos por qué?

¿Qué aspectos cree usted como gerente del proyecto que es necesario reconocer antes de programar una fundición? ¿Por qué?

A continuación, tiene una pequeña lista que incluye diferentes aspectos relacionados con su trabajo, sobre los que se le pregunta sobre su grado de satisfacción. Por favor coloque una X dentro del porcentaje correspondiente teniendo en cuenta que:

100%= MUY SATISFECHO 50%= POCO SATISFECHO 0%= INSATISFECHO

100% 50% 0%

¿Cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar un óptimo

Proceso gerencial en su proyecto?

¿Los procesos planeados por la gerencia del proyecto son desarrollados

a cabalidad y en los tiempos establecidos?

¿Los modelos gerenciales aplicados en su proyecto son los ideales?

¿La gerencia establece, implementa y mantener políticas y procesos de control de calidad que compitan o superen estándares de la industria?

¿El ingeniero residente tiene la capacidad de ejercer juicios en la supervisión de la mano de obra?

¿Cómo se tienen en cuenta la dosificación de aditivos para lograr una entrega eficiente de concreto y en sus especificaciones correctas?

¿Qué aspectos deben tenerse en cuenta en la entrega de un pedido de concreto para que éste no pierda fluidez, se seque o pierda humedad y se ponga rígido? ¿Cómo se minimizan?

Problemas en obra:

Para las empresas constructoras el tema del rendimiento del concreto en obra es de vital importancia en el beneficio económico, administrativo y gerencial del mismo director de proyecto, para la firma constructora y/o el jefe de planta si se solicita el concreto de planta.

Se debe tener en cuenta antes de la mezcla, de hecho, el día de la contratación de la cantera para el suministro de pétreos, tomar unas pruebas del material que dicho proveedor va a entregarnos en futuros pedidos; éstas pruebas se deben hacer porque no todos los estratos son iguales en todas las canteras y las arenas, por ejemplo, pueden llegar con un porcentaje de humedad muy alto y éste ítem difiere para la cantidad de agua que le vamos a agregar en el diseño de nuestro concreto en obra por lo tanto va a afectar en la resistencia en los mismos ensayos que se deben hacer antes de iniciar la actividad de fundición de estructuras. Esto también se debe hacer cuidadosamente si se cambia de distribuidor de los pétreos

Según las encuestas realizadas a los profesionales de obra coincidían en que el proceso de mezclado en obra se dificulta ya que el personal que realiza la labor de mezclado no está capacitado en diseños de mezcla, dosificaciones y mucho menos en los cuidados que se deben realizar para llevar a cabo con éxito esta tarea; es por esto que, en obra los profesionales deben transcribir en palabras más coloquiales y usadas por el personal para su mejor entendimiento a tal punto que la mezcla no se puede hacer en términos técnicos sino pasar los porcentajes de metros cúbicos que la norma dice a “paladas”, “carretilladas”, “baldados” para que la mezcla se haga lo más precisa posible; para lograr esto se deben hacer pruebas de mezclas de medio metro cúbico o un metro cúbico en términos de las medidas usadas por los maestros de obra con pruebas de resistencia si la obra es a largo plazo cada 7, 14 y 28 días, aunque estas pruebas en su momento permiten al profesional darse cuenta si la mezcla está muy saturada de agua, con una cantidad muy alta de agregados, o si estos tienen un tamaño mayor al permitido en el diseño, entre otras características. Si los maestros y/o inspectores tienen diferentes métodos de medir las porciones hacemos también ensayos en los que

determinamos por metro cúbico, cuantos baldados tiene una carretillada y cuantas paladas tiene una carretillada para que en el momento de la mezcla este claro para el ingeniero, el inspector y el maestro de los porcentajes que el profesional este ordenando para que la mezcla sea lo más clara y precisa posible.

Hay técnicas que aparecen en los libros en los que nos habla de la mezcla 1, 2, 3, la cual es una comparación con base en el volumen del cemento y dice que el número uno es el material más fino como el cemento, el ítem 2 es el material en su orden más grueso en estos casos la arena y tres corresponde a la grava que corresponde al material más grande, ésta es la mezcla más usada para encontrar una resistencia de 3000 psi que es la resistencia más usada para obras de importancia media, es decir, placas de cimentación y entre pisos, lozas para espacio público, entre otras.

Si el proyecto es a largo plazo debemos hacer pruebas de resistencia donde a los 7 días ya nos muestra aproximadamente la resistencia en un 30%, a los 14 días ya tenemos una seguridad de un 90% de resistencia de nuestra mezcla aproximadamente y a los 28 días al fallar nuestros cilindros nos debe arrojar la resistencia deseada y que el diseño requiere; debemos tener la certeza que los cilindros nos van a arrojar la información que necesitamos y por ende no podemos esperar a los 28 días para estar seguros de la resistencia de nuestro concreto sino que se debe hacer con días de anterioridad para evitar en el futuro pérdidas de tiempo, dinero y vernos en la necesidad de demoler proyectos ya con un porcentaje de avance considerable.

Es claro que en algunas ocasiones el orden en un proyecto sobre todo si es muy extensa el desorden no se puede evitar ya que se debe cumplir un cronograma de avance diario, semanal y mensual donde no cabe muchas veces el espacio para tener cada acopio en el lugar correcto. Muchas veces si estamos en fundición de un volumen grande de una estructura y llega material para acopio no podemos sacar a los trabajadores de sus labores de fundición para pedirles que organicen el acopio puesto que una actividad es mucho más importante que la otra y terminamos en obra dejando los materiales, pétreos y otros elementos en el primer lugar que encontramos desocupado; es por esto, que uno de los más grandes problemas que encontramos en la mayoría de encuestas hechas es que sobre todo los materiales de cantera

se dejan sin protección del sol o peor aún de la lluvia sin una formaleta o estructuras que garantice que el material no se vaya a disgregar sino que se mantenga almacenado y conservando sus propiedades

Verificar que el diseño de la mezcla sea el mismo para la obra que vamos a ejecutar ya que en muchos casos se mezclaron cierta cantidad de metros cúbicos de concreto para una actividad, pero muy tarde se dieron cuenta que el diseño no era para ese elemento sino para otra estructura y las pérdidas económicas y de tiempo serán muy elevadas ya que luego no solo se debe demoler la estructura realizada sino programar de nuevo la actividad con todos sus inconvenientes que esto trae.

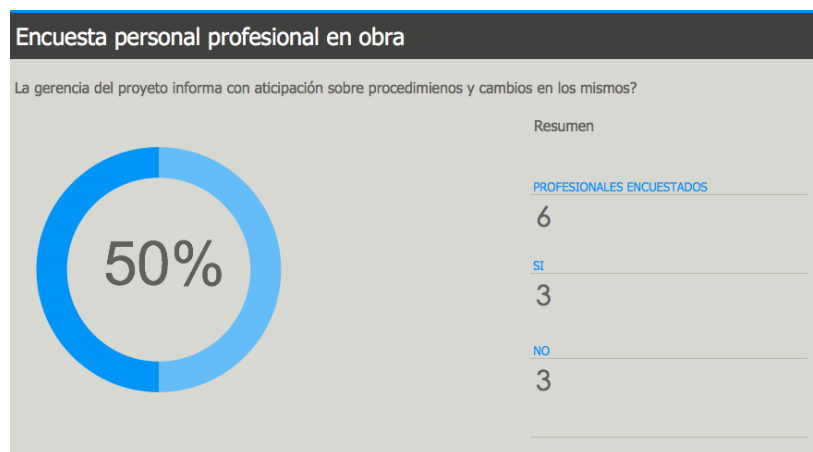
En el momento de la mezcla tener un área específica y cercana al sitio de fundición de nuestra estructura para evitar desperdicios y desorden en los procedimientos, esto porque luego de mezclar disponemos de tiempos muy precisos para vaciar el material, por eso es necesario que con horas de anterioridad las condiciones de resistencia de las formaleta estén debidamente armadas, para no encontrar fallencias que se pueden dar en el momento del vaciado del concreto en elementos como vigas y/o columnas. Un ejemplo específico sería que al momento de fundir o vaciar el concreto la formaleta se abriera o sufriera fallas de confinamiento se perdería no solo la mezcla sino el trabajo, retrasando la actividad y por ende si los aditivos, retardantes, acelerantes harían efecto perderíamos la mezcla;

No solo al maestro, inspector y los trabajadores se les debe dar una orden sobre la dosificación de la mezcla requerida para dicha actividad, sino que se debe explicarles el porqué de estas cantidades ya que días antes y luego de hacer los respectivos ensayos de los materiales se debe tener muy claro que dosificación se debe hacer en el momento de mezclado, sin importar si el concreto se pide de planta hay la posibilidad de que en la fundición haga falta una cantidad de concreto ya sea porque en el traslado haya pérdidas, porque en ocasiones el camión mezclador lo empezó a suministrar y no se alcanzó a recibir por parte de los operadores del mismo

La no utilización de las herramientas específicas para cada actividad para no tener que improvisar por los tiempos que se manejan en esta actividad y terminar bajando la resistencia de la mezcla ocasionando problemas muy graves a largo plazo.

Mediante la correcta aplicación de técnicas gerenciales se pueden prever algunas de estas falencias, siendo detectadas a tiempo se mitigan sobrecostos y retraso en los tiempos de ejecución de dichas obras, así como la correcta disposición de los materiales, mano de obra y sobre todo una correcta organización en cuanto a tiempos se refiere que en definitiva termina siendo lo más importante en la fundición de un concreto de calidad y con las especificaciones correctas para el tipo de obra que se está realizando.

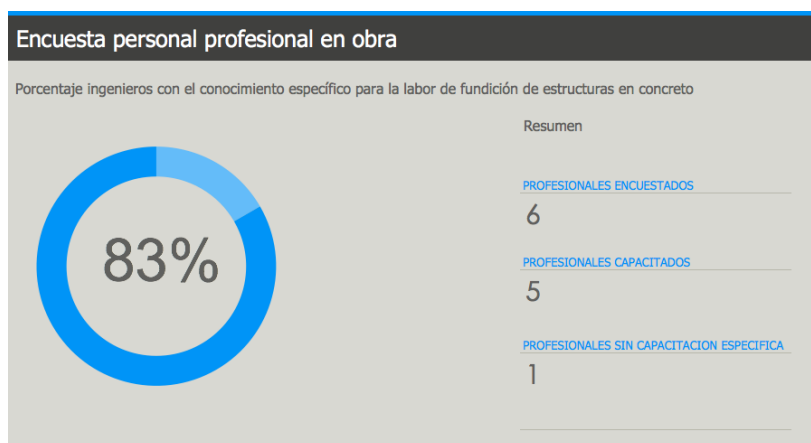
Gráfico 1 Información al personal.



Fuente propia.

En ocasiones los directores de obra o dueños de contrato solo evalúan la hoja de vida de los trabajadores para verificar si el personal tiene experiencia en obra ya sea ingenieros residentes, maestros de obra y ayudantes, pero luego de la contratación se olvida algo, muy importante como lo es el procedimiento utilizado en este tipo de obras, sabemos que no todas las obras no son iguales todas ya que cada una tiene una característica específica como lo son clima, tipo y calidad de agregados, clases de cemento, entre otras cosas que la hacen única y por ende siempre hay que tener una planificación especial para cada una. Por todos estos aspectos siempre se debe hacer charlas y capacitaciones al personal e informar sobre cambios en los procesos y nuevas tecnologías.

Gráfico 2 Conocimientos del personal.



Fuente propia

En muchas de las obras que visitamos y en las que afortunadamente hemos trabajado nos hemos dado cuenta que los ingenieros que se encuentran prestando sus servicios como residentes tienen conocimientos muy generales en cuanto a la ingeniería, pero algo tan importante y específico como el diseño de un concreto, los cuidados y la dosificación del mismo no está tan claro como se lo merece una actividad de fundición como esta y son cosas que se deben tratar con más cuidado ya que de esto depende la vida de lo más importante de una obra vertical como lo es su estructura, funcionamiento o unas lozas de concreto en una vía determinada.

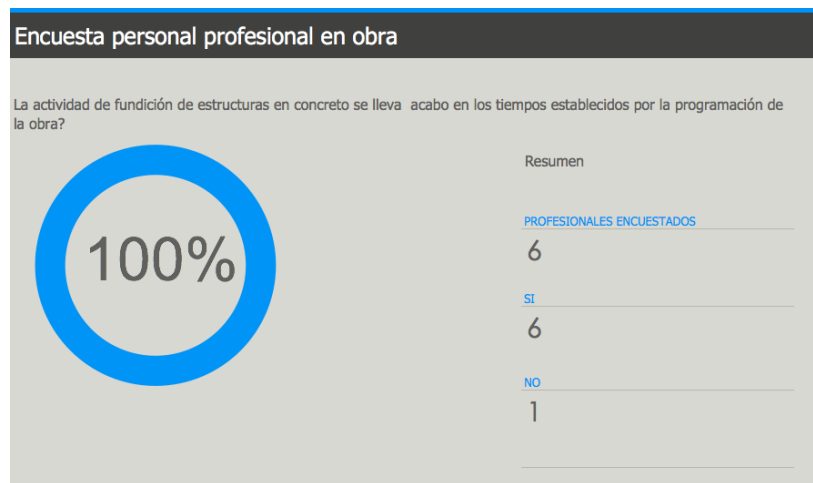
Gráfico 3 Personal equipado.



Fuente propia

Cuando inicia un proyecto lo primero que hacen es dotarse de las herramientas para realizar cada labor, pero a veces no es así, en muchas ocasiones y por el interés de terminar rápido, el personal usa lo que primero encuentra en el almacén; es por esto que muchos de los accidentes de trabajo ocurren por cumplir tiempos de programación, porque minimizar los retrasos con los que inicia la actividad y salir temprano. En ocasiones encontramos a ayudantes martillando con una piedra, figurando acero con la mano, entre otras actividades que no sólo pueden causar accidentes, sino que originan inconvenientes con el cumplimiento de los tiempos de ejecución y posterior entrega de la tarea realizada.

Gráfico 4 Manejo de tiempos programados.



Fuente propia

El porcentaje de cumplimiento de los tiempos establecidos es muy alto; pero es cierto que muchos de estos procesos como lo mencionamos anteriormente se logran, pero con muchos inconvenientes de tipo operativo, manejo del personal, problemas de llegada del concreto pedido en planta, estado del clima, entre otros. Es por esto que la programación y alistamiento de materiales y herramientas se programa en muy corto plazo.

Gráfico 5 Resumen. Aspectos a tener en cuenta.



Fuente propia

En el gráfico 5 se evidencia el grado de responsabilidad de cada proceso de la fundición de concreto, el responsable, y los aspectos que se deben tener en cuenta para realizar con éxito la labor programada. El área gerencial no sólo es fundamental, sino que usando software especializados para planeación de obra da unos tiempos para realizar la actividad, prevé los inconvenientes que se pueden generar y los que no se pueden minimizar por el ser humano como el estado del tiempo.

Análisis de Modelos.

Como gerentes debemos tomar decisiones entre las cuales está la implementación de un sistema o modelo gerencial el cual nos provee de información, desarrollo de procesos y de igual forma nos permite desarrollar nuestras habilidades gerenciales.

Los gerentes poseen habilidades para desarrollar eficazmente su trabajo, Además de planear, organizar, tomar decisiones, dirigir y controlar, pero la cuantía de tiempo que invierten no es constante. Así, los oficios gerenciales cambia respecto del gerente, no es lo mismo un gerente de la alta gerencia enfocado a definir las metas de la organización que un gerente de primer nivel orientado a la supervisión del trabajo.

En la década de los setenta, el investigador Robert L. Katz intentó responder esta pregunta. Encontraron que las habilidades decisivas son: habilidades conceptuales, humanas, técnicas y políticas.

En el sector de la construcción es de vital importancia contar con estas habilidades ya que con ellas podemos garantizar en un alto porcentaje el éxito de nuestro proyecto, además como gerentes debemos fomentar un medio laboral agradable con garantías para quien ejecuta las labores referentes a las estructuras de concreto, además desarrollar la habilidad de motivar a los operarios puesto que una persona con un alto grado de motivación ejecuta las labores con una mayor eficiencia y de una mejor forma, que personas con bajos grados de motivación. Esta habilidad se verá reflejada en nuestro rendimiento de obra en beneficios de tiempos y costos lo cual como gerentes del proceso es lo que buscamos para el beneficio de la empresa y reflejo de nuestra labor.

Modelos Gerenciales.

En el último siglo las empresas han empleado sistemas gerenciales que ofrecen herramientas de control. Estas están aplicadas no solo para las empresas del sector de la construcción sino en diversas áreas con múltiples aplicaciones gerenciales.

Análisis del modelo gerencial Gestión del conocimiento

es un aporte a la teoría administrativa, se define como la interacción entre el personal y la información, mediante esta interacción se aprovecha las capacidades intelectuales de cada persona con respecto a su labor ya sea de forma individual o grupal, generando de este modo grandes beneficios para el desarrollo de los proyectos.

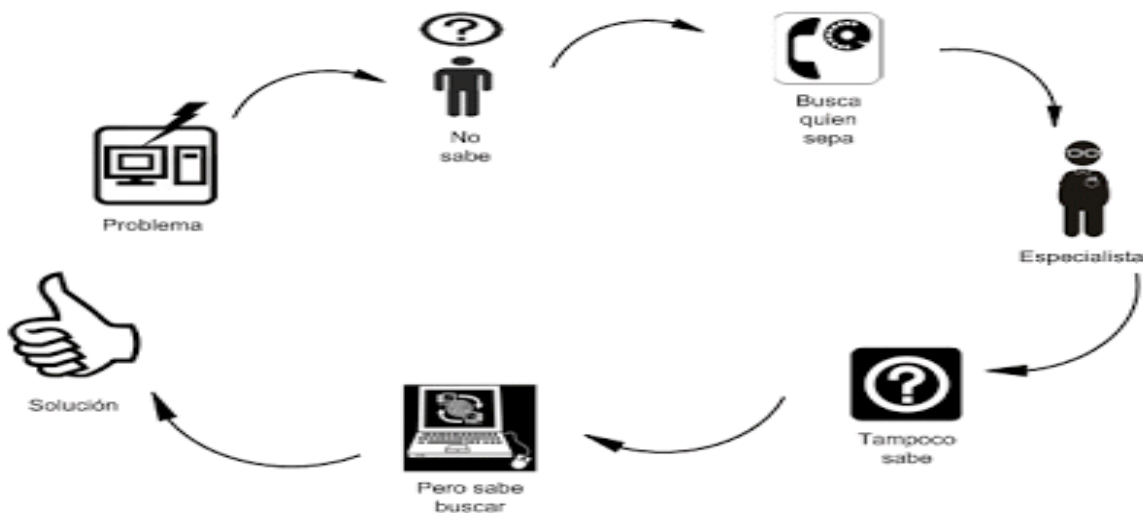
Este modelo posee una aplicación en algunas áreas de la empresa como lo son planeación, diseño, servicio al cliente entre otras, las cuales por medio de la incorporación de nuevas tecnologías generan mejores resultados de la mano de la capacitación de los operarios; Algunas definiciones de la administración del conocimiento son las que plantean las siguientes organizaciones

Gartner Group (información provista por IBM): “La administración del conocimiento es una disciplina que los individuos y las organizaciones practican para llegar a ser

compañías altamente adaptables y oportunas que las mueven hacia el liderazgo en la industria, aprovechando el activo intelectual para generar eficiencia, capacidad de respuesta e innovación”.

K. Cormican y D.O’Sullivan (Universidad Nacional de Irlanda): “La administración del conocimiento es una disciplina que apunta a apalancar la experiencia dentro de las organizaciones. Es una capacidad que permite a las organizaciones apoyar su conocimiento colectivo para mejorar su desempeño”.

Cambridge Technology Partners: “Administración del conocimiento es la habilidad para crear y retener gran valor de las competencias del negocio”. (Rojas. M. 2008. Administración para ingenieros. p. 18)



Fuente: [www http://cerebroextendido.blogspot.com.co/2010/01/gestion-del-conocimiento-un-ejemplo.html](http://cerebroextendido.blogspot.com.co/2010/01/gestion-del-conocimiento-un-ejemplo.html).

La gestión del conocimiento es una disciplina que promueve un enfoque integral a identificación de problemas o vacíos en conocimiento, mediante la captura, evaluación recuperación y retroalimentación por medio de los activos de información de la empresa se genera valor y nuevas oportunidades.

Una de las ventajas de este modelo es la utilización de la experticia de los integrantes de cada una de las áreas, la disposición de organización y el desarrollo de nuevos productos, ciclos más cortos respecto al desarrollo de actividades, innovación y aprendizaje del personal, y

como uno de los más importantes la solución de problemas por medio de los sistemas de información.

Análisis del modelo gerencial La reingeniería

se plantea por la necesidad de hacer revisión a los procesos para así poder simplificar y automatizar las producciones, fue desarrollada por Michel Hamer en el año de 1993 es una de las técnicas más modernas, antiguamente se utilizaba los procesos manuales pero con la revolución industrial y tecnológica se automatizaron los procesos para ser más estandarizados y eficientes aún más competitivos en el mercado, esta estrategia olvida el pasado parte la historia a de los procesos y comienza de nuevo para así poder generar valor al cliente para esta se presentan algunas características como lo son el Organizar la empresa en función de, reinventar procesos, No son los productos si no los procesos los que llevan al éxito de la compañía, implica investigación, descubrimiento y creatividad, es hacer menos con más, sino más con menos.

Ya con estos criterios o característica surge la gran incógnita la cual es ¿cómo la hacemos? para lo cual se plantea una metodología de trabajo por Manganelli y Klein en 1995 la cual tiene como base algunos aspectos que en el ámbito laboral y para un gerente son de primordial reconocimiento como lo son la necesidad de cambio, modelar visualizar en procesos, ejecutar y evaluar la transformación lo cual nos conlleva a un mejoramiento continuo en los procesos gerenciales. (Noriega J. 2002.)



Fuente: <http://efoquesdeadministracion.blogspot.com.co/2015/01/la-reingenieria-de-los-procesos.html>

Para implementar este sistema las empresas deben realizar una revisión y replanteamiento de la organización, siempre enfocada a un rediseño con el fin de alcanzar mejoras en rendimientos, costos, calidad, servicios, optimización de sus actividades.

La reingeniería es una respuesta a una organización que pierde competitividad por sus procesos, por la calidad de sus productos o servicios, porque está perdiendo mercado, porque su tecnología es obsoleta y porque no ha invertido en crear capital intelectual.

Análisis del modelo gerencial Justo a tiempo

Es un sistema propuesto por la empresa Toyota a partir de la segunda guerra mundial la cual se caracteriza por producir el mínimo número de unidades en la menor cantidad en el mínimo tiempo posible eliminando las pérdidas por desperdicio.

Es un sistema para mejorar la producción más no para reducir costos lo cual para el área de la construcción es una falencia puesto que todas las empresas tienden a sacar sus productos en el menor tiempo posible pero asegurando que los costos iniciales presupuestados se mantengan, de lo contrario podría surgir inconvenientes financieros los cuales podrían ocasionar un déficit financiero o en el peor de los casos un cierre temporal o definitivo del proyecto.

En resumen una construcción con una implementación gerencial a partir del modelo justo a tiempo ocasionaría fallas en la parte económica puesto que si la enfocamos a la parte de las estructuras de concreto y su rendimiento esta sería una ventaja ya que se requiere gran habilidad y una construcción minuciosa la cual no genere errores constructivos pero no produce un rendimiento de los costos por el contrario tienden a aumentar. (Rojas. M. 2008)

Análisis del modelo gerencial Modelo Canvas

Es un modelo gerencial creado por Alexander Osterwalder en el año 2004 como una necesidad para su tesis doctoral, este modelo hace una descripción del enfoque gerencial que se le da a un producto, para ejecutar este modelo es necesario contar con un grupo interdisciplinario, así como con una parte analítica y creativa

Este modelo describe de una manera clara la forma en que las organizaciones crean, entregan y capturan el valor de su producto, este sistema puede ser implementado en cualquier tipo de empresa pequeña, mediana o grande independiente de su actividad y al público al que este dirigida, es modelo de negocio permite destacar la vital importancia de estructurar los recursos para así conocer cómo opera la empresas y poder identificar sus fortalezas y debilidades.

Análisis y generación de modelos de negocio				
Partners Clave ¿Qué pueden hacer los partners mejor que tu o con un coste menor y, por tanto enriquecer tu modelo de negocio?	Actividades Clave ¿Qué actividades clave hay que desarrollar en su modelo de negocio de que manera las llevas a cabo?	Propuesta de Valor ¿Qué problemas de tus clientes estás resolviendo y qué necesidades estás satisfaciendo?	Relaciones con los clientes ¿Qué tipo de relaciones esperan tus clientes que establezcas y mantengas con ellos?	Segmentos de Clientes ¿Cuáles son las necesidades, problemas, deseos y ambiciones de sus clientes?
	Recursos Clave ¿Qué recursos clave requiere tu modelo de negocio?		Canales de Comunicación/ Distribución ¿A través de qué canales/medios contactarás y atenderás a tus clientes?	
Estructura de Costes	¿Cuál es la estructura de costes de tu modelo de negocio?	¿Qué valor están dispuestos a pagar tus clientes por tu solución y mediante qué formas de pago?	Flujo de Ingresos	

Fuente: www.24hbusiness.com
 Traducido por Ande y O'rowley Startup

Este método consiste en dividir el proyecto en nueve etapas las cuales interactúan entre sí generando como resultado diferentes formas de hacer rentable el proyecto. Como resultado de lo anterior, se clarifican los canales de distribución y las relaciones entre las partes, se determinan los beneficios e ingresos y especifican los recursos y actividades esenciales que determinan los costos más importantes. Finalmente, se pueden determinar las alianzas necesarias para operar. (Andrade. 2012)

Pasos del modelo Canvas:

Propuesta del valor: En esta etapa es donde identificamos que problema o necesidad se va a resolver, cual es característica que nos va hacer diferente ante un grupo que ejecuta una misma acción, definimos cual será el valor agregado del producto o servicio y porque lo vas a diferenciar de los demás.

Segmentos clientes: En esta etapa se define y se selecciona a quien va dirigida la labor o el producto, en el caso de las estructuras de concreto van dirigidas a una siguiente etapa la cual es la de mampostería.

Canales: Es la manera cómo vamos a entregar el producto o servicio al cliente, puede ser por medio de la web o de punto de ventas.

Relación con clientes: En esta etapa se definen las tácticas o estrategias para conservar y atraer nuevos clientes.

Fuentes de ingreso: En esta se define qué valor le agregamos al producto o servicio y como será que el cliente paga por ello, se adopta una forma de recaudo y definir las características para el mismo.

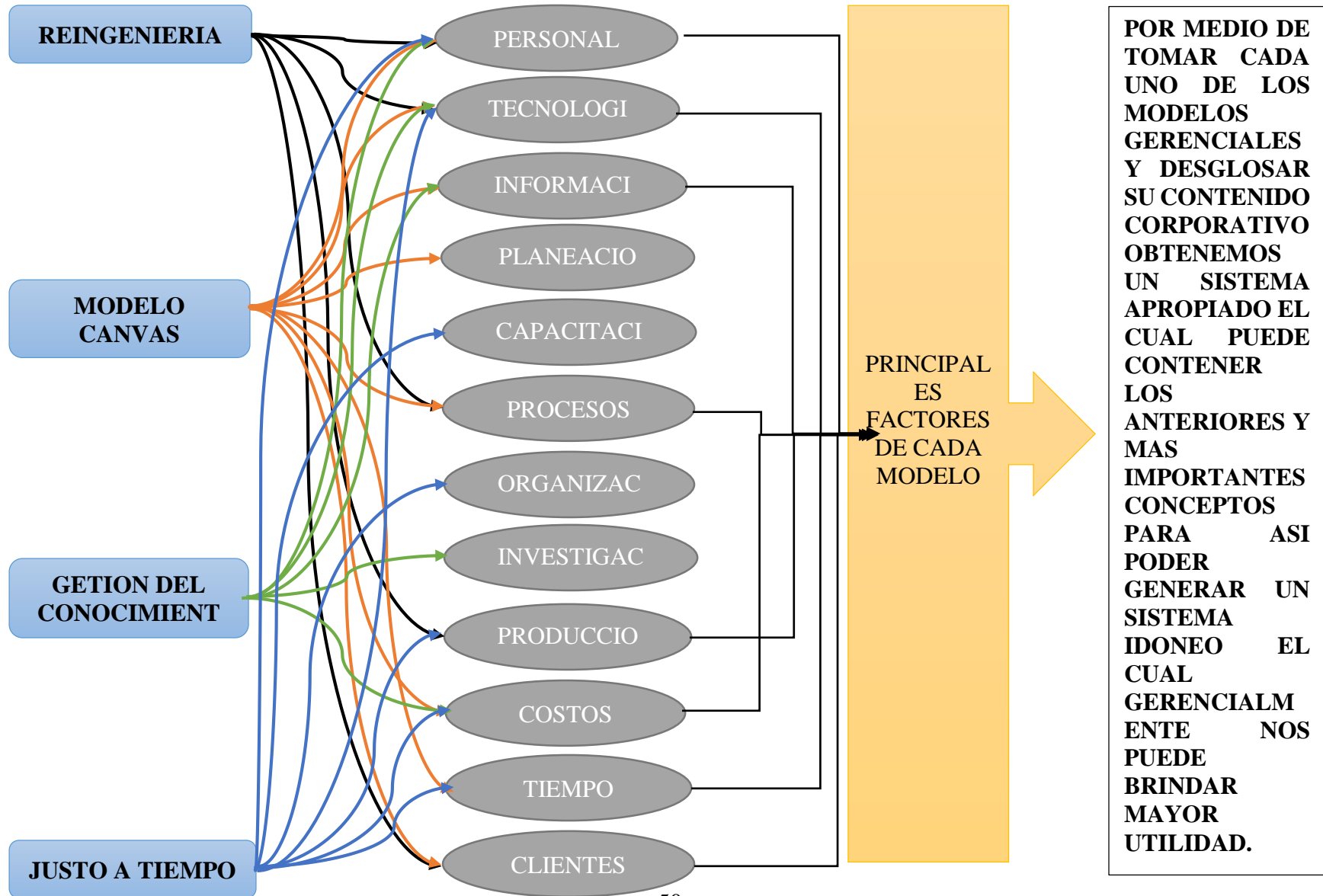
Recursos clave: Aquí se define qué tipos de recursos son necesarios para ejecutar la labor o servicio, tales como recursos financieros, materiales, intelectuales y humanos.

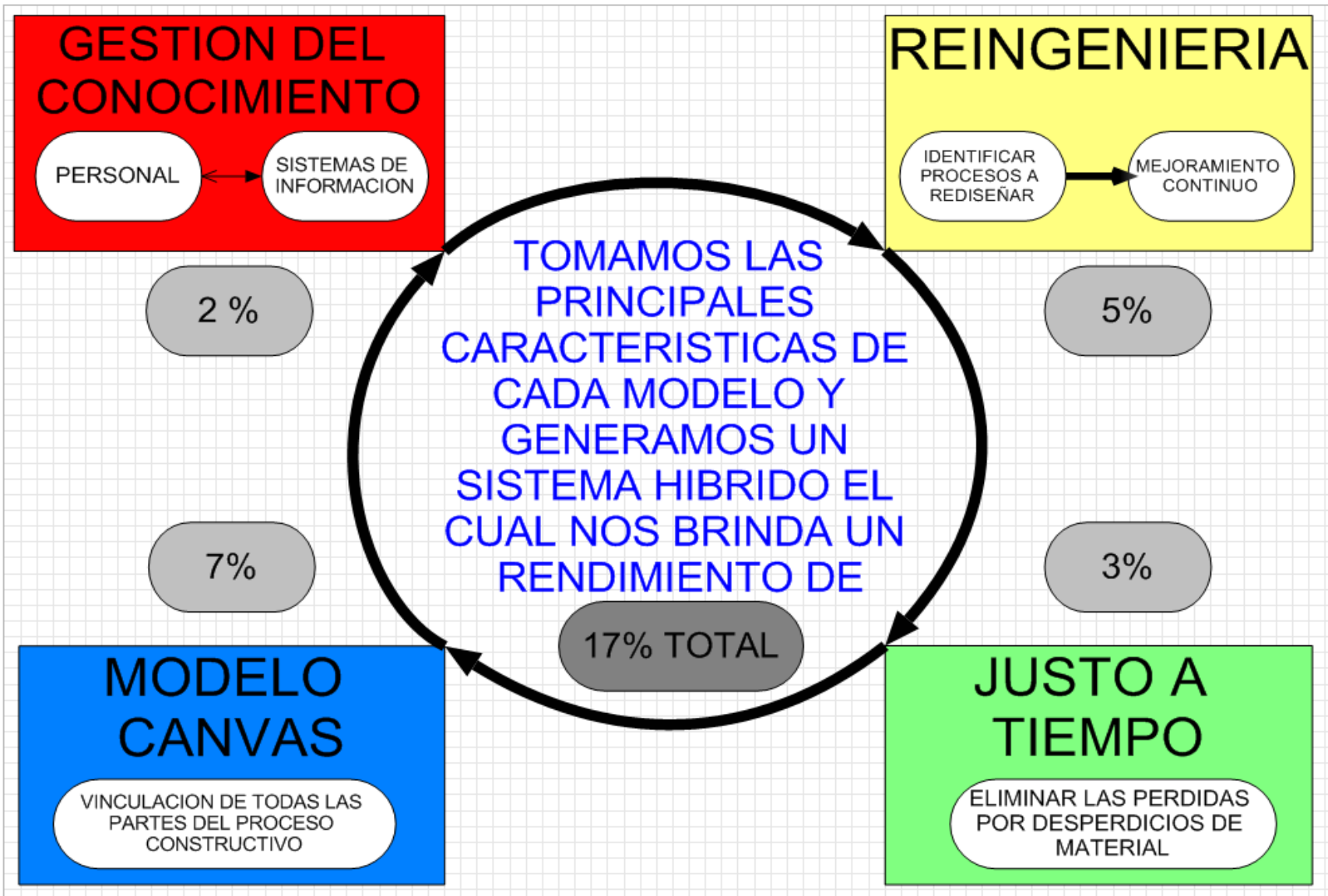
Actividades clave: En esta etapa se define qué actividades son clave para que la empresa empiece a generar ganancias.

Socios clave: En esta etapa se define que personas o empresas son las que nos van apoyar en la ejecución de la actividad o prestación del servicio.

Estructura de costos: Por último se define cuáles van a ser los gastos de operación o servicio y cómo van a estar representados.

Propuesta de modelo gerencial para mejorar rendimientos de obra





Gracias a cada uno de estos modelos y luego de las encuestas realizadas se puede lograr un acercamiento sobre las reducciones en los tiempos vs. Costos que podemos alcanzar usando cada aspecto importante e incidente de los métodos anteriormente mencionados y usados por nosotros por ser los más importantes gerencialmente hablando:

La reingeniería, permite reducir en un 5% la relación tiempo-costos ya que diariamente o por cada actividad podemos reinventar una estrategia para minimizar estos riesgos y falencias mejorando continuamente los procesos en nuestra fundición de concreto.

Gestión del Conocimiento, este método nos permite reducir los indicadores en nuestra problemática hasta en un 2% ya que, con ayuda de los sistemas de información, los softwares especializados en análisis y programación de proyectos nos permite estar al día en cada actividad.

Canvas, con el modelo Canvas vincula cada una de las actividades del proceso constructivo reduciendo así los desperdicios de materia prima e incluyendo al personal no profesional y profesional en una sola meta objeto de nuestro proyecto; es por esto que es nuestro método base y más importante con un 7% de reducción en las falencias gerenciales en nuestro proceso constructivo.

Justo a Tiempo, este modelo permite reducir las pérdidas de materia prima en los procesos de mezcla de concreto con cualquiera de las especificaciones requeridas para nuestra estructura dando orden en cada proceso e incluyendo al personal operativo para que cada persona haga su trabajo y máximo dos actividades para que las dosificaciones sean exactas y mezcladas en los tiempos exactos para la fundición reduciendo nuestros indicadores en un 3%.

Si logramos profundizar más este híbrido podremos alcanzar un 17% aproximadamente de reducción de la relación costo-tiempo en la ejecución de estructuras en concreto enfocado en el manejo del mismo en obra; todo esto no prevé aspectos como el estado del tiempo o demora

en la llegada de materias primas y/o la llegada de la mezcla que en algunos casos se pide ya dispuesta a la planta para el inicio de nuestras actividades ya que los anteriormente mencionadas son hechos que no podemos manejar y siempre afectaría nuestras metas de programación y avance en obra.

Conclusiones

1. Gracias a entrevistas y visitas de obra realizadas por este grupo de trabajo logramos identificar claramente las causas que generan los accidentes laborales, bajos rendimientos, y falencias gerenciales en la ejecución de la actividad específica de fundición de estructuras en concreto para el ejemplo del mismo suministrado de planta o mezclado en obra.
2. Para este caso se determinó que los modelos gerenciales que mejor se amoldan al tipo de empresa y su actividad así como para generar los rendimientos óptimos esperados son cuatro (4), Gestión del conocimiento, la reingeniería, justo a tiempo y el modelo canvas.

Todos los sistemas son de gran importancia y sus características de apoyo y aplicación por parte de los gerentes son vitales para el desarrollo de las actividades propuesta en el ámbito empresarial, pero si vamos por un determinante gerencial el cual es el manejo de todas las áreas de un sistema o empresa para este caso práctico como estudiantes de especialización en gerencia los modelos que más se ajustan a nuestra propuesta para el mejoramiento de los rendimientos de obra son la reingeniería y el modelo canvas.

Ya que como parte gerencia es de nuestra responsabilidad generar métodos para reinventar los procesos constructivos los cuales mediante una mejor formulación, aplicación y desarrollo constructivo puede generar beneficios tanto económicos como en tiempo que es lo que realmente afecta los procesos de las obra civiles.

El otro modelo gerencial el modelo canvas es para nuestro concepto el idóneo para aplicar a este tipo de propuesta ya que involucra todas las partes de la empresa, desde el trabajador pasando por proveedores, informática , tecnología y llegando por ultimo a los clientes la cual es la parte fundamental de toda empresa claro está sin dejar de un lado que se hace un análisis de los costos operativos los cuales son representativos en todas las actividades por que la meta de toda actividad económica es generar ganancias y es por eso que como gerentes y la toma de decisiones es fundamental para llevar un buen proyecto

3. Se plantea la solución de generar un modelo único que reúna las mejores características de cada modelo, para así poder interactuar con todas las áreas de interés enfocadas en cada una de estos, sin descuidar el concepto primario de la gerencia el cual es la planeación.

Cada uno de estos modelos brinda soluciones óptimas para casos específicos y que mejor que poder conformar un sistema tipo espiral el cual todo este enlazado entre si y que genere los resultados óptimos esperados.

Mediante un estudio más detallado y con un conocimiento más profundo de estos modelos se pueden proveer falencias gerenciales, las cuales mediante la correcta aplicación de métodos correctivos no serán perjudiciales para la labor como gerentes.

Bibliografía

1. Abarca, L & Leandro, A. (2016). Guía manejo eficiente de materiales de construcción. Recuperado de https://www.construccion.co.cr/descargas/GUIA_MANEJO_MATERIALES_CONSTRUCCION.pdf
2. Andrade. Sebastián. 2012. Metodología Canvas, una forma de agregar valor a sus ideas de negocios. Recuperado de (<http://www.innovacion.cl/reportaje/metodologia-canvas-la-nueva-forma-de-agregar-valor/>).
3. Asociación Americana de Ensayo de Materiales ASTM C 9403 a, (2003), Especificaciones Normalizadas para el hormigón premezclado
4. Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Recuperado de [file:///D:/Users/familiar/Downloads/843-1-2516-1-10-20120607%20\(1\).pdf](file:///D:/Users/familiar/Downloads/843-1-2516-1-10-20120607%20(1).pdf)
5. DATATECA.UNAD.EDU.CO Rendimientos de mano de obra (s.l.) [On line] (s.f.) [Consultado el 18 de octubre de 2015.]. Disponible en internet en: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102802/102802/leccion9rendimientosdemanoobraenlaconstruccion.html>
6. David, Fred. (2003). Conceptos de administración estratégica. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación
7. Echeverry Verónica (2015) 360° EN CONCRETO, Argos. Recomendaciones para el manejo de concreto en obra. Recuperado de <http://blog.360gradosenconcreto.com/recomendaciones-para-el-manejo-del-concreto-en-la-obra/>
8. Londoño Cipriano (2010) 360°EN CONCRETO, Argos. Recuperado de <http://blog.360gradosenconcreto.com/historia-y-origen-de-los-pavimentos-de-concreto-en-colombia>.

9. Mórte, Karen. (2002). Diseño y gerencia de políticas y programas sociales. Recuperado de http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/gover_2006_03_eficacia_e_ficiencia.pdf
10. Noriega, Jorge. (2014). Obra: administración y gerencia. Santafé de Bogotá, Colombia: Bhandar editores Ltda.
11. Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10 (1997), Comision asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. Tomo 2, título C – Concreto Estructural.
12. Rodríguez, Wilson. (2013). Gerencia de construcción y del tiempo-costo programación y control de obras. Lima, Perú: Macro empresa editorial
13. Rojas, M. (2008). Administración para ingenieros. Bogotá D.C, Colombia: Ecoe ediciones.
14. Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=EWq-QPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=definicion+de+concreto&ots=gYCXAmnXJt&sig=tqRhnG6Rhut_m8pSHiMQpXOL7Bw#v=onepage&q&f=false.
15. Saldarriaga Alberto (1999), ARQUITECTURA COLOMBIANA DEL SIGLO XX: EDIFICACIONES EN BUSCA DE FELICIDAD. Obtenido de revista Credencial Historia Recuperado de <http://www.banrepcultural.org/node/32690>
16. Téllez, M. (2016). Supervisión y control del proyecto de mejoramiento y mantenimiento de la carretera Ocaña – la ondina – llano grande convención como auxiliar de ingeniería con la empresa explanan s.a. (Tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña). Recuperado de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1095/1/28668.pdf>

17. Valenzuela, R., Chávez, M., Landázuri, Y. & Ochoa, B. (2009). La planeación de tiempos y costos como estrategia en la administración de proyectos. Recuperado de http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no64/14a-la_planeacion_de_tiempos_y_costos_como_estrategia_de_un_proyecto.pdf