

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD EN LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO**

YEIMY DAYANNA SERRANO PEREZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA**

2018

**ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD EN LOS
PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO**

YEIMY DAYANNA SERRANO

**Monografía de grado como requisito para optar al título de especialista en
Gerencia e Interventoría de Obras Civiles**

DIRECTOR(a):

**LUZ MARINA TORRADO GOMEZ
INGENIERA CIVIL, MSc. EN GEOTECNIA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA E INTERVENTORIA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA**

2018

NOTA DE ACEPTACION

DIRECTOR DE PROYECTO

JURADO

JURADO

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, quiero darle gracias a Dios, porque por voluntad de él, soy Ingeniera Civil, porque me inclinó hacia esta hermosa carrera y durante el proceso para obtener mi título y en mis oportunidades laborales me ha dado vocación y entendimiento para poder destacarme con mi buen trabajo y dedicación, sin él no soy nada, por su gran amor, por ser misericordioso y comprensivo, suya es la gloria y la honra, la victoria es mía, por darme también inteligencia, sabiduría, paciencia, y la capacidad para ejercer este proyecto.

A mi madre, Ana María Pérez, por ser una madre digna de admirar, querer y amar y a mi padre Raúl serrano, por ser un ejemplo a seguir de valentía, dedicación, valor, esfuerzo. A ustedes les debo todo lo que soy, eternamente agradecida por apoyarme siempre, por estar conmigo en todo momento, y por hacerme una mujer de bien para la sociedad.

De igual manera agradecer a mi profesora y directora, la Ing. Luz Marina Torrado por acompañarme en mi proceso académico desde el inicio, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarme como persona y profesional.

A la planta PREVESA S.A.S, la cual cuenta con profesionales y personas integrales quienes me transmitieron de la mejor manera todos sus conocimientos aprendidos por experiencia y me guiaron en mi proceso de pregrado y también en este proceso de posgrado que estoy por culminar.

Y por último a mi UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BGA. Por darme mi título como profesional, el cual estoy ejerciendo y donde me destaco por además realizar bien mi trabajo soy una profesional integral y con sentido Humano, y la cuál me permitirá seguir creciendo como profesional pues me otorgará el título de especialista.

YEIMY DAYANNA SERRANO PÉREZ

DEDICATORIA

Deseo dedicarle este trabajo a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, fuerza y determinación que poseo cuando quiero alcanzar algo.

A Dios por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa y por darme fuerzas durante todo este proceso que está próximo a culminar, espero ser digna por tan valioso esfuerzo.

A mis padres y a mis hermanos. Gracias porque sin ustedes nada de esto hubiera sido posible

Con Amor, los amo.

TABLA DE CONTENIDO.

CONTENIDO	PAGINAS
Glosario	9
Resumen	11
Introducción y justificación	13
Objetivos	15
CAPITULO 1. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEORICO	
1.1 Antecedentes del control de calidad	16
1.2 Propuesta de solución	17
1.3 Alcance	18
1.4 Marco Conceptual	19
1.5 Generalidades del concreto	20
1.5.1 Materiales	21
1.5.2 Asentamientos	23
1.5.3 Curado del concreto	23
1.5.4 Resistencia a la compresion	23
1.5.5 Control de calidad del concreto	24
1.5.5.1 Variaciones en la resistencia	24
1.5.6 Marco Normativo Colombiano	24
1.5.6.1 Normas para control de calidad y características del concreto	25
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.	
2.1 Planteamiento de la Investigación	30
2.2 Justificación de la Investigación	30
2.3 Delimitación	32
2.3.1 Geografía	32
2.3.2 Cronologica	32
2.3.3 Conceptual	32
2.4 Metodología	33
2.4.1 Tipo de Estudio	33
2.4.2 Diseño de Investigación	33
2.4.3 Muestra	33
2.4.4 Software	33
2.4.5 Instrumentos	34
2.5 Procedimiento	35
2.5.1 Fase 1: Origen, características y almacenamiento de materiales.	35
2.5.2. Fase 2: Elaboración de especímenes y experimentación de resistencias.	35
2.6 Diagrama de flujo del procedimiento	37
2.7 Desarrollo de la Investigación	39
2.7.1 Verificación de las plantas de la empresa	39
2.7.2 Identificación del origen del material y las condiciones de almacenamiento	41
2.7.3 Verificación de los materiales pétreos	42

2.7.3.1 Granulometrias	43
2.7.3.2 Peso Específico	45
2.7.3.3 Contenido de Materia Orgánica	46
2.7.3.4 Masas Unitarias	46
2.7.4.5 Densidad y absorción	47
2.7.4 Elaboración de especímenes y experimentación de resistencias.	49
2.7.2.1 Análisis del Diseño de mezcla	49
2.7.2.2 Toma de Asentamientos	51
2.7.2.3 Toma de cilindros	54
2.7.2.4 Toma de vigas	56
2.7.5 Resistencia a la compresión	57
2.7.6 Resistencia a la flexión	58
2.7.7 Transporte	58
2.7.8 Vaciado y colocación del concreto	60
2.8 Resultados	63
2.8.1 Resultado de la caracterización de los agregados	63
2.8.2 Resultado de los ensayos	64
2.9 Análisis de los Resultados	65
2.9.1 Caracterización de los agregados	65
2.9.2 Descripción de la dosificación	66
2.9.3 Resistencia a la compresión y a la flexión	67
2.9.4 Variables que intervienen en la producción de concreto	72
CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES	
3.1 Conclusiones	76
CAPÍTULO 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS	
4.1 Bibliografía	78

TABLAS	PAGINA
Tabla 1. Variaciones en la resistencia del concreto	24
Tabla 2. Normas Para control de calidad del concreto	26
Tabla 3. Verificación de los materiales pétreos	35
Tabla 4. Elaboración de Especímenes	36
Tabla 5. Diagrama de flujo	38
Tabla 6. Porcentaje de dosificación	40
Tabla 7. Programación de ensayos durante la Prueba Piloto	43
Tabla 8. Características de los materiales de la prueba piloto	49
Tabla 9. Proporción de Volumen	50
Tabla 10. Asentamiento prueba piloto cargue camión	51
Tabla No 11 Asentamiento prueba piloto 30 litros	52
Tabla No 12 Resultado de resistencia de compresión	57
Tabla No 13 Resultados de resistencia de flexión	58
Tabla No 14 Resultado análisis de los agregados	63
Tabla No 15 Resultado de ensayo	64
Tabla No 16 Resistencia con relación a la cantidad de cemento	68
Tabla No 17 Matriz de Resultados	70
Tabla No 18 Matriz de Resultados	70
Tabla No 19 Resumen variables que interfieren en la resistencia	75

FIGURAS	PAGINA
Figura 1. Esquema Espina de Pescado ISHIKAWA	14
Figura 2. Árbol de objetivos	17
Figura 3. Marco Conceptual	19
Figura 4. Vaciado de concreto	20
Figura 5. Materiales	22
Figura 6. Malas Prácticas de Muestreo	23
Figura 7. Mixer	29
Figura 8. Ensayo de Slump	34
Figura 9. Planta dosificadora de concreto	39
Figura 10. Planta Pre-mezcladora de concreto	40
Figura 11. Diseño de la planta	41
Figura 12. Grupo PREVESA	42
Figura 13. Resultado de Granulometrías	44
Figura 14. Gráfico de Granulometrías	45
Figura 15. Contenido de materia orgánica	46
Figura 16. Resultados masas unitarias	47
Figura 17. Resultados Densidad y Absorción	48
Figura 18. Silos de las plantas	49
Figura 19. Manejabilidad Prueba piloto Cargue camión	52
Figura 20. Manejabilidad Prueba C3034NO 30 litros	52
Figura 21. Muestra de Concreto	53
Figura 22. Cuarto de curado	55
Figura 23. Elaboración de vigas	56
Figura 24. Falla 3062	57
Figura 25. Falla 3066	58
Figura 26. Falla 3070	58
Figura 27 Vehiculos de transporte	59
Figura 28 Colocación de concreto con autobomba	61
Figura 29 Fundida en obra	62
Figura 30 Dias de curado vs porcentaje de evolución	69
Figura 31 División en Niveles	71

GLOSARIO

CONCRETO: El concreto es una mezcla de cemento, grava, arena, aditivos y agua. Maleable en su forma líquida y de gran resistencia en su estado sólido. [1]

CONTROL DE CALIDAD: es la herramienta más importante que posee el constructor para validar el material, asegurar el cumplimiento de las especificaciones de diseño y los requisitos de la normatividad aplicable. [1]

GRANULOMETRIA (NTC 77): se define como los tamaños de agregado en una determinada muestra, representando el peso de lo que pasó o retuvo cada uno de los tamices en porcentaje. [1]

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (NTC 5403): , con este ensayo se puede conocer el nivel de las impurezas orgánicas que pueden estar presentes en el material. [1]

PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO (NTC 221): es usado para el cálculo de peso y volúmenes en una mezcla de concreto y para deducir otras características del cemento. [1]

MASAS UNITARIAS (NTC 92): Se define como la relación entre el peso de una muestra de agregado compuesta de varias partículas y el volumen conocido. [1]

DENSIDAD Y ABSORCION (NTC 237 Y NTC 176): es importante para regular la cantidad de agua de la mezcla, según la absorción tenida en cada uno de los agregados, esto debe tenerse en cuenta en el diseño por tanto se debe buscar mantener homogeneidad en la calidad del agregado. [1]

ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO (NTC 396): consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronco cónico, midiendo el asiento del pastón luego de desmoldado. Su empleo es aceptado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. [1]

ENSAYO A LA COMPRESIÓN SIMPLE (NTC 673): Procedimiento por medio del cual se lleva un espécimen de forma cilíndrica de un material, a la falla por aplicación de una fuerza dinámica y normal u ortogonal a la sección transversal del mismo, en el equipo prensa universal. [1]

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: Valor de propiedad mecánica de los materiales, referente a la resistencia ante la aplicación de una fuerza normal a su sección transversal externa sobre un área definida. bajo la aplicación de una fuerza estática o dinámica. [2]

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO: Máxima capacidad de deformación elástica de tipo longitudinal en elementos esbeltos y horizontales como

losas de concreto hidráulico, determinada por medio de la obtención del módulo de rotura. [2]

ENSAYO A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (NTC 2871): según normatividad vigente se denomina “resistencia a la flexión de un concreto usando una viga simplemente apoyada y cargada en los tercios de la luz libre” y consiste en la aplicación de carga vertical a un espécimen de dimensiones determinadas hasta tener corte transversal de rotura o falla. [2]

ADITIVOS: Los aditivos mejoran las propiedades del concreto: tiempo de fraguado, viscosidad, porosidad, resistencia mecánica, etc. Existen diferentes tipos de aditivos: aceleradores, retardantes, plastificantes, potenciadores de flujo, aire antes, anticongelantes, hidrófugos y agentes de curado. [3]

CEMENTO: Es un agente adherente hidráulico que se obtiene calentando y moliendo una mezcla de piedra caliza y arcilla. Fragua cuando se mezcla con agua. Combinado con arena y áridos se convierte en mortero o en concreto, ambos con la dureza de la piedra. [3]

CENIZA VOLANTE (FLY): La ceniza volante es hidrófila y puede utilizarse como un aditivo cementicio. Esta ceniza se compone de vidrio de sílice, alúmina, óxido de hierro y cal. [3]

AGREGADO FINO: Material de configuración granular de tal modo que supere el tamiz No. 4 o 4.75mm, proveniente de arenas naturales o de trituración de roca, que conforma el esqueleto de la masa homogénea en el concreto. [3]

AGREGADO GRUESO: Material de configuración granular de tal modo que se retenga en el tamiz No. 4 o 4.75mm, proveniente de fuentes naturales o de trituración de roca, que conforma el esqueleto de la masa homogénea en el concreto. [3]

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

AUTOR(ES): Yeimy Dayanna Serrano Pérez

PROGRAMA: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR(A): Luz Marina Torrado Gómez

RESUMEN

Se presenta el resultado de la implementación de una prueba piloto que reestructura el proceso constructivo del concreto en las plantas de concreto. Para poder hacer efectiva esta investigación se cuenta con las instalaciones de la empresa PREVESA S.A.S, donde prima la utilización de correctas prácticas tanto durante el manejo de la materia prima como el producto final del concreto. Para la empresa fue interesante buscar soluciones que permitieran reducir costos, incrementar la productividad, y optimizaran los procesos utilizados para los procesos de producción del concreto; siendo más eficaces y eficientes a la hora de diseñar, y despachar, cumpliendo con la calidad y la garantía de sus productos. Para la realización de estas pruebas, se contó con un equipo dosificador, y se recolectó información de las proporciones de los diseños existentes, registrados en cada planta, y se verificaba el comportamiento del material (concreto) desde la fabricación de las muestras o cilindros que posteriormente se fallarían y serían los resultados a estudiar, hasta el vaciado del concreto en diferentes elementos de las obras de los clientes de la empresa, puesto que el objetivo principal de esta prueba es evitar las malas prácticas durante todo el proceso, y eso incluye también la supervisión en cada obra donde se despacha el concreto pues en la mayoría de las ocasiones, las grietas o fallas que presenta el concreto endurecido es por las malas aplicaciones. Finalmente, luego del seguimiento exhaustivo para cada concreto, y durante todo el proceso se entrega una evaluación económica que resulta del análisis entre el concreto del proceso reestructurado de la prueba piloto y un concreto del proceso normal. Se tiene en cuenta que el concreto de estudio es del mismo cliente y de las mismas especificaciones para poder comparar los resultados y ver claramente las diferencias.

PALABRAS CLAVE:

Calidad, Garantía, muestras, prueba piloto, vaciado, Supervisión, Equipo Dosificador

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ANALYSIS OF THE FACTORS THAT DETERMINE THE QUALITY IN THE PRODUCTION PROCESSES OF THE CONCRETE

AUTHOR(S): Yeimy Dayanna Serrano Pérez

FACULTY: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR: Luz Marina Torrado Gómez

ABSTRACT

The result of the implementation of a pilot test that restructures the construction process of the concrete in the plants of the company PREVESA SAS is presented where the use of good practices prevails both during the handling of the raw material and the final product of the concrete, since for the company it was interesting to look for solutions that would allow to reduce costs, increase productivity, and optimize the processes used for the concrete production processes; being more efficient and efficient when designing, and dispatching, complying with the quality and the guarantee of their products. To carry out these tests, we had a dosing equipment, and we collected information on the proportions of the existing designs, registered in each plant, and verified the behavior of the material (concrete) from the manufacture of the samples or cylinders that later they would fail and the results would be studied, until the emptying of the concrete in different elements of the works of the clients of the company. Since the main objective of this test is to avoid bad practices throughout the process, and that also includes supervision in each work where the concrete is shipped because in most cases, the cracks or failures of hardened concrete is for the bad applications. Finally, after exhaustive monitoring for each concrete, and throughout the process, an economic evaluation is delivered that results from the analysis between the concrete of the restructured process of the pilot and a concrete part of the normal process. It is taken into account that the study concrete is from the same client and from the same specifications in order to compare the results and see the differences clearly.

KEYWORDS:

Quality, Guarantee, samples, pilot test, emptying, Supervision, Dispensing Equipment

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACION.

El concreto representa, una parte importante en la estabilidad de la obra, dada la relevancia que tiene, las plantas de producción han centrado sus esfuerzos en una adecuada selección y combinación de los componentes del producto y de un buen control de calidad. Infortunadamente estas plantas, no siempre obtienen los resultados esperados o satisfactorios, debido a que no cumplen con los objetivos esperados porque las plantas de producción no involucran en el alcance todas las tareas que son necesarias para cumplir con un buen control de calidad, dado que cualquier acción por más mínima que sea, al no ser contemplada en el alcance, pueden afectar la calidad del concreto. Así mismo como reportó Asocreto en su edición Número 64 [1] hablando del control de calidad, las empresas que no tienen una constante supervisión en sus procesos, tienen como resultado en sus resistencias entre el 60-80% de un 100% hablando tanto del concreto en obra como el concreto fabricado en planta, por eso es de vital importancia supervisar estos procesos en las plantas. La resistencia es otro factor que afecta los resultados que esperan las empresas, ya que estos son empleados en el control de calidad y no se manejan siguiendo las recomendaciones de análisis estadísticos de la norma NTC 2275 para verificar que se cumplan los criterios de aceptación presentados en el código de construcciones sismo resistentes (norma AIS 100) o porque no son implícitos con los resultados de los ensayo evaluándolos en conjunto.

Finalmente al no cumplir con la calidad esperada ya sea por no cumplir con la resistencia esperada o al sobre diseñarse, en cualquiera de los dos casos representando pérdidas para la empresa, se ve la necesidad de estudiar este proceso que es el mismo para la producción de cualquier concreto y analizar minuciosamente los factores que alteran esta calidad, que aumenta la desviación estándar de cada resistencia, para intervenirlo si es el caso que sea un factor proveniente de la planta, es decir, mal manejo del materia, mala dosificación, daños en los equipos o personal no capacitado, o mitigarlo en caso de ser un factor ajeno a la planta, es decir, aire, temperatura, etc.

Cabe resaltar que un mal proceso de producción no solo afecta la calidad, factores como el tiempo y el costo están también directamente relacionados, porque al incrementar la resistencia por algún caso de sobre diseño automáticamente se aumenta el costo de este producto, por eso es importante mantener un equilibrio sobre todo en la relación calidad/producción para evitar ese impacto negativo, ya que por metro cúbico un sobre diseño representa alrededor de un 6% de su valor total [1]. Valor que es representativo en cantidades grandes.

El estudio de las tolerancias permisibles y la distinción entre causas fortuititas (Aleatorias) o causas específicas reales de las variaciones en los resultados del concreto se hace fácilmente y en forma racional y sistemática, por medio del control estadístico de la calidad del material [1]. Partiendo de que la calidad del concreto se

puede definir como la aptitud de este para satisfacer una necesidad (Especificaciones) definida, al menos costo. Y que esto se logra en el momento en el que al producir el concreto y colocarlo, este reproduzca fielmente el diseño que ha sido optimizado (técnica y económicamente) se busca controlar exhaustivamente la producción del material desde sus materiales hasta su despacho, disminuir los aspectos que afectan y alteran los resultados de este, para cumplir con la calidad esperada.

La técnica de la espina de pescado ISHIKAWA permite analizar problemas y ver las relaciones entre causas y efectos que existen para que el problema analizado ocurra. Se presentan las causas y efectos que se derivan del análisis del problema de control de calidad del concreto en obra y en planta.

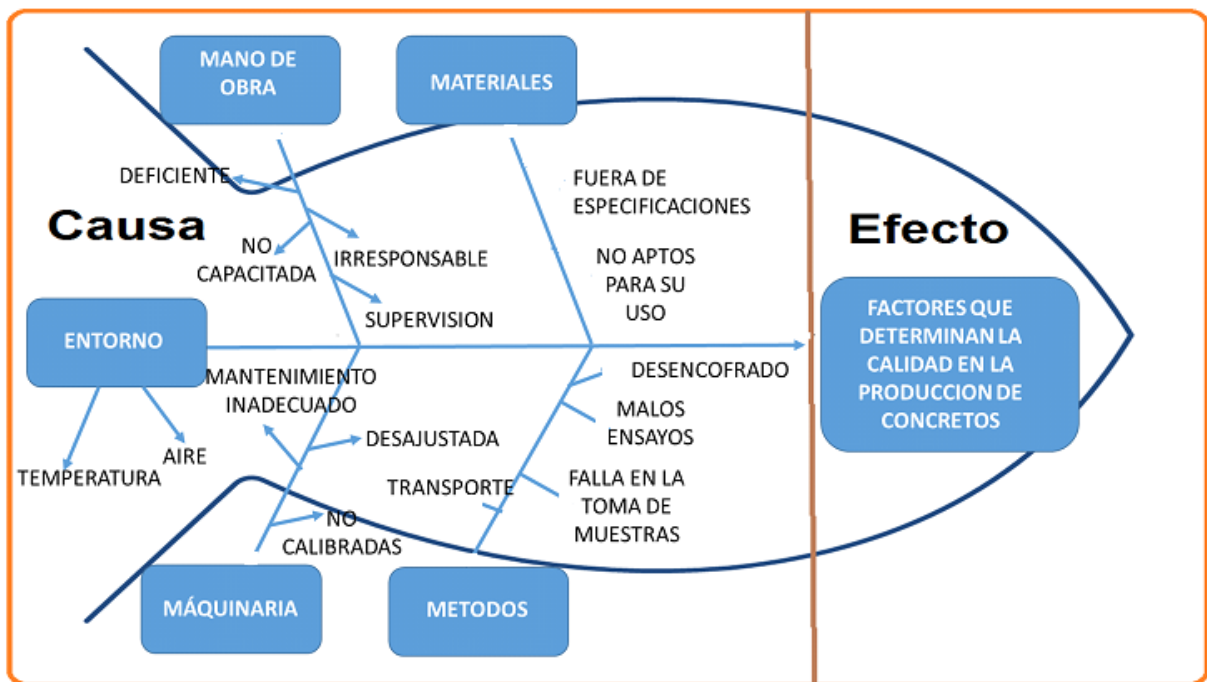


Figura No 1. Esquema Espina de Pescado ISHIKAWA FUENTE: PROPIA

En este esquema se ven claramente los aspectos que afectan la calidad en la producción del concreto, todos incluidos dentro del procedimiento de producción del concreto y donde se pueden reducir las malas prácticas de cada uno en las diferentes fases del mismo haciendo cumplir cada normativa y supervisando dicho procedimiento.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Analizar los factores que determinan la calidad en los procesos de producción del concreto fabricado en planta basado en los principios de aseguramiento y control de calidad establecidos por la norma técnica colombiana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar de forma estructurada el proceso completo de producción de concreto identificando cada una de sus fases y los correspondientes factores que impactan en la calidad del concreto fabricado (Buenas y malas prácticas).
- Plantear una reestructuración del proceso de producción que elimine o mitigue el impacto de las malas prácticas y potencie o mantenga las buenas prácticas en el proceso de fabricación de concreto.
- Implementar una prueba piloto del nuevo proceso diseñado y evaluar los resultados entorno a indicadores de calidad, por medio del análisis de muestras significativas en los diferentes estados del concreto (Estado fresco y estado endurecido).

CAPÍTULO 1. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.

1.1 Antecedentes del Control de Calidad

Desde que el ser humano aparece empieza la preocupación por la calidad, por hacer las cosas bien, cumpliendo unos requisitos y unas expectativas. Para entender el concepto actual de “calidad” se describe brevemente la evolución de ese concepto a lo largo de la historia, comenzando por las primeras civilizaciones del ser humano hasta la calidad entendida en la actualidad. A medida que la historia avanza los objetivos de calidad se definen con más precisión y es más difícil alcanzar los niveles máximos. [2]

Todo ensayo realizado a un material de construcción supone un Control de Calidad sobre el mismo, que se hace imprescindible a la hora de asegurar una construcción fiable y resistente.

Tomando el caso de las obras públicas españolas se consideran tres en la evolución de ensayos y control de calidad realizada sobre los materiales de construcción. Desde 1900 a 1936, el control y ensayo de los materiales se basa en la apreciación visual y en la experiencia adquirida con su uso. Dentro de este mismo período alrededor del año 1916, el cambio conceptual que comienza a aplicar conceptos estadísticos al Control de Calidad en general.

La segunda época, que mostró la parte más crítica de la Calidad, y para el Control de Calidad, es la comprendida entre 1936 y 1960. En este periodo los materiales, especialmente el cemento y el acero, se sometieron a un sistema de precios y suministros controlados, ya que existía un potente mercado negro y por lo tanto no tenía sentido controlar la calidad de la obra. La tercera época, que empieza en el año 1960 y se prolonga hasta nuestros días, es la de la implantación real de los sistemas racionales de control de calidad. [3]

Cabe resaltar que las organizaciones no buscan solo la calidad de sus productos. La calidad es un requisito necesario para cumplir con las exigencias de los clientes. Las empresas entienden que el cliente es lo primero y que si un cliente percibe un producto defectuoso, el cliente pierde la fe en la empresa. La calidad de los productos hoy en día también se mide por el impacto que tiene dicho producto o su proceso de fabricación sobre el medio ambiente y por el cumplimiento de las normas técnicas colombianas o las ISO.

1.2 Propuesta de Solución

El enfoque central de este estudio es el control del proceso de producción y el control de calidad de la producción del concreto ya que van directamente relacionados. Existe gran variación en el resultado de las resistencias de las muestras extraídas a las que se le llaman “cilindros testigos” de cada producto o tipo de concreto fallados en obra o en los laboratorios que son representativos y dan el valor de la resistencia del elemento después de fundido, lo que obedece a factores como: La variación en las características del concreto producido que puede ser debida a los cambios en los agregados, o en la dosificación, etc., o a variaciones inherentes a la prueba de estos cilindros. En el proceso de producción de concreto se tienen alrededor de 60 variables que pueden incidir en su resistencia [2].

Después de identificar las variables que afectan directamente los resultados de la funcionabilidad del concreto, se realizará un estudio de este proceso completo de fabricación para cada tipo de concreto ya sea convencional o industrializado, lo más comercial posible, para supervisar y verificar que cada uno de los procesos se estén realizando acorde a especificaciones impuestas por la norma técnica colombiana en cuanto a selección de materiales, mezclado y ensayos.

El árbol de objetivos es una técnica que ayuda a estructurar la propuesta de modo de que exista una “lógica vertical”, donde se ve de forma general los factores que afectan la producción y la forma de minimizarlos dentro de la plantas de concretos.

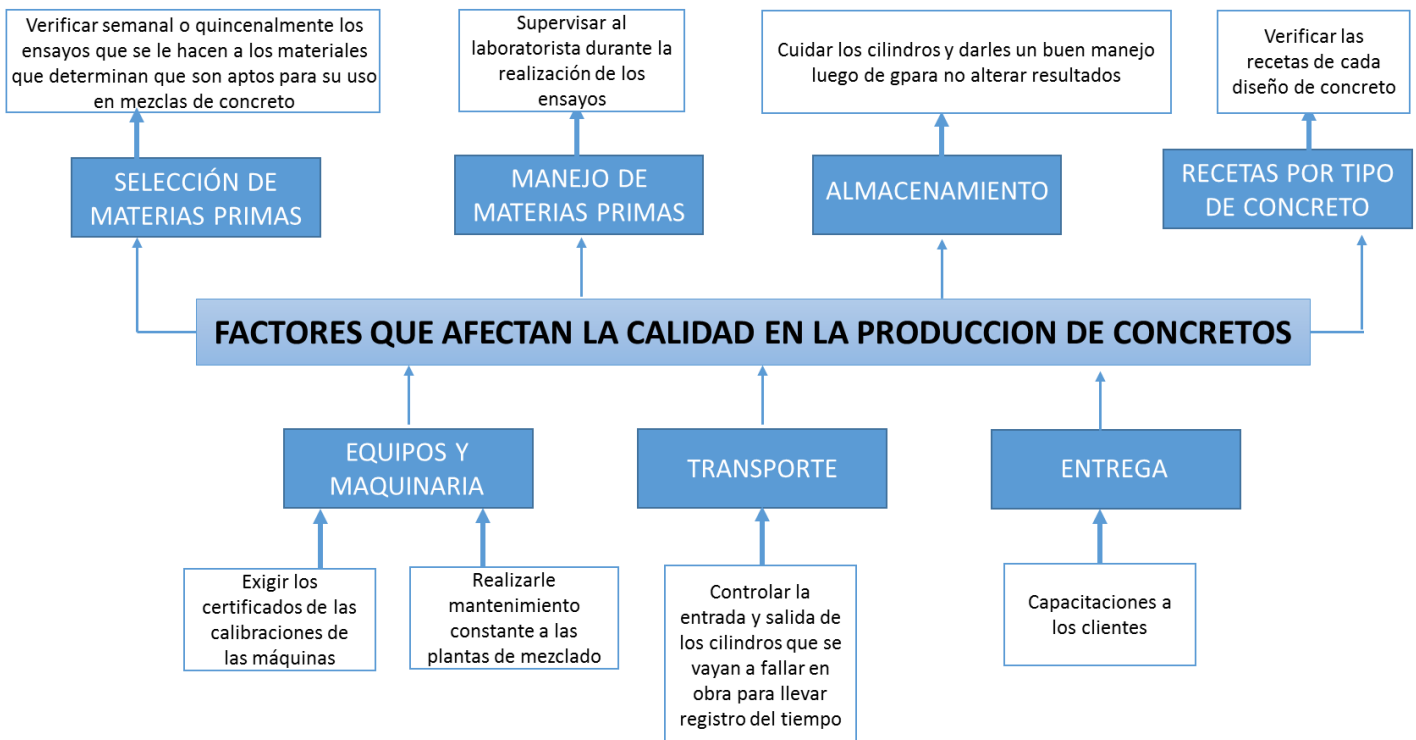


Figura No. 2. Árbol de Objetivos FUENTE: PROPIA

Como se evidencia en la anterior estructura, cada fase del proceso de producción se ve alterada por factores los cuales hacen parte del día a día de una planta de concreto, esto, hace fácil un resumen de objetivos para cada una de las etapas de la fabricación del concreto ya que siguiendo unas normativas ya estipuladas las cuales será de gran apoyo, se identificarán fácilmente los errores cometidos o las malas prácticas llevadas a cabo, y así poderlas disminuir para incrementar notablemente la calidad del producto en estudio.

1.3 Alcance

Para el desarrollo de este estudio se cuenta con el respaldo de las instalaciones y de la asesoría del director de calidad de la empresa PREVESA S.A.S en la ciudad de Bucaramanga. Lo cual limita el alcance a un análisis puntual de caso. La empresa PREVESA S.A.S facilitará acceso a información, datos estadísticos, e instalaciones.



Se busca tener un impacto positivo dentro de la empresa, ya que se entregará un estudio producto de esta monografía donde se muestran las buenas prácticas que se deben realizar para potencializar la calidad de sus productos, sin embargo está sujeto a cambios y a la decisión o no de implementarlo en sus procedimientos.

El proyecto pretende implementar los procesos que lleven a la empresa en la ciudad de Bucaramanga a ser un modelo de integración del desarrollo económico, social y ambiental. Se trata de hacer de la producción del concreto, una actividad económica mucho más sostenible en el tiempo, capaz de mantener y mejorar la calidad de vida de todos los actores sociales involucrados, ya que si se mejora la calidad en la empresa mejoraría la producción y la satisfacción misma de los clientes.

Adicionalmente debido a que la materia prima (Agregados) es propiedad de la empresa y disponibilidad es en altos volúmenes, hace que la rentabilidad de la empresa sea mucho mayor y teniendo en cuenta también que en gastos de transporte, utilización de sistemas de software y otros aspectos que requiere la producción de concretos son también por parte de la empresa aumenta la rentabilidad de la empresa.

1.4 Marco conceptual

Antes de comenzar la metodología de la producción del concreto para determinar los factores que afectan la calidad del concreto, es preciso describir los términos implicados en este procedimiento para familiarizarse a la hora de encontrarse con alguno de ellos en alguna fase de este proceso, además revisar de forma general el proceso que se estudiará.

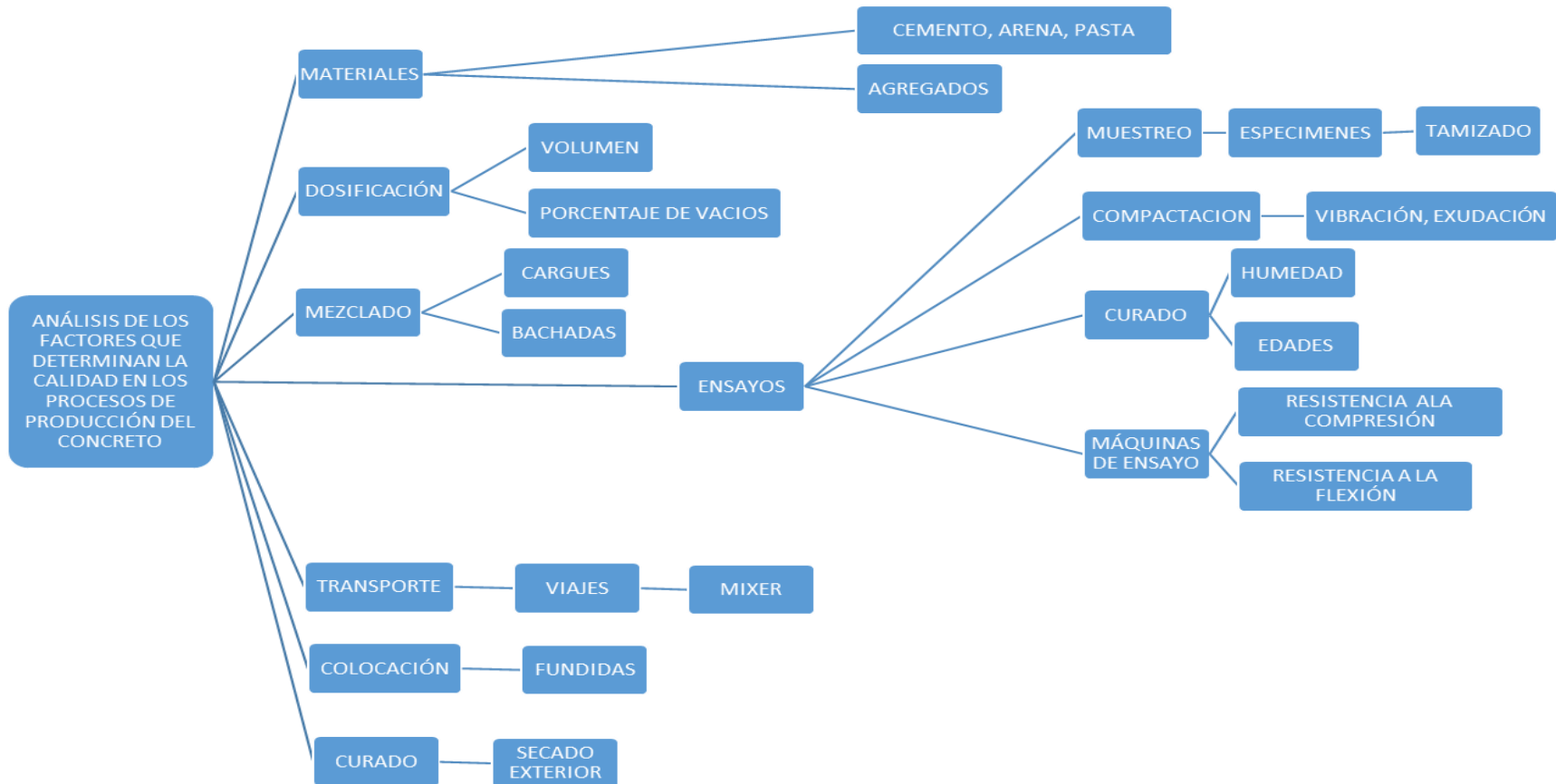


Figura No 3. MARCO CONCEPTUAL FUENTE: PROPIA

1.5 Generalidades del Concreto

El concreto es una mezcla endurecida de materiales heterogéneos que está sujeta a la acción de diferentes variables, dependientes de los materiales que lo constituyen y de los métodos seguidos durante los procesos de su diseño ya sea durante su dosificación, mezclado, transporte, colocación, compactación, acabado, o durante su curado.

El principal componente del concreto es el cemento el cual ocupa entre el 7% y el 15% del volumen de la mezcla y tiene propiedades de adherencia que dan buena resistencia a la compresión. Los agregados son otro componente, los cuales ocupan entre el 59% y 76% del volumen de la mezcla, son materiales de forma granular seleccionados granulométricamente con el fin de separar las arenas de las gravas. Y por último el Agua el cual ocupa entre el 14% y el 18% del volumen de la mezcla he hidrata el cemento por medio de reacciones químicas. Adicionalmente el concreto contiene cierta cantidad de aire atrapado entre el 1% y el 3% del volumen de la mezcla, también puede contener aire incluido intencionalmente entre el 1% y el 7% los cuales se logran con el uso de aditivos, según explica Diego Sánchez de Guzmán (2001). [2]



Figura No 4. Vaciado de concreto FUENTE: Blog 360| de Concreto

Es tener presente las características del concreto para este estudio ya que el cumplimiento de estas características garantizan la funcionabilidad y a su vez calidad del concreto; estas características se dividen en estructurales y físicas. La principal característica estructural del concreto es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Aunque no es la única característica estructural que presenta el concreto pues este resiste también a esfuerzos de flexión y tracción, en este estudio es la que determinará la calidad del producto.

En cuanto a las características físicas del concreto está el peso específico, densidad, resistencia a la compresión, resistencia la tracción, fraguado,

endurecimiento, finura y consistencia. Dentro de las propiedades físicas de nuestro interés y bajo los rangos, se analiza lo que será objeto de estudio están: Densidad: en torno a 2350 kg/m^3 , Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm^2 (15 a 50 Mpa.) para un concreto convencional y hasta 2000 kg/cm^2 (200 Mpa.) para concretos industrializados o con otras especificaciones que le garantizan una mayor resistencia. Tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior. Tiempo de endurecimiento: Este tiempo es progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros. De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; a los 7 días las $3/4$ partes, y 28 días prácticamente la resistencia total de cálculo.

Es de vital importancia tener conocimiento de cada una de las fases que hacen parte del proceso productivo del concreto pues es el estudio previo, uno de los objetivos específicos de este trabajo y con claridad se debe tener manejo del tema para poder proceder al cumplimiento de los demás objetivos.

1.5.1 Materiales

También llamados áridos son materiales inertes de forma granular, que aglomerados por el cemento en presencia de agua conforman un todo compacto (Piedra artificial) conocido como concreto [2] de las cuales se establecen unas dimensiones que se contemplan en la norma ASTM C33/C33M y en la Norma Técnica Colombia NTC 174. Para lograr un concreto óptimo se debe procurar una estructura de agregados con la forma y secuencia de tamaños adecuados, esto con el objetivo de que se acomoden lo más densamente posible. La Trabajabilidad del concreto se ve afectada por diversas características de los agregados como: la absorción, la forma de las partículas, la textura, el tamaño y la granulometría. [4]

La dosificación para cada mezcla de concreto debe garantizar que cada tipo de concreto tenga una resistencia y Trabajabilidad adecuada, y un bajo costo, para esto se requiere el uso de la mínima cantidad de cemento ya que es el material más costoso y que asegure las propiedades adecuadas para el concreto. Para reducir el uso del cemento es importante tener en cuenta que mientras menor sea el porcentaje o volumen de vacío menor será la pasta de cemento necesaria para llenarlos. Respecto al agua, se conoce que a medida que se adiciona, la fluidez de la mezcla aumenta lo cual mejora la manejabilidad), pero es de vital importancia conservar al relación agua-cemento ya que tiene una influencia decisiva sobre la resistencia a la compresión del concreto y se utiliza como criterio de calidad del concreto

Luego de tener claro los componentes del concreto y lo necesario para clasificarlos y mezclarlos y obtenerlo a final como producto ya sea en escala en un trompo de laboratorio o en cantidades reales siendo mezclado por una mixer o por una planta en grandes volúmenes, al concreto se deben realizar unos ensayos que se registran en laboratorios para corroborar que cumplan con la resistencia para la cual fue

diseñado, estos ensayos se pueden realizar antes y después del fraguado y cada uno tiene su respectiva especificación normativa.



Figura No 5. Materiales FUENTE: PROPIA

1.5.2 Asentamientos

El asentamiento es una medida de la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla, decir que indica que tan seca o fluida está cuando se encuentra en estado plástico y no constituye por sí mismo una medida directa de la trabajabilidad [5]. Las características del cono de Abrams y el método de ensayo que esta descrito en la norma NTC 396.

1.5.3 Curado del concreto

El curado es el mantenimiento de los contenidos de humedad y de temperatura durante un tiempo después de su colocación. Esto se refiere a un tratamiento de hidratación que debe hacerse después de colocado el concreto, a medida que esta reacción se desarrolle y complete, influirá en la resistencia, durabilidad y en la densidad del concreto [6]. Según De Guzmán la temperatura de curado es uno de los factores que más influyen en el grado de resistencia adquirido por el concreto a determinada edad. Cuando no se realiza bien el curado se presentan daños y grietas al momento de fraguar el concreto, para evitar esto el concreto debe protegerse de la pérdida de humedad al menos por siete días y en trabajo más complejos hasta por 14 días, esto se puede lograr manteniendo continuamente húmedas las superficies expuestas.

1.5.4 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión mide la calidad del concreto de una manera sencilla, rápida, eficaz. Esta propiedad cambia significativamente con la variación de algunos

parámetros como la relación, el tamaño máximo del agregado, las condiciones de humedad y temperatura durante el curado, la edad del concreto y la velocidad de carga, entre otros. La resistencia a la compresión se relaciona inversamente con la relación agua-cemento.

1.5.5 Control de calidad del concreto

Para poder estudiar los procesos de producción de concreto y lo que implica esto, la norma técnica colombiana NTC 454 recomienda tomar muestras de concreto, especímenes o cilindros con el fin de determinar la resistencia del concreto ante los esfuerzos ya sea de compresión para columnas o flexión para vigas y así cumplan con las características deseadas para ser empleado en la construcción. No sólo son los materiales los causantes de las variaciones en la calidad del concreto también influye la forma de mezclarlo, su transporte y colocación en formaletas, la compactación y vibración a que se someta y el curado que se le proporcione. [7] Por estas razones se resalta que no por realizar la toma de muestras en un laboratorio garantiza que los resultados de las resistencias sean los mismos que los que son tomados en obra, por eso que en la obra también es importante realicen este procedimiento por cuenta del cliente o si lo ofrece la planta o empresa. De esta manera, es necesario tomar las precauciones correspondientes para que se pueda garantizar la calidad del material, sin embargo, hay algo que es relevante y es la precisión y exactitud de los ensayos, ya que influirá directamente en los resultados.

1.5.5.1 Variaciones en la resistencia

Las diferencias en los resultados de resistencia pueden ser producto de dos causas fundamentales:

- Las diferencias que son producidas por las propiedades del concreto y de sus componentes, incluyendo el proceso de producción y dosificación, ya sea por los agregados, sus diámetros, la arena, su humedad, el agua, el mezclado etc.
- las diferencias producidas por las variaciones y las malas prácticas al momento de realizar los ensayos [8]. De acuerdo a la NTC 2275 las principales causas de variaciones de la resistencia son:

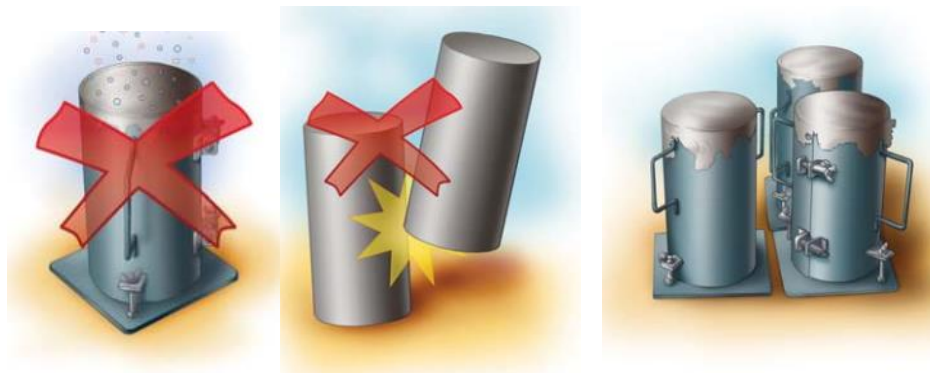


Figura No 6. Malas prácticas de muestreo FUENTE: Instituto Mexicano del concreto

VARIACIONES DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO	VARIACIONES DEBIDAS A LOS MÉTODOS DE ENSAYO
Cambios en la relación Agua/Cemento ocasionados por: -Deficiente control de agua -Variación excesiva de humedad en el agregado	Procedimientos de muestreo incorrectos
Variación en la cantidad de agua requerida ocasionada por cambios en: -Granulometría, absorción y forma de las partículas del agregado -Propiedades de los cementantes y los aditivos. -Contenido de aire -Tiempo de entrega y temperatura.	Variaciones debidas a las técnicas de elaboración de las muestras: -Manejo, almacenamiento y curado de cilindros recién elaborados. -Moldes de calidad deficiente.
Variaciones en las características y proporciones de los componentes : -Agua -Agregado -Cemento -Adiciones y aditivos	Cambios en el curado: -Variación en la temperatura -Humedad variable. -Retraso en el traslado de los cilindros al laboratorio. -Demora en el inicio del curado
Variación en el mezclado, transporte, colocación y compactación	Procedimientos de ensayo deficientes: -Procedimientos de ensayo -Preparación de los especímenes -Equipos descalibrados
Variación en la temperatura del concreto y en el curado.	

Tabla No. 1 Variaciones en la resistencia FUENTE: PROPIA

1.5.6 Marco Normativo Colombiano

Es de gran importancia conocer las normas que establece nuestro país respecto a la construcción de obras de infraestructura. En la Norma Sismo Resistente (NSR-10), en el capítulo 1.2 Alcance de supervisión técnica se plantean los requisitos de control de los materiales, de acuerdo al tema y ubicación en dicha norma, al hablar de cada una de ellas se encuentra la respectiva Norma Técnica Colombiana que determina los objetivos, alcances, procedimientos y características de cada uno de ellos.

1.5.6.1 Normas para control de calidad y características del concreto

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA	TÍTULO	OBJETIVO
NTC – 673 (2000)	Ensayo de Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto	Este método de ensayo trata sobre la determinación de la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y núcleos perforados. Se encuentra limitado al concreto que tiene un peso unitario mayor que 800 kg/m ³ [50 lb/ft ³]. Este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad que se encuentra dentro de un rango prescrito hasta que ocurra la falla. La resistencia a la compresión de un espécimen se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por la sección transversal de área del espécimen.
NTC –396 (1992)	Método de Ensayo para Determinar el Asentamiento del Concreto.	Esta norma establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto en la obra y en el laboratorio. Una muestra de concreto fresco se coloca en un molde tronco cónico y se compacta mediante una varilla. El molde se levanta permitiendo que el concreto se asiente. El asentamiento corresponde a la diferencia entre la posición inicial y la desplazada de la superficie superior del concreto. Las mediciones se deben tomar en el centro de la cara superior. El valor resultante debe incluirse en el informe como el asentamiento del concreto.
NTC - 4325 (1997)	Método de Ensayo para la Determinación de la Velocidad del Pulso Ultrasónico a Través del Concreto	Esta norma cubre las especificaciones para el ensayo no destructivo de especímenes de concreto no reforzado, concreto reforzado, concreto pretensado, elementos prefabricados y estructuras de concreto, mediante la determinación de la velocidad del pulso ultrasónico. Determinación de la uniformidad del concreto de un elemento o entre elementos. La detección de grietas y la evaluación aproximada de su tamaño, así como de vacíos y otros defectos del concreto.

NTC – 174 (2000)	Especificaciones de los agregados para concreto	Esta norma establece los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos, (excepto los agregados livianos y pesados) para uso en concreto, también es para uso en especificaciones de proyectos, para definir la calidad del agregado, su tamaño máximo y otros requisitos de gradación específicos. Las personas responsables de seleccionar las proporciones de la mezcla de concreto también deben determinar las proporciones de agregado fino y grueso y la adición de una mezcla de agregados de diferente tamaño, si se requieren o aprueban.
NTC – 3459 (2001)	Agua para la Elaboración de Concreto	Esta norma tiene por objeto determinar el método para establecer por medio de ensayos, si el agua es apropiada para la elaboración de concreto. El agua debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el refuerzo. Si contiene sustancias que le produzcan color, olor o sabor inusuales, objetables o que causen sospecha, el agua no se debe usar a menos que existan registros de concretos laborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto
NTC – 890 (1995)	Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por medio de su resistencia a la penetración	Este método de ensayo cubre la determinación del tiempo de fraguado del concreto, con asentamiento mayor a cero, por medio de mediciones de resistencia a la penetración sobre el mortero tamizado de la mezcla de concreto, es apropiado para ser usado solamente cuando los ensayos de la fracción de mortero proporcionen la información requerida, puede ser aplicado para cualquier tipo de mortero, incluso los de relleno y puede ser aplicable bajo condiciones de laboratorio controladas o bajo condiciones de campo. Los valores se registrarán de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.
NTC – 1028 (1994)	Determinación del contenido de Aire en Concreto Fresco Método Volumétrico	Esta norma contempla la determinación del contenido de aire del concreto fresco que contiene cualquier tipo de agregado, ya sea éste denso, celular o liviano.
NTC – 2275 (1997)	Método para la evaluación de los resultados de los ensayos de	El propósito de los ensayos de resistencia del concreto es el de determinar el cumplimiento de una especificación de resistencia y el de medir su variabilidad. Por ello esta norma, determina el control que debe tener el concreto para permitir una reducción en los costos del

	resistencia del concreto	concreto, puesto que la resistencia promedio se puede acercar más a los requisitos de la especificación.
--	--------------------------	--

Tabla No 2. Normas Para control de calidad del concreto FUENTE: PROPIA

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

En la presente investigación se analiza y describe la producción de concretos en la planta PREVESA S.A.S mediante ensayos de especímenes para identificar los variables que intervienen en la resistencia final del concreto.

La metodología del estudio de investigación es la siguiente: Se estudia el proceso del concreto desde que se fabrica y se carga en las mixer, se hacen las muestras en los cilindros, se transporta a la obra, se funde y su funcionalidad después de endurecido el material. A cada muestra se estudia las características de los materiales, los procesos de dosificación, y la manejabilidad: Fraguado y curado de las muestras, con el objetivo de identificar las variables que intervienen en la resistencia final del concreto a fin de garantizar la calidad de la construcción; lo anteriormente mencionado se investigó desde un método cuantitativo, utilizando un diseño de estudio de caso desde una mirada descriptiva de los fenómenos, se realizaran ensayos para determinar la resistencia a la compresión y a la flexión .

Con este seguimiento exhaustivo a la fabricación del concreto se logra establecer la incidencia de variables relacionadas con los materiales, la dosificación y los procesos de fraguado y curado sobre la resistencia final del concreto fabricado en la planta, en términos generales se logra contrastar lo planteado en la teoría.



Figura No 7 Mixer Fuente: Prevesa Net

2.1 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En la ejecución de obras civiles o de construcción, la materia prima utilizada es el concreto el cual debe cumplir con unas especificaciones de construcción y unas características mínimas según las norma de sismo resistencia NSR -10 y las NTC. La cual hace referencia a la calidad del producto en su resistencia y durabilidad.

En torno al uso del concreto se desarrolla una problemática relacionada con la calidad en el manejo e instalación del mismo. La calidad es uno de los factores más importantes sobre la resistencia del material por eso, es indispensable que en todo proyectos que cumplan con las respectivas especificaciones indicadas por los planos y por la norma que rige las construcciones, pues es muy común que en las diferentes obras pasen por encima de estas especificaciones por diferentes factores ya sean económicos o interés de por medio trayendo consigo dificultad en las construcciones, así como se ha confirmado en investigaciones como las realizadas por Civilgeeks (2011)

Existe la necesidad de analizar los procesos para identificar la calidad final del producto en estudio ya que durante su fabricación se identifican causas de deficiencia como la falta de un diseño adecuado de mezcla, el mal manejo de materias primas y el exceso de agua en las mezclas, lo que convierte a estos procesos en aspectos primordiales que se deben controlar para así mejorar el proceso y así mismo la calidad.

La calidad a grandes rasgos se relaciona con la necesidad de evitar el número de daños y solicitudes de reparación en aquellas estructuras que no cumplen con las especificaciones de los concreto que la norma establece, esto implica a largo plazo gastos adicionales al propietario o inversionista de la obra e implicaciones de tipo legal para las constructoras.

2.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Según la norma NSR-10, el control de calidad es el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato, y así comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos, para ello se debe verificar los procedimientos que tienen que ver con las Normas Técnicas Colombianas y con el Código Sismo Resistente.

Por esta razón, es importante la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto en el proceso de fabricación de concreto en la planta sobre ya los diseños utilizados y los materiales que lo componen, con el fin de poder garantizar las propiedades del material en estado endurecido y garantizar que se

cumpla con las especificaciones dadas previamente definidas, al menor costo posible.

Luego de tener estipulado cual será el plan de control exhaustivo que se llevará a cabo sobre los diseños más comunes despachados para los clientes y el personal capacitado previamente, sobre el objetivo central que es MINIMIZAR las variantes que tienen que ver con la fabricación de muestras y manejo de las mezclas como tal para su fabricación se deben tener en cuenta los pasos para la colocación del concreto el cual “se deben controlar todos los factores que puedan segregar o separar los agregados de la mezcla” pues en esta etapa, que es la final del manejo del material es donde más alteraciones sufre ya que por malos manejos en las obras por falta de conocimiento o asesoría se alteran notablemente las resistencias.

Se menciona que para evitar la segregación se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Que se cumplan debidamente las especificaciones en el diseño de mezcla, las cuales ya están establecidas en la planta para cada tipo de concreto, estos diseños son realizados en la planta por personal calificado. la dosificación de materiales y la colocación de concretos son proceso vitales para determinar la calidad final de la estructura para evitar mayor número de daños y solicitud de reparaciones en las mismas que no cumplen con las especificaciones, esto implica a largo plazo, gastos adicionales al propietario o inversionista de la obra e implicaciones de tipo legal para las constructoras.
- Una correcta fabricación de muestras, cuidado, en su fabricación, curado, desencofrado y fallo en los respectivos ensayos para así tener en el laboratorio resultados exactos los cuales sean fiables a la hora de comparar con las muestras que se toman en las obras de los diferentes clientes.
- Se debe tener en cuenta el asentamiento del concreto a la hora del vibrado, vaciar el concreto a una altura no mayor de 1,2 m. La superficie debe estar húmeda y libre de aguas estancadas.

Esta investigación genera un impacto importante ya que al analizar la calidad final del proceso de manejo de concretos se puede concientizar a los empleados de la planta, tanto los que despachan, cargan, los jefes de laboratorio, los conductores y los mismos clientes respecto a la importancia de cumplir con las especificaciones que la norma establece y el correcto manejo del material para obtener la calidad, la resistencia esperada de cada producto y garantizar un buen servicio. También se refleja beneficios económicos pues se evitaría los gastos en las reclamaciones, cuando algún concreto no cumple, como ensayos, transportes, reparaciones y también beneficios económicos para los constructores o clientes si es por el mal manejo que el concreto no llega a las resistencias esperadas.

2.3 DELIMITACION

2.3.1 Geográfica

El trabajo se desarrolló en las instalaciones de la planta PREVESA S.A.S, en la ciudad de Bucaramanga. Se le realizó seguimiento a un cliente de la empresa ubicado en el municipio de Girón, Santander. Obra donde se tomaron muestras también en sitio y se compararon resultados respecto a otras muestras que se tomaron en el mismo proyecto antes de implementar la prueba piloto.

2.3.2 Cronológica

La investigación en la planta y seguimiento a la obra tuvo una duración de 100 horas en 3 meses.

2.3.3 Conceptual

El desarrollo de esta investigación se determinó por las siguientes categorías conceptuales:

- ✓ Diseño de mezclas: Este tema incluye las subcategorías:

Definición de la resistencia, agregados, dosificación y asentamiento del concreto.

- ✓ Manejabilidad y dosificación: Incluye las siguientes subcategorías:

Tiempo de vaciado, Fraguado inicial, Proceso de transporte y aspectos previos al vaciado para la toma de especímenes.

- ✓ Calidad del Producto: Este tema incluye las siguientes subcategorías:

Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión

- ✓ Transporte a la obra: Este ítem incluye la siguiente subcategoría

Supervisión en la obra.

2.4 METODOLOGIA

2.4.1 Tipo de estudio

Esta monografía analiza y describe el proceso de producción de concretos en la planta PREVESA S.A.S y le hace seguimiento a un cliente de la misma empresa sobre el diseño despachado, siendo así una investigación de enfoque cuantitativo, identificando las variables que intervienen en la resistencia final del concreto. Este objetivo requiere la medición de variables implicadas en el proceso de producción y la resistencia del concreto a la compresión y a la flexión y por esta razón requiere este tipo de enfoques.

También se cataloga el trabajo como descriptiva ya que sus objetivos se encaminan a la descripción de proceso de producción de concreto pues busca identificar y especificar las variables que intervienen en la resistencia final del concreto.

Es importante aclarar que el objetivo de este trabajo es recoger información conjunta sobre las variables referidas para determinar su intervención en la resistencia del concreto.

2.4.2 Diseño de Investigación

El diseño de la monografía es no experimental ya que se estudiaron los diseños de mezclas como se presentaron en su ambiente considerado natural para posteriormente analizarlas, sin manipular las variables para obtener información de los efectos de unas sobre otras.

2.4.3 Muestra

Se realizan muestras cada 30m³ que se le distribuyan a la obra. Se hacen 8 cilindros por cada viaje de 7m³ que se despache para el proyecto, los cuales se fallaran en diferentes edades para obtener un cuadro de resultado de resistencias.

2.4.4 Software

PREVESA GRUPO, al estar constituida por varias empresas de gran demanda se vio en la necesidad de crear un Software para llevar un control de todos los departamentos que constituyen cada una de las empresas.

PREVESOFT de Filemaker pro cuenta con una sección exclusiva para el área de laboratorio que permite llevar un control exhaustivo de los que son las muestras y los ensayos de los agregados con los que se producen los productos.

Se hará uso de este Software durante toda la investigación para llevar un control y poder hacer un análisis de los resultados al finalizar el proyecto y poder concluir.

2.4.5 Instrumentos

- ✓ Cono de Abrahams
- ✓ Cilindros o Camisas
- ✓ Encofrado para vigas de Ensayos
- ✓ Concretos a Analizar

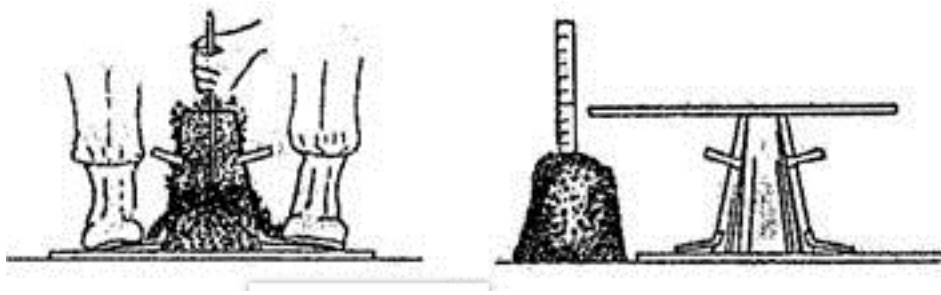


Figura No 8. Ensavo de Slump Fuente: CIVILGEEKS

2.5 PROCEDIMIENTO

2.5.1 Fase 1: Origen, características y almacenamiento de materiales.

- Revisión de los Diseños de Mezclas. Verificación en las plantas Elba y Altron de los diseños con sus respectivas dosificaciones, ya que estas son las que cargan el concreto ya sea mezclado, o para mezclar en la tolva del mixer.
- Identificación del origen del material y las condiciones de almacenamiento a través de proceso de interventoría.
- Verificación de los materiales pétreos a través de pruebas Granulometrías por Tamizado y demás ensayos.

CATEGORÍAS	SUB- CATEGORÍAS
Características de los materiales	Granulometría Contenido de Materia Orgánica Peso Específico del cemento Masa Unitaria Densidad y Absorción
Fuentes de Producción	Río Planta
Almacenamiento de material	Almacenamiento del cemento Almacenamiento de los agregados pétreos

Tabla No 3 Verificación de los materiales pétreos FUENTE: PROPIA

2.5.2. Fase 2: Elaboración de especímenes y experimentación de resistencias.


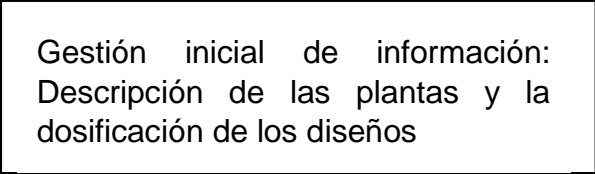
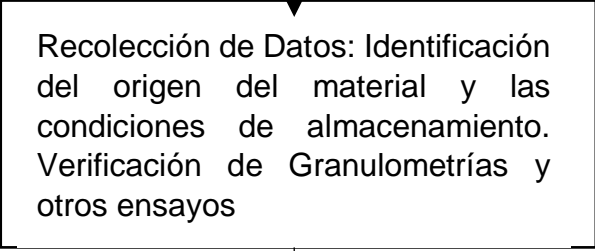
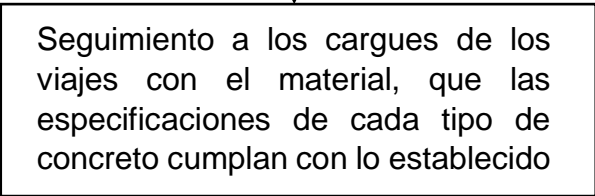
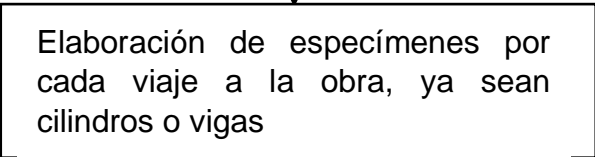
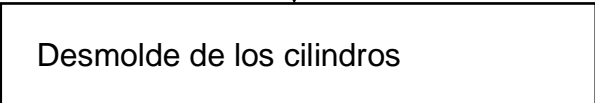
- Elaboración especímenes por cada 30m³ despachado a la obra, por cada viaje de 7m³ se sacan 8 especímenes que posteriormente se fallarán, y en los cuales se determinara la resistencia a la compresión. Y vigas por cada viaje de 30m³ en las cuales se determinara la resistencia a la flexión.
- Identificar y describir las condiciones de vaciado del concreto en los especímenes.
- Desmolde de los cilindros a las 24 (+/- 8) horas de edad.

- Realizar curado del concreto de acuerdo a lo expuesto en el diseño de Mezclas.
- Realizar ensayos de compresión a los 7, 14 , 28 y 56 días de edad.
- Realizar ensayos de flexión a los 14 y 28 días de edad.

CATEGORÍAS	SUB- CATEGORÍAS
Dosificación	Verificación diseños en las plantas. Diseños previos Optimizados según cantidades Relación Agua/Cemento
Vaciado	Asentamiento Procedimiento de fundición de los especímenes
Curado	Almacenamiento del cemento Almacenamiento de los agregados pétreos
Resistencia	Flexión Compresión

Tabla No 4 Elaboración de Especímenes FUENTE: PROPIA

2.6 DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONOCIMIENTO

No°	ACTIVIDAD	DETALLE	RESPONSABLE
1	 <p style="text-align: center;">INICIO</p>		
2	 <p style="text-align: center;">Gestión inicial de información: Descripción de las plantas y la dosificación de los diseños</p>		Estudiante
3	 <p style="text-align: center;">Recolección de Datos: Identificación del origen del material y las condiciones de almacenamiento. Verificación de Granulometrías y otros ensayos</p>	Ensayos para la identificación de características de los materiales, e inventoría para comprobar las fuentes de producción y almacenamiento de los agregados	Estudiante
4	 <p style="text-align: center;">Seguimiento a los cargues de los viajes con el material, que las especificaciones de cada tipo de concreto cumplan con lo establecido</p>	Se identifican los diseños y se verifica desde las plantas la correcta dosificación	Estudiante
5	 <p style="text-align: center;">Elaboración de especímenes por cada viaje a la obra, ya sean cilindros o vigas</p>	Se toma el cono, se llena en tres capas iguales, las cuales se deben compactar por 25 golpes según la norma.	Jefe de laboratorio y Estudiante
6	 <p style="text-align: center;">Desmolde de los cilindros</p>	El desencofrado se realizará las veinticuatro (24) horas de edad de la mezcla	Estudiante

7	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Vaciado: Identificar y describir las condiciones de vaciado del concreto en los especímenes </div> <div style="text-align: center;">↓</div>		Jefe de laboratorio y Estudiante
8	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Curado: Del concreto de acuerdo a lo expuesto en el diseño de mezclas </div> <div style="text-align: center;">↓</div>		Jefe de laboratorio y Estudiante
9	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Ensayos: De resistencia a la flexión y a la comprensión </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Los cilindros se someten a una fuerza axial con el fin de determinar su resistencia a la comprensión. Las vigas son sometidas a un esfuerzo el cual genera una deformación a flexión en la viga	Jefe de laboratorio y Estudiante
10	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> FIN </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	Determinar los resultados de la investigación	Estudiante y director de calidad
11		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Análisis de Resultados </div>	

Tabla No 5 Diagrama de Flujo FUENTE: PROPIA

2.7 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

2.7.1 FASE 1: Verificación de las plantas de la empresa

La resistencia del concreto se logra, según la cantidad de cemento por metro cúbico que tenga la mezcla, y la cantidad de agua que se le adicione para generar la pasta cementante, la cual reacciona con los agregados y los aditivos para dar la dureza final.

Es importante tener en cuenta que una planta dosificadora tiene como labor principal realizar la adición controlada de los materiales, ya que la mezcla de los materiales es realizada por el camión mezclador.

La diferencia entre las plantas dosificadoras y las plantas pre-mezcladoras, es básicamente que mientras que en la dosificadora el trabajo de mezcla lo realiza el camión mezclador (Mixer), la planta de premezclado posee un dispositivo de mezcla al final del proceso, que homogeniza la mezcla descargándola lista el mixer.

En la planta de PREVEESA S.A.S se trabaja con estos dos tipo de planta. La planta pre-mezcladora **ELBA EMC38VAC MOD 20016** capaz de producir hasta 30m³/hora con lo cual se tiene una producción diaria de 270 m³/día y una producción mensual máxima de 6750 m³ es la que desde el centro de control dosifica las cantidades de materiales según el tipo de concreto, se reúnen todos en la tolva (Dispositivo de premezclado) y deposita el producto final en la mixer, donde sigue teniendo un mezclado gracias al mecanismo del camión. [10]



Figura No 9. Planta Dosificadora de Concreto FUENTE: Doplin clasificados

La dosificación de la mezcla se realiza bajo estándares controlados de producción con el ánimo de garantizar las propiedades del producto final y como tal la calidad del concreto.

La planta Dosificadora “**Altron AD100**”, Capaz de producir hasta 100m³ de concreto por hora equivalentes a 800m³/día y una producción mensual máxima de 20.000m³, es el otro sistema de producción de concreto con el que trabaja la empresa, en este caso, los materiales se dosifican igualmente desde una sala de control pero se

mezclan directamente en el camión mezclador. Estas plantas manejan los mismos tipos de concreto y tienen las mismas dosificaciones.

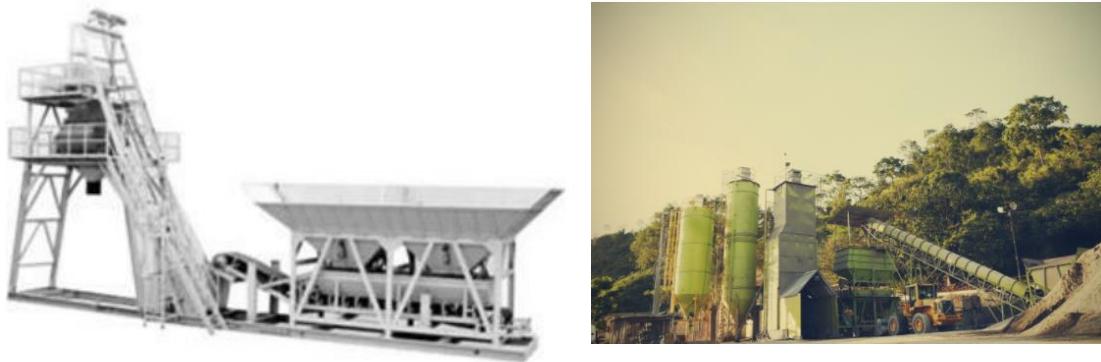


Figura No 10. Planta Pre-mezcladora de Concreto FUENTE: Doplin clasificados

Como **plan de mejoramiento** se capacita a los dos despachadores, con un listado que verifica la dosificación de cada tipo de concreto que maneja la planta, ya sea convencional, industrializado, impermeabilizado entre otros. Además se hace un calibre de las dos plantas con un personal certificado para así empezar a descartar variantes que puedan afectar los resultados que tengan que ver con la dosificación de los concretos. Lo primero que se realiza es el pesaje de los materiales necesarios para la producción de la cantidad de concreto deseado, al momento de realizar la dosificación ya sea al mezclador o al camión se realiza de la siguiente forma:

- Inicialmente se dosifica el 25% de la cantidad total del agua, con el fin de humectar el mezclador o la olla mezcladora del camión.
- Se adiciona el 100% de la cantidad total del agregado grueso o grava.
- De manera simultánea se va adicionando el 50% del cemento. Al terminar la dosificación del agregado grueso, se realiza la adición del agregado fino o arena. Igualmente de manera simultánea se dosifica el 50% restante del cemento y el porcentaje de ceniza (FLY ASH) que le corresponda al diseño.
- Al término de dosificar los agregados y el cemento se termina adicionando el 75% restante del agua mezclado con los aditivos en su totalidad.

Material	Porcentaje de dosificación		
AGUA	25%		75%
GRAVA			100%
ARENA		100%	
CEMENTO		100%	
FLY ASH			100%
ADITIVO			100%
MEZCLA	100%		

Tabla No 6 Porcentaje de dosificación FUENTE: PROPIA

Estos porcentajes varían dependiendo del tipo de concreto que se esté produciendo. Estas indicaciones vienen ya dadas desde el centro de control dependiendo del concreto que se esté despachando según especificaciones del cliente.

2.7.2 Identificación del origen del material y las condiciones de almacenamiento

La planta de producción de concreto PREVEVA S.A.S cuenta con una infraestructura de 17.000m² para el área de producción y 2.000m² para el área administrativa. Está diseñada de la siguiente manera:

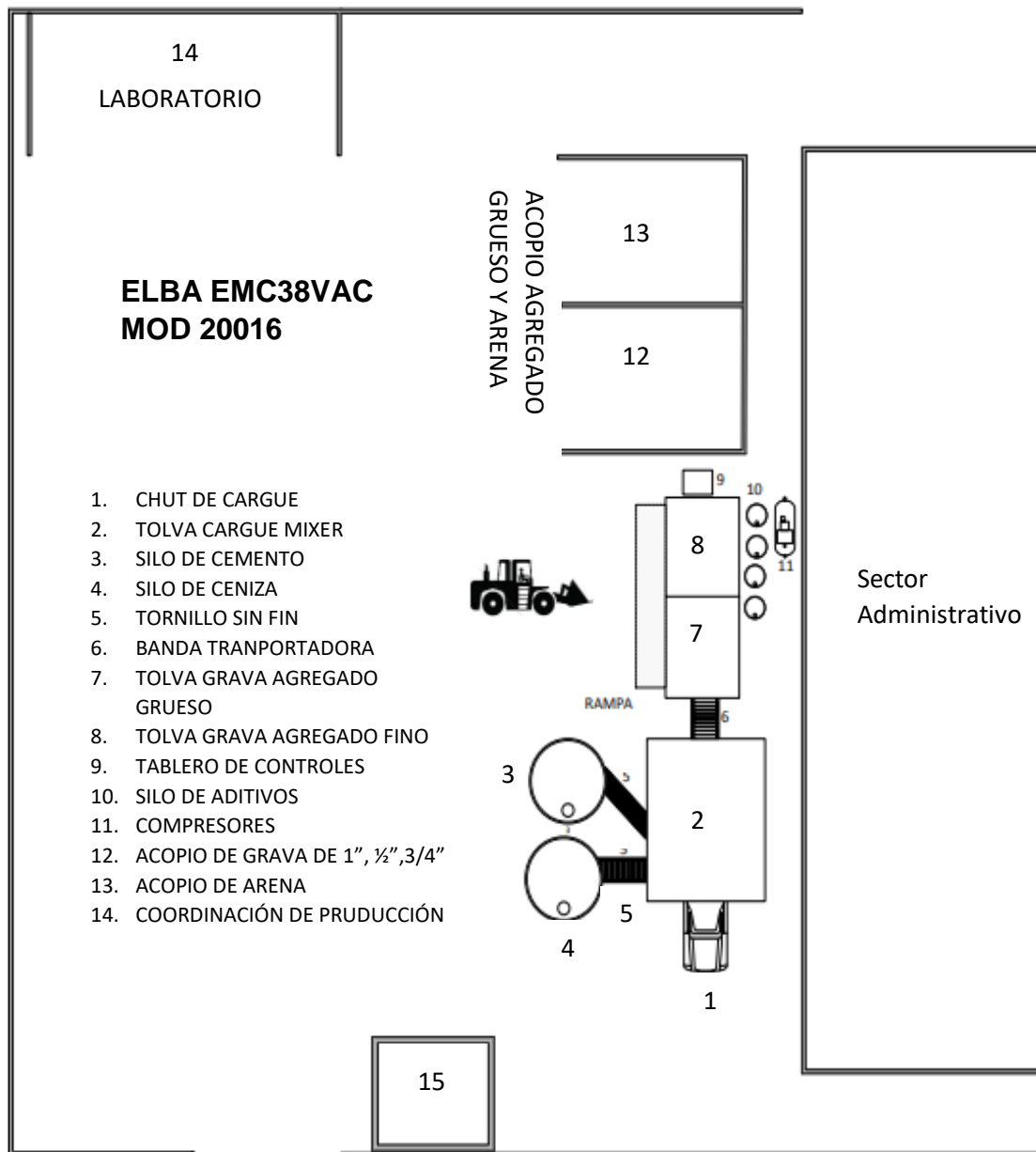


Figura No 11. Di seño de la Planta FUENTE: PROPIA

PREVESA S.A.S es una de las 7 empresas que forman a PREVESA GRUPO . Este grupo, es un grupo integral en el sector de la construcción el cual todas las empresas que forman parte de él, manejan la misma línea del concreto y la construcción.



Figura No 12. Grupo PREVESA FUENTE: PREVESA CONCRETOS

AVENSA S.A.S y TRANSVESA S.A.S son dos empresas fundamentales para la producción de concreto en la planta PREVESA. S.A.S y las otras concreteras que hacen parte de esta línea CONCRETAR S.A.S y BS BETON S.A.S. Estas dos empresas AVENSA Y TRANSVESA S.A.S son las que se encargan de abastecer de agregados, grueso y fino, y de transportar respectivamente a la planta.

Debido a esto se garantiza que la calidad de los agregados es excelente pero, para la implementación de la prueba piloto, se informa a los distribuidores que deben hacer los respectivos ensayos a los agregados y a la arena para así tener los resultados, analizarlos y poder también descartar que sea por los materiales que se alteran las resistencias de los concretos finales.

Se hace una inspección de los acopios de la planta, donde se almacenan los agregados, se verifica que estén en óptimas condiciones, que cumplan con la normativa. Pues en esta fase YA SE INICIO LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRUEBA PILOTO.

2.7.3 Verificación de los materiales pétreos

Al llegar el material a la planta y dentro del marco de la prueba piloto se realiza un control de calidad, a muestras significativa con los respectivos ensayos para estar seguros si los materiales (Agregados), son aptos para su manejo y posterior producción para obtener el concreto esperado.

Son ensayos rutinarios que ayudan en la selección de los materiales realizando una caracterización de control y suministrando los parámetros necesarios para que se puedan elegir los agregados pétreos de los stocks de las plantas con total confianza. Se tiene un control más exigente sobre estos ensayos, para reducir las malas prácticas de los mismo y obtener resultados más confiables.

Se lleva el siguiente control de ensayos de materia prima, estos son digitados en el programa que la empresa maneja internamente (FILEMAKER PRO) para poder ver y analizar los resultados más fácilmente.

ENSAYOS MATERIA PRIMA	
SEMANAL	QUINCENAL
Ensayo de Granulometría	Ensayo de masas Unitarias
Ensayo de peso específico del cemento y del fly ash	Ensayo de densidad y Absorción
Ensayo de materia Orgánica	

Tabla No 7 Programación de ensayos durante la prueba piloto

Cada ensayo es regido por la norma NTC correspondiente, en base a ella se realizan todos los procedimientos.

2.7.3.1 Granulometrías

Estos ensayos hacen parte de un proceso estricto del control de calidad, para que al momento de suministrar concreto a la planta cumpla todos los requerimientos solicitados por las obras y las normas técnicas colombianas, esto se logra estableciendo parámetros con un rango determinado que deben cumplirse tanto en los resultados de los ensayos a las materias primas como a las características del producto final.

Por esta razón existen unas especificaciones estipuladas con las cuales se debe cumplir y el sistema ofrece una facilidad para verificar que dichas especificaciones se cumplan y garantizar la calidad al 100% de los productos.

Para la **prueba piloto** se toman muestras de cada uno de los viajes de arena que llegan a la planta y se verifica que el módulo de finura se encuentre entre el rango de 2.3 a 2.8 según la Norma NTC 172.

Se busca que cada uno de los agregados quede ubicado dentro de la gráfica, es decir, que no presente exceso de cantidad de finos o gruesos, sino que maneje una correcta proporción entre estos dos; para esto se tienen unas graficas en el sistema interno y en Excel para verificar que se cumpla según el tipo de agregado.

Para realizar el ensayo de granulometría se cuenta con un formato diseñado por la empresa el cual se llena al momento de realizarlo. El formato cuenta con todos los tamices, los respectivos para cada material, estos tamices se llena según el porcentaje que pasa, y su pesaje. Al tener lleno este formato (ver formato en anexos). Se procede a ingresarlos al sistema. Se Ingresan de igual forma que se llenaron en la realización del ensayo. Se llenan las casillas blancas y finalmente se obtiene un gráfico que arroja el sistema.

Este grafico está compuesto por un límite superior y un límite inferior. Si el material está dentro de estos límites quiere decir que son agregados gruesos o finos aptos para diseños de concretos de altas resistencias, de lo contrario, no sería favorable trabajar con agregados que se salieran de forma notoria de la gráfica.

Analizando estos resultados PERIODICAMENTE mientras se implemento la prueba piloto solo se utilizan los agregados que más están cerca al limite superior de la gráfica para así garantizar mejor adherencia de los mismos al entrar en contacto con lo demás materiales del concreto.

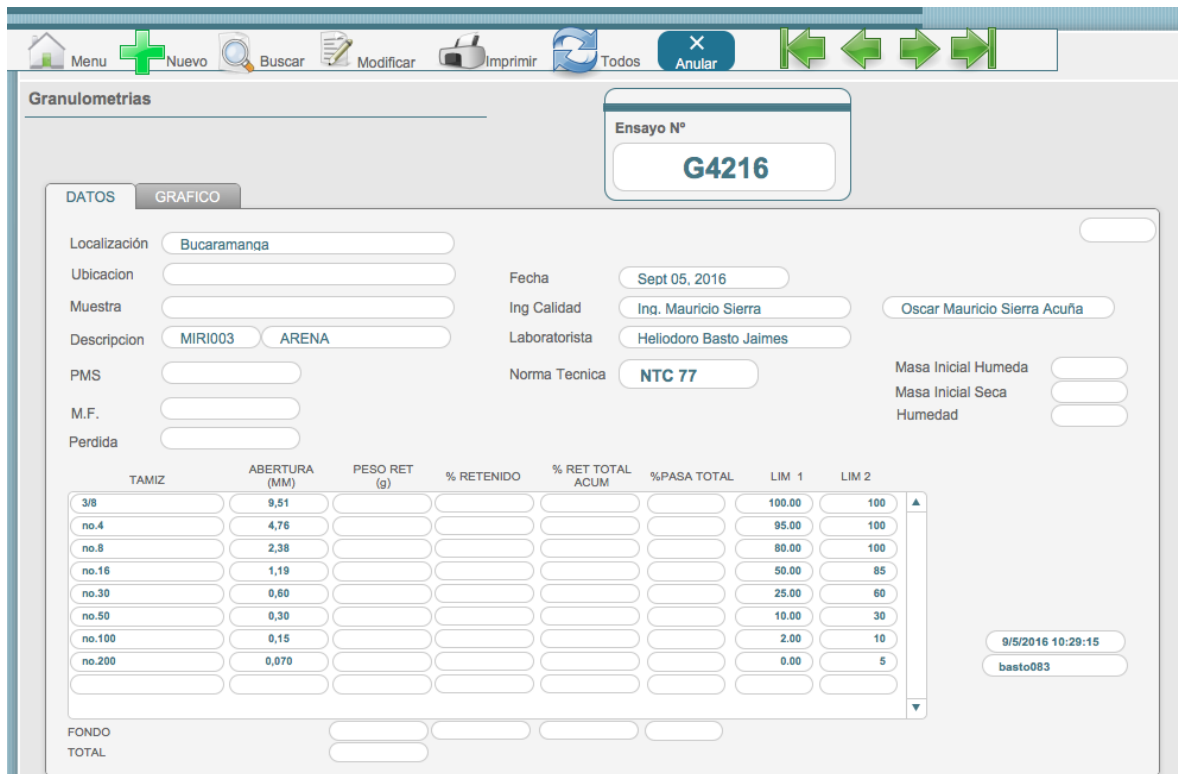


Figura No 13. Resultados de granulometrías Fuente: PROPIA

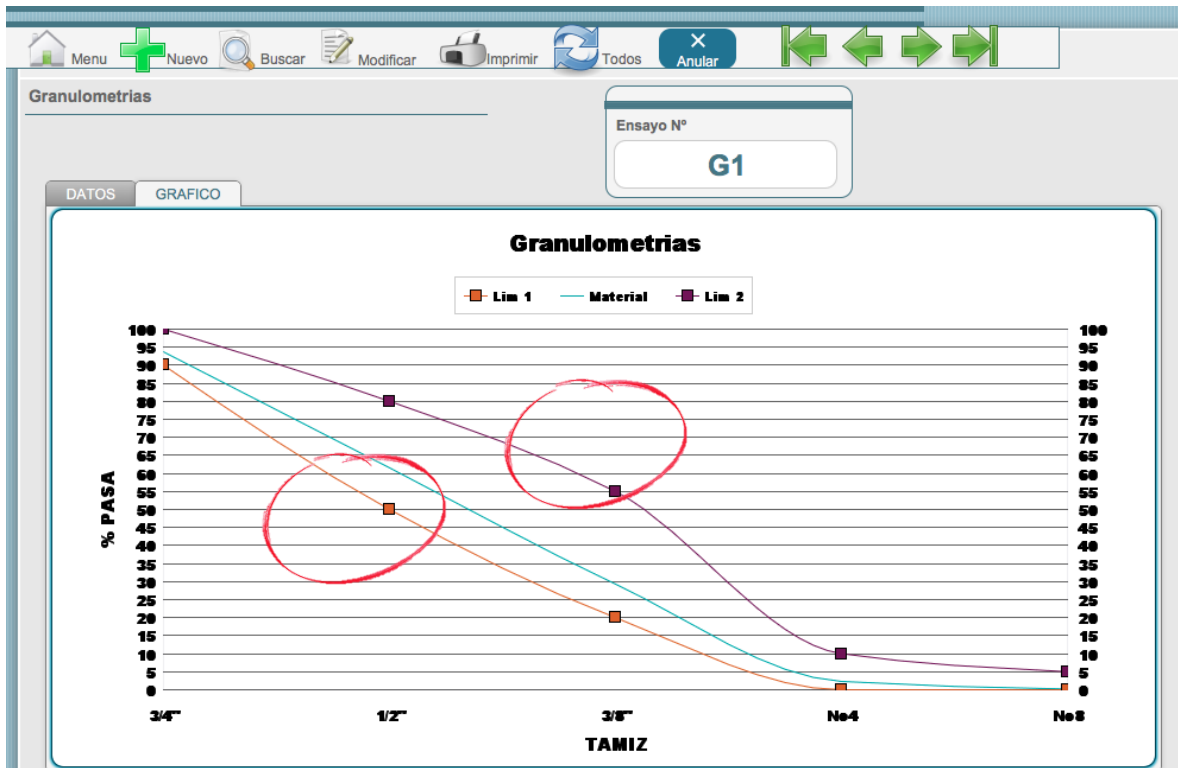


Figura No 14 Gráfico de granulometrías Fuente: PROPIA

2.7.3.2 Peso Específico

El peso específico del cemento es un factor de cierta relevancia en el estudio de las propiedades del mismo, aunque cabe destacar que no es un índice de su calidad, sino por el contrario es usado para el cálculo de peso y volúmenes en una mezcla de concreto y para deducir otras características del cemento, principalmente.

El valor del peso específico en el cemento se encuentra normalmente entre los siguientes valores 3.10 gr/cm³ y 3.15 gr/cm³. Es posible que éste valor se encuentre entre 3.00 gr/cm³ a 3.10 gr/cm³, en dicho caso se dice que el cemento es adicionado, según la norma NTC 221.

Al momento de realizar el ensayo se toman La diferencia entre las lecturas final e inicial que representa el volumen de líquido desplazado por la masa del cemento usado, lo que hace que el peso específico sea la masa sobre el volumen desplazado. Este valor, es el que se tiene en cuenta para las dosificaciones a menor escala para la prueba piloto.

2.7.3.3 Contenido de Materia Orgánica

Este ensayo tan solo se hace con la arena, con este ensayo se puede conocer el nivel de las impurezas orgánicas que pueden estar presentes en el material, se busca que no tenga un nivel alto de materia orgánica, entre los términos 1 a 3 es aceptable.

Se realiza para cada cliente de forma semanal un control en las arenas que produce la planta para determinar el contenido de materia orgánica teniendo como finalidad determinar si la arena puede comercializarse y usarse de forma que no cause reacciones en la mezcla y en los productos terminados.

Cabe mencionar que la prueba piloto se implementa para todo los clientes de la empresa, pues se esta seleccionando solo el material que cumple más estricto los rangos de aceptabilidad exigidos por las normas.



Figura No 15. Contenido de materia orgánica Fuente: Ingenieros Madrid, España

2.7.3.4 Masas Unitarias

Con este ensayo se puede observar que tan bien se acomodan las partículas en ese volumen determinado.

En la empresa se realizan pruebas de masas unitarias combinadas con diferentes porcentajes de cada material (arena y grava $\frac{3}{4}$), la combinación que mayor peso tenga ilustra que los materiales se acomodan mejor en ese volumen determinado y así se deben manejar las proporciones para un metro cubico de concreto ya que así se obtendrá mayor adherencia entre las partículas.

Menu
 Nuevo
 Buscar
 Imprimir
 Modificar
 Todos

Masa Unitaria

Informe N°

2

— Datos Técnicos —

Fecha:
 Localización:

Descripción Producto:

Norma Técnica:
 Peso Molde:
 Diametro:
 Altura:

Volumen Molde:
 Humedad:
 Promedio Masa:
 Atributo Material ensayado:

Masa (Kg)	Suelta	Compacta
Molde + Muestra No 1 (Kg)	7.539	8.326
Molde + Muestra No 2 (Kg)	7.686	8.325
Molde + Muestra No 3 (Kg)	7.583	8.337
Promedio(Kg)	7.60	8.33
Peso Arena(Kg)	4.71	5.43
Masa Unitaria(Kg/m ³)	1,620.8	1,871.1
Promedio Masa(MUS-MUC)	1745.9 Kg/m ³	

Figura 16. Resultados Masas unitarias Fuente: PROPIA

2.7.3.5 Densidad y Absorción

El ensayo se realiza porque es importante para regular la cantidad de agua de la mezcla, según la absorción tenida en cada uno de los agregados, esto debe tenerse en cuenta en el diseño por tanto se debe buscar mantener homogeneidad en la calidad del agregado y solo hacer el uso del mismo.

Se deben cumplir para los agregados entre esas están la densidad aparente y la absorción, el sistema arroja un promedio y unos valores de estos parámetros los cuales según las normativas deben ser:

- Densidad aparente: Tanto en agregado fino como en grueso debe estar dentro de un rango de 2,48 y 2,8
- Absorción: Debe encontrarse en un rango de 0,5 a 1,5 para todo tipo de agregados.

Con ayuda del sistema, se verifican estos valores y estar al tanto de si cumple y están dentro del rango o no. Si no es así se reporta a los proveedores que los materiales no están llegando con las especificaciones indicadas.

The screenshot shows a software interface for 'Densidad y Absorción'. At the top, there is a navigation bar with icons for Menu, Nuevo, Buscar, Imprimir, Todos, Anular, and navigation arrows. The main content area is divided into several sections:

- Datos Tecnicos:** Includes fields for Fecha (Mar 10, 2014), Localización (Bucaramanga), Descripción Producto (MIRI003), and Norma Tecnica (NTC-237).
- Proveedor:** Avendaño Saenz.
- Informe N°:** 21.
- Descripcion:** A table with two columns: 'Descripcion' and 'Valor'.

Descripcion	Valor
Peso de Muestra Seca (A)	493 g
Peso Probeta + Agua (B)	932 g
Peso Material + Probeta + Agua (C)	1240 g
Peso Material Seco Superficialmente Saturado (S)	500 g
- Calculations:**
 - DENSIDAD APARENTE (base seca) $(A/(B+S-C))$: 2.57 g/cm3
 - APARENTE (base sss) $(S/(B+S-C))$: 2.60 g/cm3
 - NOMINAL $(A/(B+A-C))$: 2.66 g/cm3
 - APARENTE ABSORCION $((S-A)/A)*100$: 1.42 %
- Creacion:** Usuario (administrador), Fecha (3/10/2014 10:48:30 AM).
- Modificado:** Usuario (Miguel), Fecha (3/10/2014 10:48:30 AM).

Figura No 17. Resultados densidad y absorción Fuente: PROPIA

2.7.3.6 Almacenamiento Cemento, Fly Ash y Aditivos.

La planta cuenta con unos silos de almacenamiento, 3 silos para cemento de 40,70 y 120 toneladas respectivamente más un silo para ceniza volante con capacidad de 50 toneladas para la planta ALTRON y 2 silos de 40 y 120 toneladas respectivamente más un silo para ceniza volante con capacidad de 90 toneladas para la planta ELBA

Así mismo la planta trabaja de mano con SIKA empleando 3 diferentes tipos de aditivos para sus diseños. Plastiment AD-30, Plastocrete 169 HE y Viscocrete 2100 siendo estos un retardante, un acelerante y un plastificante respectivamente y tiene

sus depósitos en cada planta. Siendo así se hace una Interventoría por estos silos, para verificar que estén en óptimas condiciones, que al momento de recargar los silo con los diferentes materiales se haga de la manera correcta para que no haya desperdicio y para que se manejen de forma correcta los mismos.



Figura No 18 Silos de las plantas Fuente: PREVESA NET

2.7.4 FASE 2: Elaboración de especímenes y experimentación de resistencias.

2.7.4.1 Análisis del diseño de mezcla

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
Característica	Arena	Grava	Cemento
Tamaño Máximo TM	3/4"	2"	
Tamaño Máximo Nominal TN	3/4"	3/4"	
Contenido de materia orgánica	0,0	-	
Modulo de Finura MF	2,02	-	
% de Absorción	1,42	1,09	
Peso Especifico Aparente Seco	2,60	2,56	
Paso Unitario Seco Suelto Kg/m ³	1,49	1,40	
Paso Unitario Seco Compactado Kg/m ³	1,62	1,58	
% Humedad	-	-	
Peso Especifico gr/cm ³			3,0

Tabla No 8 Características de los materiales de la prueba piloto FUENTE: PROPIA

Para este proyecto se despacha un concreto de resistencia a la compresión de 210 kg/cm². (3.000 PSI.), y un asentamiento de tres pulgadas (6 In) elaborado con cemento Cemex y materia pétreo de las canteras de AVENSA S.A.S, que se abastece del río Chicamocha.

Se realiza la caracterización en el laboratorio y el diseño de la mezcla ya está establecido luego de que la empresa realizara unas optimizaciones para evitar el sobre diseño y economizar mucho más sus productos sin disminuir calidad y garantía.

La característica principal del material del proveedor es que es un material tomado directamente de la fuente y utilizado para fabricar concreto en planta, lo cual los paramentos del material son cantos rodados. Este diseño de mezcla se realiza con material mixto de río, el cual según el tamizado que realiza el laboratorio se determina un 64,5% de grava (piedra) y un 35,5% de arena. La dosificación corresponde para un volumen de 30 litros, el cual, es la capacidad el trompo, pues el mismo diseño que se le despachara al cliente se realizara en el laboratorio a menor escala para observar cómo se comporta.

Para la prueba a menor escala se calculan las cantidades proporcionales a 30 litros partiendo de la dosificación para 1m³ de concreto. Se realiza una batida en el trompo y se estudia la manejabilidad del concreto durante 0,30,60 y 90 minutos para poder analizar su comportamiento

Finalmente se realizan muestras al momento que la mezcla pierde el máximo de asentamiento (4pulgadas). Estas muestras se fallan a 3, 7, 28 y 56 días.

Para el concreto despachado en la mixer luego de estar implementando las medidas que disminuyen las variantes de la producción que tienen que ver con las plantas y los agregados, se toman los cilindros que se fallaran a 3, 7, 28 y 56 días igualmente.

Para este diseño de mezcla se determinó la siguiente dosificación según lo presentado en las memorias del diseño del concreto

Proporción en Volumen						
Cemento	Arena	Grava ¾"	Agua	Ceniza	AD-30	V21-00
266	988	956	165	29	1,02	0,53
Proporción por peso Kg/m ³						
Cemento	Arena	Grava ¾"	Agua	Ceniza	AD-30	V21-00
7,98	31,12	28,97	4,75	0,87	30,60	15,90
Proporción por peso gr/lts 30 Litros						

Tabla No 9 Proporción de Volumen de la prueba piloto FUENTE: PROPIA

2.7.4.2 Toma de asentamiento

Se hizo el ensayo de asentamiento del concreto con el fin de determinar el asentamiento estimado en el diseño de la mezcla el cual para este diseño es de 6'' el más óptimo.

La NTC 396 cita que el asentamiento consiste en tomar el cono de Abrams, este molde deberá tener la forma de la superficie lateral de un cono truncado con una base de 8 pulgadas (200 mm) de diámetro y la parte superior de 4 pulgadas (100 mm) de diámetro, con una altura de 12 pulgadas (300 mm).

Colocarse en una superficie plana la cual no sea absorbente, con los pies se hace presión en los estribos o agarraderas del cono con el fin de evitar el desplazamiento hacia arriba y se salga el concreto por la parte inferior del cono.

El llenado se hace en tres capas de igual volumen, la primera capa se llena a una profundidad de 7 cm. La segunda capa se llena a una altura de 16 cm y la tercera hasta el borde superior del cono. Estas capas se deben apisonar 25 veces con una varilla lisa de diámetro de 16 mm de longitud. Este apisonado debe ser uniforme de tal manera que garantice una compactación homogénea, Después de realizar el apisonamiento en la última capa, es necesario alisarse a ras la superficie, esto se puede hacer pasando la varilla por el borde del molde; luego, se quita la mezcla que cayó al suelo alrededor de la base del molde, dejando limpia la zona aledaña, cuidadosamente se retira el cono en dirección vertical. Se mide la diferencia de altura entre el molde y el concreto fresco asentado, valor que será determinante de la consistencia del concreto ensayado. El procedimiento para la toma asentamiento no debe durar más de 15 min.

Como ya se mencionó anteriormente la manejabilidad se realiza para 0, 30,60 y 90 min (Cada media hora), este procedimiento se realiza tanto para la batida de la prueba realizada en el trompo de 30 litros como para el despacho del viaje grande del camión mezclador. Al observar que el concreto dio el menor asentamiento permitido se realizaron muestras para fallar en las edades correspondientes. Se debe hacer seguimiento de los resultados de las resistencias. La manejabilidad se registró de la siguiente manera:

DISEÑO	No	ASENTAMIENTO	T (C)	HORA
C3034NO	1	7 ¼	30	10:00
	2	6	31,3	10:30
	3	5 ½	32,6	11:00
	4	3 ½	32,7	11:30
	5	2 ½	32,7	12:00

Tabla No 10 Asentamiento prueba piloto Cargue Camión FUENTE: PROPIA

DISEÑO	No	ASENTAMIENTO	T (C)	HORA
C3034NO	1	7	31,8	15:00
	2	6 ½	30,5	15:30
	3	5 ¼	30,5	16:00
	4	3	30,4	16:30
	5	2 ½	30	17:00

Tabla No 11 Asentamiento prueba piloto 30 litros FUENTE: PROPIA



Figura No 19 Manejabilidad Prueba piloto Cargue camión C3034NO Fuente: PROPIA



Figura No 20 Manejabilidad Prueba C3034NO 30 litros Fuente: PROPIA

En esta fase de la prueba piloto, se tiene en cuenta el procedimiento para realizar el ensayo pues el manejo que se le da al material durante el mismo puede que también altere el producto, así que cada que se realiza la prueba se tiene en cuenta el paso a paso descrito en la norma que rige este ensayo (NTC 396).

2.7.4.3 Toma de cilindros

Para el ensayo de resistencia a la compresión se toma una muestra de 8 cilindros los cuales serán ensayados a los 3, 7, 28 y 56 días de edad, se dejarán dos (2) testigos, Los especímenes para los ensayos de resistencia a la flexión y compresión se realizan con los moldes que cumplen las características estimadas en la Norma.

El muestreo se debe hacer de una manera adecuada como lo describen las normativas, para que los cilindros arrojen resultados acertados y se establezca un control de calidad óptimo. Por eso en esta **prueba piloto** se tiene extrema rigurosidad en la elaboración de estas muestras, tanto para prueba del trompo de 30 litros como para la del viaje de despacho del camión de cargue, pues al analizar y comparar estos resultados se debe cerciorar que por ninguna variante que implique la elaboración de estos especímenes será la alteración de los resultados de las resistencias.

El procedimiento se realiza a una muestra significativa del viaje despachado y de la batida realizada, se hace de la siguiente manera:

Antes de la elaboración del cilindro se verifica que:

- El laboratorio no esté expuesto a condiciones severas de sol, lluvia o viento. **(En el laboratorio había una ventana por donde entraba una cantidad considerable de luz, así que se bloqueó durante la realización de este trabajo garantizando excelentes condiciones para el laboratorio)**
- Los moldes metálicos tengan las dimensiones correctas (150 ± 2 mm de diámetro interior y 300 ± 5 mm de altura) y no contengan residuos de concreto adheridos en las paredes internas. **(Se utilizan camisas plásticas con las dimensiones mencionadas TOTALMENTE NUEVAS, medidas y aceptadas para la elaboración del muestreo)**



Figura No 21. Muestras de concreto Fuente: Construdata

- La varilla de compactación sea de 60 cm. de longitud y 16 mm de diámetro, de acero liso y de extremo redondeado. **(Se tiene una varilla, y una porra con la que se eliminan los vacíos de los cilindros)**
- La superficie sobre la cual se realiza el ensayo (Mesón) este plano. **(Se limpia diariamente después de desencofrar los especímenes del día anterior el mesón donde se realizan las muestras para así evitar golpes a las muestra o uniformidades en las mismas)**

Durante la elaboración del cilindro se verifica que:

- La toma de cilindros de concreto se realice mínimo una vez por cada 40 m³ de concreto. **(Para esta prueba e toma a las obra EDIFICIO ALMIRANTE ubicada en Girón, se toma cada 40m³ y se hacen cilindros, pero para efectos de registro solo se analiza un resultado para realizar el comparativo con el realizado en el laboratorio)**
- Si la muestra se toma de la Planta ELBA se toma de la parte media de la bachada, ni al principio ni al final de la descarga del camión, ni después de una hora de iniciado el descargue. **(El despacho de la obra se realiza en esta planta así que se toma de esta forma)**
- Si la muestra se toma de la Planta ALTRON debe extraerse por lo menos de 5 sitios diferentes.
- Antes de realizar el descargue se verifica el asentamiento del concreto y se registra en el formato establecido.
- El sitio de elaboración de los cilindros (Mesón y carretilla) estén lo más cerca posible del sitio donde se almacenarán durante las primeras 24 horas (Cuarto de Curado) **(Justo en frente de la planta ELBA está el laboratorio así que el transporte de la mezcla no sufre alteraciones significativas)**
- La mezcla se debe remezclar para asegurar su uniformidad.
- Se deben elaborar mínimo dos cilindros por cada edad de ensayo. Para un total de 8 cilindros por muestra. (3, 7, 28 y 56 días)
- El cilindro se elabore en 3 capas de igual volumen, más o menos 10 cm por capa. **(En cada realización de los cilindros se procura realizar las 3 capas tal cual como se indica)**
- A cada capa se le den 25 golpes con la varilla de compactación, procurando no penetrar demasiado en la capa inmediatamente anterior.
- Después de retirar la varilla compactadora se le den golpes suaves a las paredes del molde para cerrar los huecos.(Maso)
- El enrase superior del cilindro se haga con un palustre para garantizar una superficie lisa y uniforme.

- Durante el transporte de los cilindros del sitio de elaboración al sitio de almacenamiento, no sean golpeados, inclinados o alterados en su superficie. **(Los cilindros se realizan justo en frente del mesón)**
- Los cilindros sean debidamente marcados e identificados, sin alterar la superficie. **(Se realiza la marcación con un marcador industrial C3034NO para el cargue del camión y C3034NO1 para el realizado en el trompo)**

Después de la elaboración se verifica que:

- Los cilindros se mantengan durante las primeras 24 horas libres de vibraciones, con humedad de 95% y temperatura entre 16 y 27o C **(Cuarto de Curado)**
- Durante la remoción de los moldes, los cilindros no se golpeen.
- Después de remover el molde se identifiquen los cilindros con un marcador, sin alterar la superficie. (Se lleva un número de 4 dígitos según los registros de muestras llevados por la planta)
- Durante el transporte de los cilindros al laboratorio, estos sean bien tratados, para evitar golpes que generen micro fisuras.

Los especímenes cilíndricos de concreto se curan en el cuarto que mantiene una humedad del 95% mínimo y una temperatura de 23°C +/- 2°C.

Estas son condiciones óptimas para un adecuado curado según la Norma NTC 3512 (*"Cuartos de mezclado, cámaras y tanques para el almacenamiento de agua, empleados en los ensayos de cementos hidráulicos y concreto"*) Este cuarto es único en la zona y está organizado en estantes por edad del cilindro y consecutivo.



Figura 22. Cuarto de Curado Fuente: PROPIA

2.7.4.4 Toma de Vigas

Se toma 2 vigas las cuales se ensayaran a los 14 y 28 días, se dejarán dos (2) testigos. Estas vigas son fundidas después de realizar el ensayo de asentamiento del concreto y curadas con los mismos métodos de los cilindros.

La NTC 550 (ASTM C31) Para el ensayo de flexión específica las medias mínimas para la toma de las vigas. El procedimiento para esta toma según la norma se debe llenar el molde en 2 capas de volumen igual, distribuir el concreto en el encofrado y proceder a compactarlo con una varilla lisa de diámetro de 16 mm

La segunda capa se debe apisonar de tal manera que la varilla penetre la capa anterior 25 mm, y varillar desde cerca del perímetro hacia el centro del molde.

Después de compactar cada capa se debe golpear de 10 a 15 veces con un mazo de goma. Con el fin de hacer salir las burbujas de aire que puedan estar atrapadas, finalmente enrrese el molde con la varilla de compactación y retire el exceso de concreto, por último con una llana mejore el acabado el cual debe ser plano y uniforme.

Luego de 24 horas \pm 8 se procede a desmoldar las muestras y a marcarlas identificando el número de la muestra y en qué actividad de la obra se utilizó el concreto y luego deben pasar a curado.



Figura 23. Elaboración de Vigas Fuente: PROPIA

Los especímenes se desencofran todos a las 24 horas de realizados, se desencofran con precaución de evitar golpes o alguna alteración a la muestra, se marca respectivamente para saber que cilindro o viga se va fallar en cada fecha, y se guardan en el cuarto de curado para que cumplan con las edades correspondientes para realizar los ensayos.

Para mayor comodidad y facilidad en la lectura de los resultados, se hace uso del formato que implementa la empresa para llevar un control.

2.7.5 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión mide la calidad del concreto de una manera sencilla, rápida, eficaz y es empleada con frecuencia en los cálculos para el diseño de las estructuras. Esta propiedad cambia significativamente con la variación de algunos parámetros, tales como: la relación, el tamaño máximo del agregado, las condiciones de humedad y temperatura durante el curado, la edad del concreto y la velocidad de carga, entre otros.

Es importante mencionar que se realizó una prueba patrón que fue la que se tomó antes de implementar la prueba piloto del mismo diseño así como una prueba para el trompo y otra para el cargue del camión mezclador.

Los resultados son los siguientes:

Muestra	Edad	Fc	P1	P2	R1	R2	Prom	%
3062	1	3034NO PATRON	3752	3720	1159	1209	1184	38
	3		3745	3748	2146	2184	2165	62
	7		3729	3745	2140	2513	2327	78
	14		3765	3766	3114	3118	3116	80
	28		3780	3780	3251	3250	3253	98
3066	1	3034NO	3748	3755	1190	1250	1220	43
	3		3735	3735	2217	2366	2292	75
	7		3770	3720	3003	3006	3006	83
	14		3770	3771	3321	3320	3320	92
	28		3777	3765	3431	3430	3432	100
3070	1	3034NO1	3741	3749	1428	1478	1453	45
	3		3758	3751	2570	2598	2584	80
	7		3756	3775	3084	3135	3110	88
	14		3765	3733	3621	3612	3675	100
	28		3721	3786	3777	3795	3795	100

Tabla No 12 Resultado Resistencias de Compresión FUENTE: PROPIA

REGISTRO FOTOGRAFICO: ENSAYO DE COMPRESIÓN A MUESTRAS



Muestra: 3062

Edad: 28 días

Tipo de Falla: Falla 5 según la NTC 673

Se Observa una falla Tipo 5, lo que muestra que falló de forma correcta y mostró la resistencia esperada

Figura 24 Falla 3062 Fuente: PROPIA



Muestra: 3066

Edad: 28 días

Tipo de falla: Falla 5 según la NTC 673

Al fallar la muestra en la parte superior significa que fue fallada de manera incorrecta, Se falla nuevamente dando esta la resistencia esperada.

Figura 25 Falla 3066 Fuente: PROPIA



Muestra: 3070

Edad: 28 días

Tipo de falla: Falla 5 según la NTC 673

El cilindro falla notablemente, se observa que cumple la resistencia así que se continúa con el seguimiento de esta misma muestra en fallas próximas, para analizar su comportamiento en estas mismas.

Figura 26 Falla 3070 Fuente: PROPIA

2.7.6 Resistencia a la Flexión

Resistencia a la Flexión				
Muestra	Diseño	Edad	Asentamiento	MR
3071	C303410PATRÓN	28	6"	34,65
3077	C3034NO	28	6"	34,8
3082	C3034NO1	28	6 ½"	41,8

Tabla No 13 Resultado Resistencias de Flexión FUENTE: PROPIA

2.7.7 Transporte

Se transporta el concreto haciendo uso de los carros mezcladores con los que cuenta la empresa. Debidamente calibrados, y con su respectivo mantenimiento el cual asegura el cumplimiento de las especificaciones que debe tener un vehículo para poder transportar el material.



Figura 27 vehículos de transporte Fuente: PROPIA

Al ubicar la obra la cual se le está haciendo seguimiento para análisis de resultados comparativo con el concreto de la planta, identificar el tipo de concreto que es de resistencia $F'c$ 21MPA o 3000 PSI, fundiendo elementos de cimentaciones zapatas y vigas de amarre y localizándolo, En el barrio Aldea Alta en el municipio de Girón, Santander se hace una respectiva planeación anticipada de la ruta que debe seguir el conductor, la cual sea más rápida, y más segura.

Para estos se debe tener en cuenta tres eventos que en caso de que sucedan durante el manejo del material afectaría la resistencia, y perderíamos el objetivo principal, por eso se tendrá un control exhaustivo de esta ruta, desde que sale de la planta hasta que llega a la obra.

- ✓ Retrasos. La ruta que se traza para el transporte del concreto, siendo la única vía de acceso para entrar es de alto tráfico, bastante transitada, así que en conjunto con el director de la obra, se programa una fundida en hora valle para que así el tiempo que demora durante el trayecto sea el necesario.
- ✓ Endurecimiento temprano y secado. El concreto empieza a endurecer en el momento que se mezclan el cemento con el agua, pero el grado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos normalmente no presenta problemas, por lo general, el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado. De igual forma, cada camión cuenta con una válvula que indica la temperatura y la manejabilidad que tiene el concreto y los conductores están altamente capacitados para poder darle el debido

tratamiento al concreto para que no pierda sus propiedades. Durante el trayecto a la obra se está pendiente de la válvula y de la temperatura.

- ✓ Segregación. Una forma de segregación es la tendencia que presenta el agregado grueso al separarse del mortero cemento- arena. Esto tiene como consecuencia que parte de la mezcla tenga una cantidad pequeña de agregado grueso y que el resto tenga agregado grueso en excesivas cantidades. Esto puede ocasionar, probablemente, que la primera parte se contraiga más y se agriete y tenga una menor resistencia a la abrasión. Aunque en esta prueba los métodos y equipos usado para el transporte y manejo del concreto no son causa de segregación

2.7.8 Vaciado y colocación del concreto

El proyecto al que se le está despachando el producto es para un edificio de 5 pisos, está en la etapa de las cimentación, por lo mismo tiene zapatas, pedestales y vigas de amarre para fundir.

Para esta fundida se ve necesario el uso de la Autobomba de la planta, Auto-Bomba No 1: SCHWING S32X Modelo 2007 Capacidad de entrega de 80 m³ de concreto/hora, tamaño máximo del agregado 63.5mm, alcance vertical 31.8 mts y alcance horizontal de 27.8mts. Para facilidad y mejor fundida de los elementos.

El concreto se debe depositar lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación, debido al colado o al flujo. El colado se debe efectuar a tal ritmo, que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas de refuerzo.

Como no se debe colocar en la estructura concreto que se haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños, se mantiene en constante batido dentro del mezclador y se inyecta directamente a la autobomba para que no tenga contacto con impurezas. Una vez iniciado el colado, éste se deberá efectuar en una operación continua hasta que se termine el colado del elemento o la sección, de acuerdo con sus propios límites o juntas predeterminadas.

La colocación debe efectuarse en forma continua mientras el concreto se encuentra en estado plástico, evitando la formación de juntas frías. Para las zapatas como son elementos monolíticos se colocan en capas horizontales que no excedan los 50 cm. de espesor y son unidas por vibración. El objetivo principal de este proceso es evitar la segregación.

Para las vigas de amarre el llenado se detiene al llegar a una junta la cual se ubica de modo que el concreto vaciado en dos etapas no reduzca la resistencia del elemento, en este caso es a un tercio de eje al que están amarradas las vigas.

Para los pedestales como se funde de una altura de casi 2 metros se introduce la manguera de la bomba hasta el final, pues en ocasiones en algunas partes lo funden desde alturas pronunciadas y alteran los resultados de las resistencias.

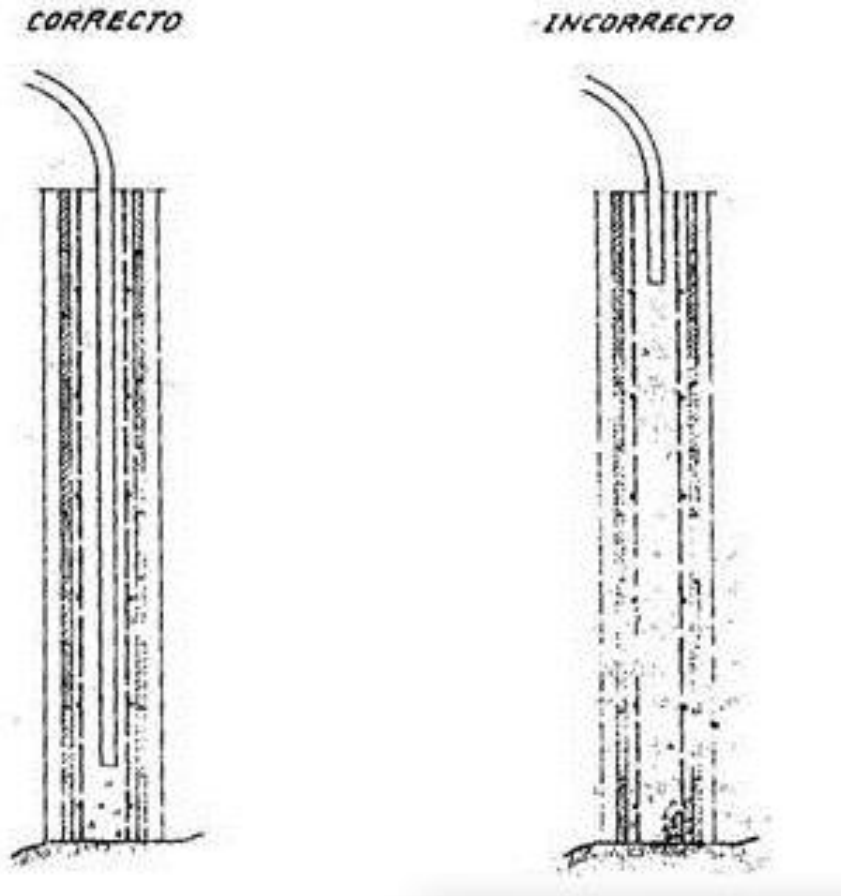


Figura 28 Colocación de concreto con autobomba Fuente: Civilgeeks

El vaciado es el proceso de transferir el concreto fresco, del dispositivo de conducción a su sitio final de colocación en las formaletas. Antes de la colocación se quita el óxido suelto del refuerzo, y se limpian las formaletas. El vaciado y la compactación son actividades decisivas por el efecto que tienen sobre la calidad final del concreto. Por eso mismo durante esta fundida se enfocó en que las mismas se realicen de la manera adecuada.

Un vaciado adecuado debe evitar la segregación, el desplazamiento de las formaletas o del refuerzo, y la adherencia deficiente entre capas seguidas de concreto. Inmediatamente terminado el vaciado, el concreto se compacta mediante vibradores. Esta compactación evita la formación de vacíos, asegura un contacto cercano con las formaletas y con el refuerzo, y sirve como remedio parcial a una posible segregación previa. Es un vibrador mecánico de alta frecuencia de tipo interno que se sumerge en el concreto.

El concreto fresco gana resistencia más rápidamente durante las primeras semanas. El diseño estructural se basa generalmente en la resistencia a los 28 días, de la cual cerca del 70por ciento se logra al final de la primera semana después de la colocación. La resistencia final del concreto depende en forma importante de las condiciones de humedad y temperatura durante este periodo inicial **(Nilson, 1999)**.

Los métodos de vaciados y vibración del concreto deben ser realizados de manera que lo mantengan uniforme y libre de imperfecciones. Esta etapa del trabajo es la más crítica de toda la operación de vaciado de concreto, por esto, el ingeniero encargado de la obra delega la responsabilidad de curado de los elementos constantemente. Los métodos adecuados de vaciado no sólo evitarán las segregaciones y porosidades o cangrejas, sino que evitarán la adhesión entre las capas; disminuirán las grietas de contracción y producirán estructuras de buena apariencia.

Se toman en la obra 8 cilindros siguiendo el procedimiento de la toma de cilindros en la planta, y se curan en una piscina improvisada en la misma obra. Los cilindros se desencofran al siguiente día, y se fallan en la planta a su respectivas edades. El transporte de estos es extremadamente cuidadoso dentro de cajas con almohadillas en sus lado para disminuir cualquier impacto.



Figura 29 Fundida en obra Fuente: PROPIA

2.8 RESULTADOS

Durante la implementación de la prueba piloto por parte del autor de este libro se ejerció una interventoría para chequear los procedimientos que se realizaban durante la producción, la revisión de los centro de control de cada planta, de los stock donde se almacenan los materiales, del laboratorio, la elaboración de los especímenes y ofreció supervisión a la obra en estudio dentro del proyecto.

Dejando como precedente que todo lo anteriormente mencionado se efectuó de manera correcta, y aquellas fallas que se encontraban a lo largo del proyecto se corregían con el fin de evitar cualquier alteración en los resultados. Sien así, los resultados que se registran de la siguiente manera:

2.8.1 Resumen análisis de los agregados.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES							
Mezcla	Agregado	Fuente	Tamaño (TM)	Tamaño (TN)	Modulo (MF)	Textura del material	Cantidad de material en kg/m3
3062	Arena	Río Chicamocha	3/8"	#4	2,02	Triturado	988
	Grava	Río Chicamocha	3/4"	½"	-	Triturado	956
	Cemento	Argos	-	-	-	-	455
	Agua	Acueducto	-	-	-	-	200
	Aditivo 1	Viscocrete	-	-	-	-	1,02
	Aditivo 2	AD-30	-	-	-	-	0,53
	Ceniza						29
3066	Arena	Río Chicamocha	3/8"	3/8"	2,61	Triturado	988
	Grava	Río Chicamocha	3/8"	¾"	-	Triturado	956
	Cemento	Argos	-	-	-	-	266
	Agua	Acueducto	-	-	-	-	165
	Aditivo 1	Viscocrete	-	-	-	-	1,02
	Aditivo 2	AD-30	-	-	-	-	0,53
	Ceniza						29
3070	Arena	Río Chicamocha	3/8"	3/8"	3,1	Triturado	988
	Grava	Río Chicamocha	3/8"	¾"	-	Triturado	956
	Cemento	Argos	-	-	-	-	266
	Agua	Acueducto	-	-	-	-	165
	Aditivo 1	Viscocrete	-	-	-	-	1,02
	Aditivo 2	AD-30	-	-	-	-	0,53
	Ceniza						29

Tabla No 14 Resultado análisis de los agregados FUENTE: PROPIA

2.8.2 Resultados de ensayos

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES					
Mezcla	Relación A/C	Slump	F'c Diseño (28 días) kg/cm2	F'c Obtenida (28 días) PSI	MR Obtenida (28 días) Kg/cm2
3071	0,44	6"	210	3253	34,65
3077	0,62	6"	210	3432	34,8
3082	0,62	6"	210	3795	41,8

Tabla No 15 Resultado de ensayo FUENTE: PROPIA

2.9 ENFOQUE GERENCIAL

El concreto, que es una masa endurecida de materiales heterogéneos, está sujeto a la influencia de numerosas variables. Las características de cada uno de sus componentes, dependiendo de la variabilidad de estos, pueden ocasionar variaciones en la resistencia del concreto como se viene mencionando anteriormente.

Así como se establece en la norma NTC 2275 y como se concluyó en el trabajo, las variaciones también pueden ser el resultado de los procedimientos seguidos durante la dosificación, el mezclado, el transporte, la colocación y el curado. Además de las variaciones existentes en el concreto mismo, también se introducen variaciones en los ensayos por efecto de la fabricación, por el procedimiento de ensayo y por el tratamiento de las muestras de ensayo.

Las variaciones en la resistencia del concreto deben aceptarse, pero para producir concreto de calidad adecuada, se debe mantener un estricto control. Adicionalmente se deben interpretar y emplear apropiadamente los resultados de los ensayos y considerar sus limitaciones.

El control apropiado se logra por medio del empleo de buenos materiales, una correcta dosificación y mezclado de los mismos, por los buenos procedimientos de transporte, colocación, curado y realización de los ensayos. Aunque la compleja naturaleza del concreto impide una completa homogeneidad, una variación excesiva en su resistencia significa un inadecuado control. El mejoramiento del control puede permitir una reducción en los costos del concreto, puesto que la resistencia promedio se puede acercar más a los requisitos de la especificación.

Luego de implementar la prueba piloto, y mostrar con pruebas y análisis de resultado que haciendo un correcto procedimiento de producción del concreto mejoraba las resistencias en los mismos, se empieza a producir el producto siguiendo paso a paso esta prueba a gran escala, es decir en las plantas de la planta, y viendo resultados en las resistencias del material (concreto) despachado.

¿POR QUE?... Por la desviación estándar, la desviación estándar es un punto probabilístico que se analiza en el concreto, pues tiene incidencias en su diseño.

El concreto en estudio tiene un $F'c$ de 21Mpa, y este tiene un Fr que es característico, que es el que se vende a los clientes, pero que varía de acuerdo a la desviación estándar.

Antes de implementar la prueba, en Prevesa las muestras características, a las que se le hacían los ensayos ya que cumplían con la norma NTC 2275 para hacer uso de ella y sus resultados arrojaban **450Kgf/cm²**. Luego de implementar la prueba y

tomando datos de las muestras que al igual cumplieran con la normativa arrojaban **300Kgf/cm²**.

Al revisar las resistencias promedio, donde se sabe que:

TABLA C.5.3.2.1 — RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (C.5-1) y (C.5-2) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (C.5-1) $f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 3.5$ (C.5-2)
$f'_c > 35$	Usar el mayor valor obtenido con las ecuaciones (C.5-1) y (C.5-3) $f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s$ (C.5-1) $f'_{cr} = 0.90f'_c + 2.33s_s$ (C.5-3)

Utilizando la ecuación dada por la NSR 10 en el capítulo 5 y teniendo en cuenta que 1Mpa en el diseño de las mezclas representa 10 kilos de cemento. Podemos hablar de **AHORRO EN COSTOS, Y BENEFICIOS ECONOMICOS EN LA EMPRESA**

Para este diseño en estudio, un concreto de 3000 psi o 21 Mpa se utilizaban 280Kg de cemento con 180 Lt de agua para guardar la relación agua/cemento. Con la disminución en la dispersión de la desviación estándar se rediseño el concreto utilizando solo 265kg de cemento con la misma cantidad de agua. En cuanto al porcentaje de grava y arena sigue siendo el 50% de grava y 50% de arena.

Si hablamos de costos, el diseño que se implementaba antes de la prueba piloto en comparación al que se está utilizando tiene **15kg** menos de cemento, que son alrededor de **\$5.250 por 1m³ de concreto** (Cemex, distribuidor director de la empresa, tiene un costo de \$350 por kilo de cemento).

Siendo así, La planta Prevesa S.A.S anualmente tiene una producción de 5000m³ de concreto al año, y, con la implementación de esta investigación al año se beneficiaría con **\$26.242.000** produciendo este diseño, y cabe recordar que es el más despachado en la planta.

2.10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.10.1 caracterización de los agregados

En el cuadro de resumen se observa respecto al tamaño máximo para la grava una constante que para el caso es $\frac{3}{4}$ " para todos las muestras, pues los agregados fueron tomados de los mismos stocks, tanto para la prueba patrón, como para la prueba piloto. respecto a esto se indica un tamaño máximo constante ($\frac{3}{4}$ ") para las muestra, de acuerdo a Sánchez (2002) el tamaño de la grava debe encontrarse entre $\frac{3}{8}$ " y 1 Pulgada, lo que significa que no existen datos importantes en estos especímenes que de acuerdo a la teoría puedan sugerir una influencia del tamaño de la grava en la resistencia a la compresión.

Un fenómeno similar se observó respecto al tamaño máximo de la arena el cual es constante con un tamaño de $\frac{3}{8}$ ", pues se seleccionó solo el material que cumpliera con estas, al respecto Kosmatka y Panarese (como se citó en Chan, Solís y Moreno, 2003) afirman que la granulometría y el tamaño máximo del agregado afectan las porciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, la economía y la durabilidad del concreto.

Cuando los agregados son muy gruesos pueden producir mezclas muy rígidas mientras que aquellos agregados que no poseen una gran deficiencia o exceso de algún tamaño y tienen una curva granulométrica suave, producirán resultados más satisfactorios en las propiedades del concreto fresco, que es el caso del resultado de nuestros especímenes.

Respecto al módulo de finura (MF) se evidencian hallazgos interesantes si se tienen en cuenta las consideraciones de Uribe (1991) quien determinó que el módulo de finura aceptable debe estar entre **2.2 y 3.1**, de acuerdo a los resultados la muestra patrón (3062) se encontraría por debajo de lo esperado con un módulo de finura de **2.02**, la muestra del viaje del carro la cual se pondrá en obra (3066) estaría sobre estos valores con un MF de **2,61**, la muestra hecha en el laboratorio (3070) estaría en el límite máximo esperado que es de 3.1 MF. Respecto a esta variable es interesante anotar que el módulo de finura no es el único determinante de la resistencia final, las condiciones desfavorables de finura que refiere el autor aplican claramente para casos como la muestra 3066 la cual obtuvo un buen resultado para la resistencia a la compresión.

Cuando el módulo de finura es menor a **2.2** puede ocurrir que los concretos sean pastosos y se requiera mayor consumo de cemento y agua para una resistencia determinada y mayor probabilidad de agrietamiento, aunque las dosificaciones estándar de la empresa utilizan la cantidad necesaria de cemento respetando la relación agua/cemento con un módulo de finura de 2.02 obtuvo buenos resultados en la resistencia a la compresión.

Al obtener estos resultados, como la empresa cuenta con una base de datos donde se almacenan los resultados de los ensayos de tiempo atrás, y para corroborar la conclusión que se analiza, se revisan los ensayos de módulo de finura de los materiales a los que no se les llevaba un control como el que se llevó durante esta prueba y en donde se registra que NO cumplieron con las resistencias esperadas y donde por parte de la empresa se debió responder con soluciones para el cliente afectado.

Se observó que estas obras tienen algo en común, las obras que cumplen los estándares para los módulos de finura muestran resistencias menores a las esperadas lo que puede indicar que el **MF no es un factor que determina** por sí solo la resistencia así como lo indica el autor cuando explica que algunas arenas pueden tener módulos de finura aceptables pero carecen de alguna clase granulométrica.

Otro hallazgo interesante respecto al módulo de finura se puede evidenciar desde lo que propone Gutiérrez (2003) quien divide los tipos de arena así:

- Las arenas finas que van de 0.5 a 1.5 mm
- Las arenas medias que van de 1.5 a 2.5 mm
- Las arenas gruesas que van de 2.5 a 3.5 mm

Constatando con lo investigado por Uribe el módulo de finura deseable correspondería al de las **arenas gruesas** que van de 2.5 a 3.5 mm. Lo anterior fue posible identificarlo en la presente investigación ya que a mayor grado de finura menor resistencia a la compresión como se observa en las obras donde no se cumplió con la resistencia y esperada, exceptuando los concretos que sí cumplieron y los de la prueba piloto que se ubican en la clasificación de arenas medias, pero con la dosificación de la cantidad de cemento para la cual fueron diseñadas arrojan las resistencias esperada.

Se analizó el tipo de material triturado en las muestras y estas presentaron una resistencia a la compresión superior a la esperada. De acuerdo a lo expresado por Chan, Solís y Moreno (2003) la textura superficial de los agregados es principalmente responsable de la adherencia, la roca triturada produce una adherencia superior.

2.10.2 Descripción de la dosificación

Las dosificaciones de los concretos se establecieron en la empresa con el fin de determinar las proporciones de agregados ya sea en peso o en volumen como se menciona en las normativas.

Esta dosificación se realizó con el fin de obtener mezclas que garanticen un concreto manejable, resistente y durable. La relación agua cemento (A/C) es la

proporción que más interviene en la resistencia del concreto así como la relación cemento agregados pétreos, como lo menciona Sánchez (2.001) el cemento varía entre el 7% y el 15% en la dosificación del concreto. Basándose en esto, la empresa meses atrás realizó unas optimizaciones pues se presentaban sobre diseño en el resultado en los tipos de concreto, así que diseño sobre estos parámetros, guardan la calidad y garantizando los resultados peor mejorando el factor económico siendo más competitivos.

El mejor método para determinar la dosificación de los agregados del concreto es la determinación del agregado por peso ya que si se determina esta dosificación por volumen existe la incertidumbre de no conocer cuánto volumen ocupa en realidad la arena la cual en su estado húmedo está sujeta a sufrir grandes cambios de volumen. Estos cambios de volumen en la arena hacen que la determinación por volumen en el momento de la dosificación no sea la más aconsejable. Para la dosificación de los concretos en análisis, se determinó la dosificación por volumen de 1m³ como se diseña en la planta.

2.10.3 Resistencia a la compresión y a la flexión

Respecto a la resistencia a la compresión las tres (3) muestras cumplieron con la resistencia que se debían dar según los diseños. Al respecto Aguilar et. Al (2009) afirma que: “La resistencia a la compresión se relaciona inversamente con la relación agua-cemento. Para un concreto plenamente compactado fabricado con agregados limpios y sanos, la resistencia y otras propiedades deseables del concreto, bajo condiciones de trabajo dadas, están gobernadas por la cantidad de agua de mezclado que se utiliza por unidad de cemento”. Se revisa la relación agua cemento y se logra constatar esta característica en las muestras realizadas, ya que todas dieron con la resistencia esperada.

La resistencia a la flexión en la muestra número (3) 3070 fue la mayor al igual que la resistencia a la compresión, seguida por la muestra (2) 3066, hay que destacar que estos dos diseños se realizaron con asentamiento de 6” y con un procedimiento mucho más dedicado y ceñido a las especificaciones de las normas. Presentando una resistencia a la compresión mayor a la resistencia proyectada y una resistencia a la flexión que aumenta con relación a la resistencia a la compresión. Podemos determinar que la resistencia a la flexión es directamente proporcional a la resistencia a la compresión

Teniendo en cuenta que los diseños de las mezclas tienen una resistencia de diseño a los 28 días de 3.000 PSI. Y que las muestras falladas dieron con la resistencia esperada, se puede decir que las variables que intervienen en la resistencia del concreto según los resultados de ensayos son las siguientes:

Las variables que intervienen en la resistencia del concreto se pueden evidenciar que:

- La **relación agua-cemento** determina una mayor resistencia tanto la compresión como a la flexión
- Otra variable que interviene en la resistencia es la **granulometría** de los materiales ya que a mayor finura menor resistencia a la compresión.

Aunque todos los concretos cumplieron las resistencias, el concreto con un tamaño nominal en el agregado fino menor fue el que menos resistencia presento, esto comprueba que la arena demasiado fina no es recomendable en la utilización de los concretos.

- Otra variable que intervino en la resistencia fue el **módulo de finura** del agregado fino, se puede determinar que los diseños con menor tamaño en el módulo de finura, necesitan una proporción de cemento mayor sin perder la relación agua/cemento.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES				
Mezcla	Módulo (MF)	Cemento Kg/m ³	F'c Obtenida (28 días) PSI	MR Obtenida (28 días) Kg/cm ²
3062 3071	2,02	266	3253	34,65
3066 3077	2,61	266	3432	34,8
3070 3082	3,1	266	3795	41,8

Tabla No 16 Resistencia con relación a la cantidad de cemento FUENTE: PROPIA

Se observa en la Tabla No 16 que aunque las muestras tienen la misma cantidad de cemento el módulo de finura del material es diferente, lo cual influye en las resistencias.

De esta forma, teniendo las resistencias de las tres muestras, se graficarán sus resistencias obteniendo los siguientes resultados:

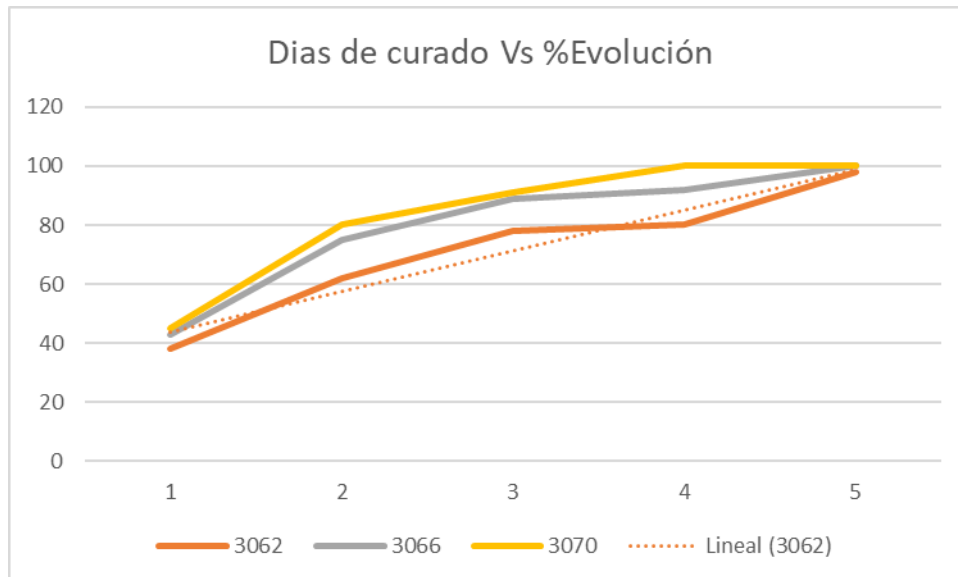


Figura 30 Dias de curado vs porcentaje de evolución Fuente: PROPIA

Con esta gráfica se deduce que la implementación de la prueba piloto ha sido un aspecto positivo para la empresa pues en los resultados se ve que, en las muestras donde para la producción de este concreto se siguió paso a paso un control de calidad han alcanzado la resistencia esperada mucho más temprano en comparación con la muestra patrón elaborada como se hace diariamente en la planta, lo cual le da la plena seguridad a la empresa que sí, se hace la implementación en todos los despachos que se hagan a los diferentes clientes, se disminuiría la posibilidad de que hayan concretos que no cumplan sus especificaciones si e en cuanto a proceso de producción dentro de la planta se trata lo que se vería reflejado en reducción de costos en este aspecto (Personal, transporte, productos de reparación, etc.)

MATRIZ DE RESULTADOS

	Tamaño del Agregado (Grava)	Modulo de Finura (Arena)	Textura del Material
Resistencia a la Compresión (F'c)	No se logra evidenciar una relación directa del tamaño de la grava con la resistencia a la compresión, todas las muestras cumplen con lo establecido para el tamaño de la grava	Las muestras que presentaron mayor grado de finura evidenciaron mayor resistencia a la compresión en comparación a la muestra patrón que presentó un menor grado de finura.	Para las muestras se utilizó material triturado, y estas presentaron una resistencia a la compresión por encima de lo esperado.
Resistencia a la Compresión (F'c)	No se logra identificar el impacto del tamaño de la grava sobre la resistencia la flexión del concreto ya que todos los especímenes cumplieron con los parámetros establecidos para el tamaño de la grava.	La resistencia a la compresión y a la flexión presentan una correlación lo que indica que existe coherencia con el valor del Módulo de finura	A partir de los resultados no es posible establecer una relación directa entre el textura del material y la resistencia a la flexión

Tabla No 17 Matriz de resultados FUENTE: PROPIA

MATRIZ DE RESULTADOS

	Relación A/C	Asentamiento
Resistencia a la Compresión (F'c)	Se logró evidenciar que las muestras de la prueba piloto presentaron mejor resistencia a la compresión que la prueba patrón aunque no difieren mucho debido a la buena relación que se guarda de agua/cemento en los diseños implementados.	En los ensayos se pudo evidenciar que las muestras donde se controló que se cumpliera con el asentamiento de 6" exacto fueron las que mayor resistencia a la compresión obtuvieron. La muestra patrón según el diseño de mezclas tienen un asentamiento de (6 ½") seis pulgadas y media, presentando un poco más baja resistencia a la compresión, considerándose así que para este caso no existe una relación directa entre resistencia a la compresión baja y asentamiento.
Resistencia a la Compresión (F'c)	Se logró evidenciar que los las muestras cumplieron con las resistencias a flexión y dieron valores muy parecidos ya que tienen la misma cantidad de cemento y agua en su diseño	No se obtienen datos que respalden que el asentamiento presente alguna influencia sobre la resistencia a la flexión

Tabla No 18 Matriz de resultados FUENTE: PROPIA

Para analizar mejor los resultados se realiza una división en tres niveles de los parámetros que intervienen en el proceso. Para el análisis, de cómo cada característica inciden en la calidad del hormigón, se procedió a agruparlos según tres niveles. Siendo el uno (1) más alto y el tres (3) más bajo y enlistando variantes como: Módulo granulométrico del agregado grueso (**MG. AG**), el cual se determinó a través de un juego estándar de tamices, el Módulo de fineza del agregado fino (**MF. AF**), determinado a través de un juego estándar de tamices, el porcentaje de humedad del agregado fino (**%H.AF**), el volumen de las muestras (**Vol.**), La relación Agua/Cemento (**A/C**), la edad de cada muestra (**Edad**) y los asentamientos (**Asentam**). Obteniendo el siguiente resultado:

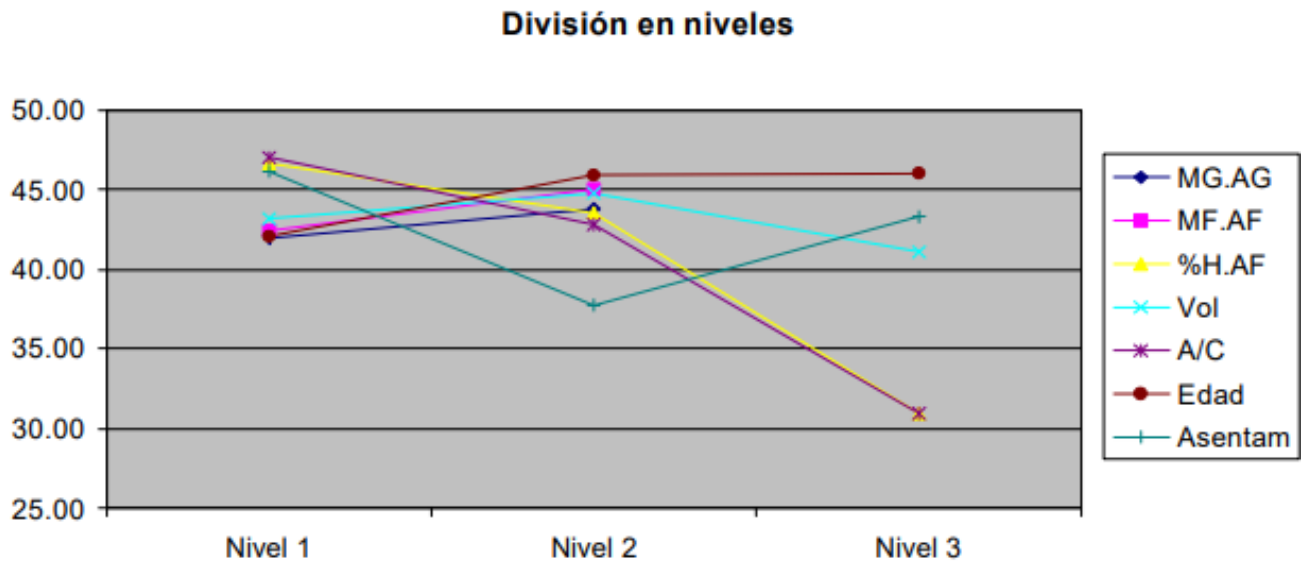




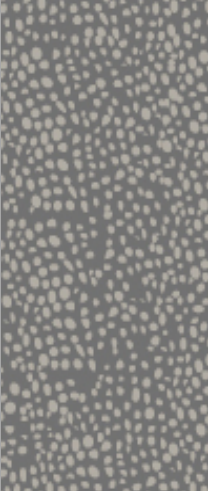
Figura 31 División en Niveles Fuente: PROPIA





De la división de los datos en niveles se puede decir que existe una pérdida de resistencia cuando el asentamiento está en el nivel intermedio (2). Para obtener valores de cercanos a valor del módulo granulométrico del agregado grueso (MG. AG.) debería encontrarse próximo al nivel 1 al igual que el Módulo de fineza del agregado fino (MF. AF.) , el porcentaje de humedad del agregado fino (% H.AF.) y la relación A/C. próximo al nivel 2.

Del análisis de las características más importantes que intervienen durante el proceso de elaboración y control del concreto, se detecta que la variable que mayor incidencia tiene en el mismo es el contenido de humedad del agregado fino.

2.10.4 Variables que intervienen en la producción del concreto

Una buena herramienta que deja como producto esta investigación es el resumen de las variables que afectan las resistencias en la producción del concreto para responder la pregunta de ¿Por qué la resistencia de los cilindros de concreto no alcanzan la especificación? O ¿No alcanzan la resistencia que esperamos?, y para no buscar sin tener clara la trazabilidad que se debe hacer para encontrar el origen de este problema. Se resumen el proceso en la siguiente tabla tomada del Ing. Diego Sánchez de Guzmán en su publicación Tecnología del concreto y del Mortero (Brandar Editores, 1996):

ITEM		CAUSA BÁSICA	CAUSA DE VARIACION	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	EFFECTO DE LA RESISTENCIA
MATERIALES					
1		CEMENTO	Tipo y composición	Con diferentes marcas	Considerable variación
2			Control en la fabricación	Una sola marca	Puede ser considerable
3			Edad y condición	Siempre es posible	Considerable Variación
4		AGUA	Presencia de sales	Poco frecuente	Generalmente pequeño
5			Relación agua/cemento	Depende del control	Gran efecto
6		AGREGADO FINO	Reactividad química	Comúnmente no ocurre	Puede ser considerable
7			Partículas variables	Poco frecuente	No generalizado
8			Propiedades no uniformes	Poco frecuente	No generalizado
9			Limpieza	Siempre es posible	Puede ser considerable
10			Forma de las partículas	Triturado y natural	No dentro de un mismo tipo
11			Gradación	Siempre se presenta	A través de la manejabilidad

ITEM		CAUSA BÁSICA	CAUSA DE VARIACION	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	EFFECTO DE LA RESISTENCIA
MATERIALES					
12		AGREGADO GRUESO	Reactividad química	Poco común	No apreciable
13			Partículas variables	Depende de la fuente	Generalmente pequeño
14			Propiedades no uniformes	Con material poroso	No generalizado
15			Limpieza	Siempre es posible	Puede ser considerable
16			Forma de las partículas	Triturado y natural	Puede ser considerable
17			Gradación	Siempre se presenta	A través de la manejabilidad
18			Tamaño Máximo	Con diferentes mezclas	A través de la manejabilidad
19		TEMPERATURA	Cemento	Cemento Caliente	No apreciable
20			Agua	Climas Extremos	No generalizado
21			Agregados	Climas Extremos	No generalizado
22		MEZCLA	Cambios en pasta-agregados	Variaciones deliberadas	A través de manejabilidad
DOSIFICACIÓN					
23		CEMENTO	Error en el pesaje	Infrecuente	No se puede considerar
24			Medida por volumen	No en planta central	Errores +/- 20%
25		AGUA	Adicionada directamente	Cuando es a criterio	No es medible
26			Contenido de arena	Muy común	Considerable
27			Arena abultada	No es planta central	Puede ser considerable
28			Con agregado grueso	Por periodo	Puede ser considerable

ITEM		CAUSA BÁSICA	CAUSA DE VARIACION	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	EFECTO DE LA RESISTENCIA
DOSIFICACIÓN					
29		AGREGADO FINO	Cambios, abultamiento	No en planta central	Errores +/- 20%
30		AGREGADO GRUESO	Cambios, Operación	Con control ilimitado	Generalmente pequeño
MEZCLADO					
31		TRANSPORTE	Orden de cargue	Depende del operador	Generalmente no importante
32			Primera mezcla	Sólo ocasionalmente	Puede ser considerable
33			Mezclar rápido	Con diferentes plantas	No generalizado
34			Sobrecargado	Infrecuente	No generalizado
35			Tiempo de mezclado	Frecuente	Variación puede exceder el 30%
ENSAYOS					
36		MANEJO Y MUESTREO DE LOS ESPECÍMENES	Segregación	Transporte y manejo	Planos de falla
37			Cambios en lo componentes	Cuando hay reemplado	Imposible de estimar
38			Muestreo	Diferentes sitios	Puede ser apreciable
39			Exudación	Mezclas con poca agua	Generalmente pequeño
40			Compactación manual	Mezclas secas	Considerable, excede el 50%
41		COMPACTACIÓN DE LOS ESPECÍMENES	Vibración	Sobre vibración	Segregación en los especímenes
42			Golpe	Manejo después del fraguado	Inducción de fisuras
43			Orientación de partículas	Planos de falla	Partículas planas -40%
44			Tamizado húmedo	Concreto masivo	Aumenta con el tamizado

ITEM		CAUSA BÁSICA	CAUSA DE VARIACION	POSIBILIDAD DE OCURRENCIA	EFFECTO DE LA RESISTENCIA
		ENSAYOS			
50		CURADO DE LOS ESPECÍMENES	Humedad de curado	No hay curado	Decrece considerablemente
51	Temperatura Inicial		Condiciones de congelamiento	Infrecuente	
52	Temperatura		Curado en invierno	Variación considerable	
53	Edad		Comparable a la misma edad	Incremento continuo	
54	Contenido de humedad		Con especímenes secos	40% de diferencia	
55	Tapas planas		Falla muy común	Concavidad 30% Convexo 50%	
56		DESENCOFRADO DE LO ESPECÍMENES	Material de refrentado	No apropiado	Puede ser apreciable
57			Ejes del espécimen	Problema técnico	Generalmente pequeño
58			Cojinete de carga	Dependiente del laboratorio	Puede ser considerable
59		MÁQUINAS DE ENSAYO	Centramiento	Dependiente del laboratorio	Puede ser apreciable
60			Velocidad de carga	Dependiente del laboratorio	Generalmente pequeño

Tabla No 19 Resumen variables que interfieren en la resistencia FUENTE: PROPIA

3.1 CONCLUSIONES

Para concluir, con respecto a las condiciones de almacenamiento de los materiales se deduce que los materiales que llegan a la planta están adecuadamente protegidos de los cambios climáticos, se recomienda en lo posible almacenarse en zonas cubiertas, así como aislarse totalmente de las superficies húmedas, evitando la contaminación en el caso de los agregados pétreos y el endurecimiento en el caso del cemento.

Respecto a las características de los materiales una variable que presentó una incidencia importante sobre la resistencia final del concreto fue la textura del material, se logró establecer que al utilizar material triturado las muestras mostraron una resistencia a la compresión mayor de lo esperado. Respecto al tamaño de los agregados no se observó en la presente investigación un hallazgo que impacte, salvo que para el caso del tamaño de la arena y de la grava, la teoría aplicó en las muestras donde se evidenció variabilidad. Respecto al módulo de finura no fue fácil establecer una relación directa ya que como lo indica la teoría el módulo de finura por sí sólo no determina la resistencia final, sin embargo se puede observar que cuando los módulos de finura se ubicaron sobre los valores esperados unos más altos que otros.

Se pudo concluir que los procesos de dosificación por peso a diferencia del volumen, están correctamente diseñados, pues los resultados de los ensayos y las resistencias son positivas ya que alcanzaron la especificación para la cual fue diseñada, La relación del peso y del volumen es importante ya que los materiales en su estado húmedo como es el caso de la arena al estar húmeda o saturada, su peso aumenta hasta en un 30% en algunos casos. Así como lo menciona la normativa si la dosificación se hace por peso se obtiene mejores resultados en la resistencia y una dosificación más precisa.

La realización de las muestras o especímenes para los ensayos de laboratorio son el mejor método para determinar la calidad del concreto preparado en obra, por eso se deben seguir minuciosamente los métodos recomendados en las normas como son las NSR. NTC y la ASTM, ya que de unas buenas muestras se puede determinar una buena calidad de un concreto.

En los diseños de las mezclas, aunque para todos se especificó una misma resistencia a la compresión de diseño estos resultados fueron muy variables, por lo que podemos decir que la implementación de la prueba piloto fue productiva para la planta pues mejoraron las resistencias alcanzadas para ese proyecto reduciendo las posibilidades de un inconveniente futuro en esta obra. Así como se pudo concluir que la resistencia a la flexión del concreto está altamente relacionada con la resistencia a la compresión, lo cual se evidencia que a mayor resistencia a la compresión mayor resistencia a la flexión.

Se pudo concluir que la relación agua/cemento nos determina el asentamiento del concreto o la manejabilidad de la mezcla. Cabe también mencionar que la resistencia a la flexión y compresión está relacionada con el tamaño del agregado y la relación del cemento con el agregado.

Finalmente de acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que los factores que influyen de manera significativa, en la calidad del concreto en el campo de la construcción son, el medio ambiente seguido de los métodos constructivos, calidad de los materiales, maquinaria y por último la mano de obra, teniendo también que para cada factor se puede determinar un sub-factor más importante, para el factor medio ambiente, el sub-factor temperatura es el que más afecta la calidad del concreto, seguido la supervisión técnica, teniendo en cuenta la experiencia específica de los trabajadores, así como el diseño de mezcla y el colocado del concreto. Por medio de la información obtenida se unificó la percepción de expertos de la planta, el director de calidad, y el supervisor técnico así como el jefe de laboratorio para identificar estos factores con el objetivo de establecer una guía para el control de calidad del concreto.

Se llega al acuerdo de utilizar la información recolectada y analizada en la presente investigación para controlar todos estos factores externos que afectan la calidad del concreto, para mejoras en la calidad y garantía de los productos de la empresa.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS

4.1 BIBLIOGRAFÍA

[1] Capítulo 10. TECNOLOGICA DEL CONCRETO Y EL MORTERO. Tomo 1. Diego Sánchez Guzmán

[2] Noticreto. Edición Número 64. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN OBRA.

[3] TECNOLOGIA Y DESARROLLO, Revista de ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Alfonso X El sabio, año 2012

[4] ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD Y DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN DE CALIDAD PARA LOS DEPARTAMENTOS DE ALMACENAJE, Torres García, Miriam

[5] Influencia de los Agregados Pétreos en las Características del Concreto. Red de Ingeniería Revista Académica, Chan, J. Solís, R. Moreno, I. (2003).

[6] Argos. Control de Calidad de concreto en Obra. (2012)

[7] Aguilar, O. Rodríguez, E. & Sermeño, M. (2009). Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio (tesis de pregrado).

[8] RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. Cali: Universidad del Cauca, 2010.

[9] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas técnicas colombianas para la construcción. NTC 2275 Bogotá: ICONTEC, 2013.

[10] PAGINA PRINCIPAL PREVESA.NET

Asociación Colombiana de Productores de Concreto. *Tecnología del concreto: materiales, propiedades y diseño de mezclas tomo 1*. Tercera edición 2010.

Sika. Sika informaciones técnicas: Curado del concreto.

Asociación Colombiana de Productores de Concreto. *Tecnología del concreto: materiales, propiedades y diseño de mezclas tomo 2*. Tercera edición 2011.

NTC, Norma Técnica Colombiana 92. “Determinación de la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregados”, Instituto Colombiano de Normas Técnicas Icontec, 1995.

NTC, Norma Técnica Colombiana 221. *“Método de ensayo para determinar la densidad del cemento hidráulico”*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, 1999.

NTC, Norma Técnica Colombiana 174. *“Especificaciones de los agregados para concreto”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2000.

NTC, Norma Técnica colombiana 127. *“Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2000.

NTC, Norma Técnica colombiana 77. *“Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2007.

NTC, Norma Técnica colombiana 237. *“Método para determinar la densidad y la absorción del agregado fino”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 1995.

NTC, Norma Técnica colombiana 3692. *“Método de ensayo para medir el número de rebote del concreto endurecido”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 1995.

NTC, Norma Técnica colombiana 3658. *“Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 1994.

NTC, Norma Técnica colombiana 127. *“Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en agregado fino para concreto”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2000.

NTC, Norma Técnica colombiana 176. *“Método de ensayo para determinar la densidad y absorción del agregado grueso”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2000.

NTC, Norma Técnica colombiana 3512. *“cuartos de mezclado, cámaras y cuartos húmedos y tanques para el almacenamiento de agua, empleados en los ensayos de cementos hidráulicos”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2009.

NTC, Norma Técnica colombiana 673. *“Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto”*, Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC 2010.

Departamento de calidad e innovación Prevesa S.A.S