



Pasantías en planta fabricante de hormigón

Jeisson Orlando Riaño León

Código 10481719064

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería civil y ambiental

Ciudad Bogotá, Colombia

Año 2022

Pasantías en planta fabricante de hormigón

Jeisson Orlando Riaño León

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Civil

Director (a): Carlos Martín Molina Gallego

Título (Investigador, Sp., MSc., PhD.y Carlos Martín Molina Gallego (a)

Línea de Investigación:

Nombrar la línea de investigación en la que se enmarca el trabajo de grado.

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería civil y ambiental

Ciudad Bogotá, Colombia

Año 2022

Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción	8
Objetivos.....	12
1. General.....	12
2. Específicos	12
Marco Conceptual.....	13
1. Cemento:.....	13
2. Agua.....	14
3. Aditivo	15
4. Agregados:.....	17
Metodología	18
• Proceso de Fabricación de Concreto Premezclado en Planta Sur – Bogotá.....	19
• Proceso de Toma de Muestra en Planta	19
Resultados.....	21
Conclusiones.....	35
Recomendaciones	36
Referencias.....	37
Anexo.....	38

Lista de Figuras

Figura 1 Ciudades con presencia -----	9
Figura 2 Portafolio de Polimix -----	10
Figura 3 Almacenamiento de cemento para la fabricación de concreto -----	13
Figura 4 Almacenamiento de agua para la fabricación de concreto-----	15
Figura 5 Almacenamiento de aditivo para fabricación de concreto -----	16
Figura 6 Agregados gruesos y finos para la fabricación de concreto -----	17
Figura 7 Proceso de Fabricación de Concreto Premezclado en Planta Sur - Bogotá -----	19
Figura 8 Proceso de Toma de Muestra en Planta -----	19
Figura 9 Proceso de Toma de Muestra en Obra -----	20
Figura 10 Resistencia arrojada 3 días -----	23
Figura 11 Resistencia arrojada a 7 días -----	24
Figura 12 Resistencia arrojada a 7 días -----	25
Figura 13 Remisión de Proveedor -----	26
Figura 14 Formato de Recepción de Materia Prima y Cubicaje -----	27
Figura 15 Formato de contenido de humedad en el material -----	28
Figura 16 Humedad total % - febrero 2022 -----	29
Figura 17 Software de fabricación de concreto-----	31
Figura 18 Ensayo de asentamiento en planta -----	32
Figura 19 Fabricación de cilindros en planta -----	32
Figura 20 Muestra de cilindro de concreto desencofrado -----	33
Figura 21 Piscina de curado de cilindro de concreto -----	33

Figura 22	Ensayo a compresión con cilindro de concreto a edad de fallo -----	34
Figura 23	Formato de rompimiento -----	34
Figura 24	Anexo B Software control de agua en los concretos -----	38
Figura 25	Anexo A. Planilla de ensayo de compresión -----	38

Lista de Tablas

<i>Tabla 1</i>	<i>Resultados Relación Agua - Cemento (A/C) a Concreto de 3000PSI _____</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2</i>	<i>Toma de humedades _____</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 3</i>	<i>Anexo C: Control Entrada de Materiales _____</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4</i>	<i>Anexo D: Comprobantes de Recepción _____</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5</i>	<i>Anexo D: Control Salida de Materiales _____</i>	<i>41</i>

Resumen

El presente trabajo tiene varios propósitos, uno de ellos es mostrar parte de la historia de la compañía Polimix Colombia, su actividad económica, portafolio entre otros datos relevantes.

De igual forma, documentar la labor de producción de concreto premezclado durante las prácticas profesionales, donde se analizó el control de calidad del concreto en planta y en obra por medio de toma de asentamientos y elaboración de cilindros, de la misma manera y con el apoyo del área de calidad se llevó un seguimiento a la relación agua cemento, observando cómo se afectaría la resistencia a edad madura (28 días) si las condiciones estandarizadas se modificaran y se verificó la calidad de las materias primas utilizadas para el mismo fin, proceso que se realizó con la toma de ensayos de laboratorio, tales como absorciones, humedad y densidad.

Es importante resaltar que los procedimientos efectuados se llevaron a cabo siguiendo una serie de protocolos de calidad y bajo la norma (NSR -10) (Sísmica, 2010), por lo anterior y culminando el presente trabajo se efectuó el análisis de resultados, donde se demostró que es indispensable realizar las muestras de los concretos despachados, dado que se pueden evitar reclamaciones de los clientes y así mismo controlar el producto que se comercializa y se pudo reconocer que llevar el control de los materiales recibidos es importante, ya que, si estos no son supervisados pueden alterar de manera significativa la calidad del concreto y para finalizar, se relacionó una serie de conclusiones que dan respuesta a los objetivos inicialmente planteados y algunos razonamientos adicionales.

Abstract

The present work has several purposes, one of them is to show part of the history of the company Polimix Colombia, its economic activity, portfolio among other relevant data. Similarly, documenting the work of production of ready-mix concrete during professional practices, where the quality control of concrete in plant and on site was analyzed by means of taking settlements and making cylinders, in the same way and with the support of the quality area, the cement water relationship was monitored, observing how the resistance at mature age (28 days) would be affected if the standardized conditions were modified and the quality of the raw materials used for the same purpose was verified, a process that was carried out with the taking of laboratory tests, such as absorptions, humidity and density.

It is important to highlight that the procedures carried out were carried out following a series of quality protocols and under the standard (NSR -10) (Seismic, 2010), or the above and culminating this work the analysis of results was carried out, where it was demonstrated that it is essential to make the samples of the concrete dispatched, since customer complaints can be avoided and also control the product that is. It was recognized that keeping track of the materials received is important, since, if these are not supervised, they can significantly alter the quality of the concrete and finally, a series of conclusions were related that respond to the objectives initially set and some additional reasoning.

Introducción

Polimix Concreto Colombia S.A.S. está presente en el mercado colombiano, desde el año 2009 como productora de concreto premezclado, filial de Polimix Brasil con presencia en Latino América desde 1976. Actualmente cuenta con tres (3) plantas de producción (Fig. 1), ubicadas estratégicamente para proveer y cubrir de manera eficiente la zona centro sur de la ciudad de Bogotá, y dos plantas ubicadas en el norte del país, una en Barranquilla y otra en Cartagena. Adicional, cuenta con capacidad de suministrar y garantizar la calidad de las mezclas de concreto bajo un estricto control de calidad de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas aplicables al sector y de construcciones sismo resistentes NSR-10, así mismo, los materiales empleados cumplen con los requerimientos de las normas técnicas colombianas. (Polimix, 2019)

Figura 1 *Ciudades con presencia*



Tomado de (Polimix, 2019)

Polimix Colombia cuenta con un portafolio amplio (Fig. 2), el cual está conformado por:

- Concretos convencionales: Son concretos utilizados para edificaciones estructurales y no estructurales, tales como columnas, placas, vigas, entre otros.
- Concretos para pisos industriales: Son empleados para la fabricación de pisos sometidos a las cargas como, los parqueaderos de tractocamiones y/o bodegas de vehículos pesados, transporte de alimentos o transporte público.
- Concreto pilotaje tremie: Concretos utilizados para excavaciones profundas tales como pilotes, caissons y zapatas profundas.
- Concreto industrializados: Son parte esencial en las construcciones de propiedad horizontal por su rápido secado y facilidad en la colocación del mismo.

- e. Concretos baja permeabilidad: Estos concretos se emplean para la construcción de tanques de almacenamiento de agua, cubiertas, sumideros, entre otros, dado que estos estarán en contacto con una humedad permanente.
- f. Concretos de pavimentos: El principal requisito necesario para este concreto es la resistencia a la tracción en la flexión y el desgaste superficial. Se trata de un concreto de fácil lanzamiento y ejecución, es aplicado en Pavimento de carreteras y urbanos, pisos industriales y patio de almacenamiento.

Figura 2 *Portafolio de Polimix*



Tomado de (Polimix, 2019)

Esto indica que Polimix Colombia ofrece a sus clientes calidad y buen servicio, sin mencionar los precios que, a pesar de ser un producto costoso, son asequibles y competitivos en el mercado.

Contextualizando más detalladamente la actividad económica de la compañía, se relacionará a continuación un poco de la historia de la misma y estudios actualizados que dan a conocer la importancia de la buena fabricación del producto.

La industria colombiana de cemento comenzó en el año de 1909 con la empresa llamada “cementos Samper”, que tan solo producía 10 toneladas de cemento portland por día , pero para la época, era bastante teniendo en cuenta que se utilizaba todavía la construcción de casas con bahareque y las estructuras en concreto no se tenía conocimiento, sin embargo a mediados de los años 1933 y 1934, la industria de la construcción creció exponencialmente, generando así una crecida en la producción de cemento portland a nivel nacional de 10 toneladas diarias pasaron a 150 toneladas diarias , impulsando a la aparición de más cementeras tales como “Cementos Diamante” y “Argos” . Ahora contamos con casi 16 fábricas productoras de cemento, ubicadas en más de 10 departamentos de Colombia. Gracias a ello la industria de la fabricación de concreto ha crecido gracias a que hay buen abastecimiento de la materia principal al momento de fabricar concreto premezclado.

Teniendo en cuenta lo anterior, las pasantías tienen como objetivo apoyar los procesos que se efectúan en la Zona Sur de la ciudad de Bogotá como líder de planta, buscando mejorar los métodos que se han implementado sin cambiar su propósito, y así mismo ser más efectivos y eficaces, generando en la compañía un mejor comportamiento y resultados. Adicionalmente, se pretende llevar un control de los procesos sistemáticos que se encuentran implementados, dado que es importante llevar un récord y conocer las falencias que se pueden estar presentando.

Por último es importante resaltar que el presente documento tiene un limitante ya que la compañía es privada, por lo que no permite que la información sea publicada abiertamente al público, por lo cuál, los datos relacionados están autorizados por la misma.

Objetivos

1. General

Realizar pasantías para apoyar la labor de producción de concreto premezclado, siguiendo lineamientos y cumplimiento la norma sismo resistente NRS-10 de calidad (NTC 550 y NTC 3318) con el fin de culminar el proceso de la carrera universitaria en un tiempo estimado de 6 meses.

2. Específicos

- Analizar por medio de toma de asentamiento y elaboración de cilindros de 6 pulgadas, el control de calidad del concreto en planta y en obra.

- Controlar la calidad de las materias primas para la fabricación del concreto premezclado, por medio de ensayos de laboratorio, tales como absorciones, humedad y densidad
- Llevar con el área de calidad, un control a la relación agua cemento, con el fin de observar cómo se afecta su resistencia a su edad madura (28 días), por medio del ensayo de compresión (NTC 396)

Marco Conceptual

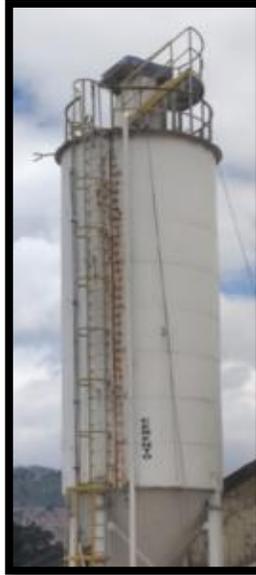
El concreto es una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados gruesos, finos y aditivos, que básicamente funciona como una roca moldeada a nuestro deseo o exigencia, pero ¿Qué es cemento, agua, agregados gruesos, finos y aditivos?

1. **Cemento:** El cemento es una piedra caliza que se vuelve polvo, gracias a sus características de rendimiento de gelificación y bajo costo, por otro lado, es el parte esencial en la fabricación del concreto ya que o aglomerante entre gravas, arenas, aditivos y agua de la mezcla. (vJianhua Hu, 2018)

El cemento es un material obtenido de la combinación de arcilla molida con un material calcáreo en polvo que, en contacto con el agua, se solidifica. Se utiliza

Figura 3 *Almacenamiento de cemento para la fabricación de concreto*

principalmente en la construcción por la fuerza que cubre como ligante y adherente. (Ucha, 2013)



Nota: Elaboración propia

2. **Agua:** Sustancia líquida sin color, olor ni sabor se encuentra en la naturaleza en forma de ríos, lagos y mares, ocupa 75% del planeta tierra y es parte esencial para la fabricación de concreto, está constituida de hidrógeno y oxígeno (H_2O).

El agua debe tener una apariencia limpia, libre de aceites, ácidos, sales, materiales orgánicos tóxicos y otras sustancias que puedan dañar el concreto. Si el agua contiene sustancias de color, olor, gusto o sabor inusual, no debe usarse a menos que haya un registro de la preparación del concreto o la información indique que no tiene efectos adversos para la calidad del concreto. El agua para la preparación del concreto puede obtenerse de fuentes naturales y, por lo tanto, puede contener elementos orgánicos indeseables o sales inorgánicas inaceptables. El agua superficial, en particular, a menudo contiene sólidos en suspensión como aceite, arcilla, sedimentos, hojas y otros restos de plantas y puede no ser adecuada

para su uso. utilizados sin tratamiento físico previo, como filtración o sedimentación, para eliminar dichos sólidos en suspensión. (ICONTEC, 2001)

Uno de los parámetros clave que influyen en la velocidad de corrosión es el valor del pH el cual es la acidez o alcalinidad de una sustancia. Esté puede generar enfermedades o patologías a edades tempranas, generando agrietamiento y descascaramiento de la capa de agregados finos, ocasionando daños graves al concreto. (Stojanović, 2019)

Figura 4 Almacenamiento de agua para la fabricación de concreto



Nota: Elaboración propia

3. **Aditivo:** Según ASTM C 125 define los aditivos como "materiales que no sean agua, agregados, cementos hidráulicos o fibras de refuerzo" que reaccionan químicamente con el agua para alterar las propiedades del concreto o mortero; y se utiliza por razones económicas en la producción. o ahorrar energía. (Gomero Cervantes, 2006)

Las mezclas con alta reducción de agua suelen tener una mayor tasa de pérdida de asentamientos. Cuando se utilizan aditivos altamente efectivos (convirtiendo asentamientos de 150 mm a 200 mm), los efectos pueden limitarse a un tiempo limitado, restaurando el revenimiento original en 30 a 60 minutos, dependiendo de los factores que normalmente afectan en la pérdida de asentamiento. (Económico, 2000)

Con los avances químicos, para la fabricación de concretos podemos encontrar aditivos a base de glucosa oxidasa, los cuales, gracias a su propiedad de reducir el agua en la mezcla, ayudando con una mayor resistencia y una mejor trabajabilidad.

(Chun, 2006)

Figura 5 Almacenamiento de aditivo para fabricación de concreto



Nota: Elaboración propia

4. Agregados: Los agregados (áridos) generalmente se dividen en dos categorías: finos y gruesos. El agregado fino puede ser arena natural o manufacturada con partículas de hasta 9,5 mm (3/8 pulgadas); Los agregados gruesos son partículas atrapadas en mallas que van desde 1,18 mm (malla #16) hasta 150 mm (6 pulgadas). El agregado grueso normal tiene un tamaño máximo de 3/4" o 1" (19 o 25 mm). (Steven H. Kosmatka, 2004)

El agregado grueso no deberá ser mayor de 1/5", 1/3" y 3/4", ya que entre más grande sea el agregado menor cantidad de agua a la mezcla de concreto, incrementando así la resistencia, pero con consecuencias de menor trabajabilidad y con tendencias al fisurado. (Huanca, 2006)

“Los agregados que afectan las propiedades del concreto son forma y textura, gradación, absorción, mineralogía, resistencia y módulo de elasticidad, tamaño máximo, gravedad específica, resistencia al ataque de sulfatos y dureza. A mayor contenido de vacíos el concreto requiere más pasta de cemento. Se ha encontrado que el requerimiento de pasta de cemento se reduce alrededor de 4% a 5% cuando se utiliza agregado cúbico en vez de agregado alargado y aplanado” (Maria Patricia León, 2010)

Figura 6 Agregados gruesos y finos para la fabricación de concreto



Nota: Elaboración propia

Metodología

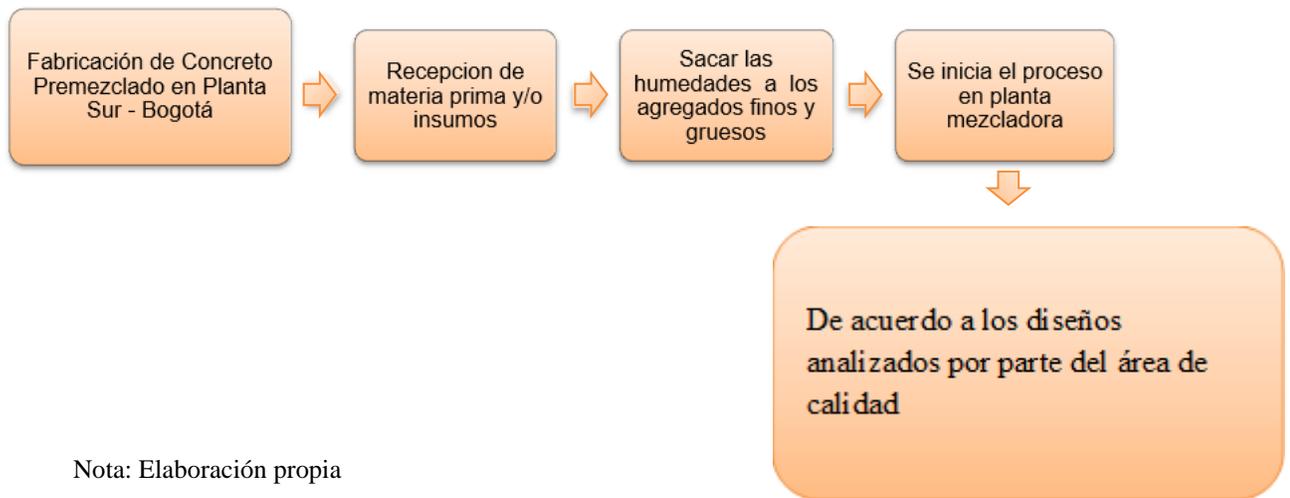
Por medio de las pasantías laborales, se llevará a cabo, un acompañamiento en el proceso de fabricación de concreto premezclado, para ello se seguirán parámetros y normas establecidas.

Dentro del proceso de fabricación de concreto premezclado siguiendo la norma NTC 3318 (ECONOMICO, 2000), que habla de producción de concreto dentro y fuera de obra, se debe tener en cuenta varios factores para una correcta elaboración de este, el cual debe estar acompañado y dirigido por un líder de unidad el cual es el encargado del funcionamiento y cumplimiento de tal fin.

- Proceso de Fabricación de Concreto Premezclado en Planta Sur – Bogotá.

Para realizar de manera correcta la fabricación del concreto premezclado es importante llevar a cabo la siguiente metodología:

Figura 7 Proceso de Fabricación de Concreto Premezclado en Planta Sur - Bogotá

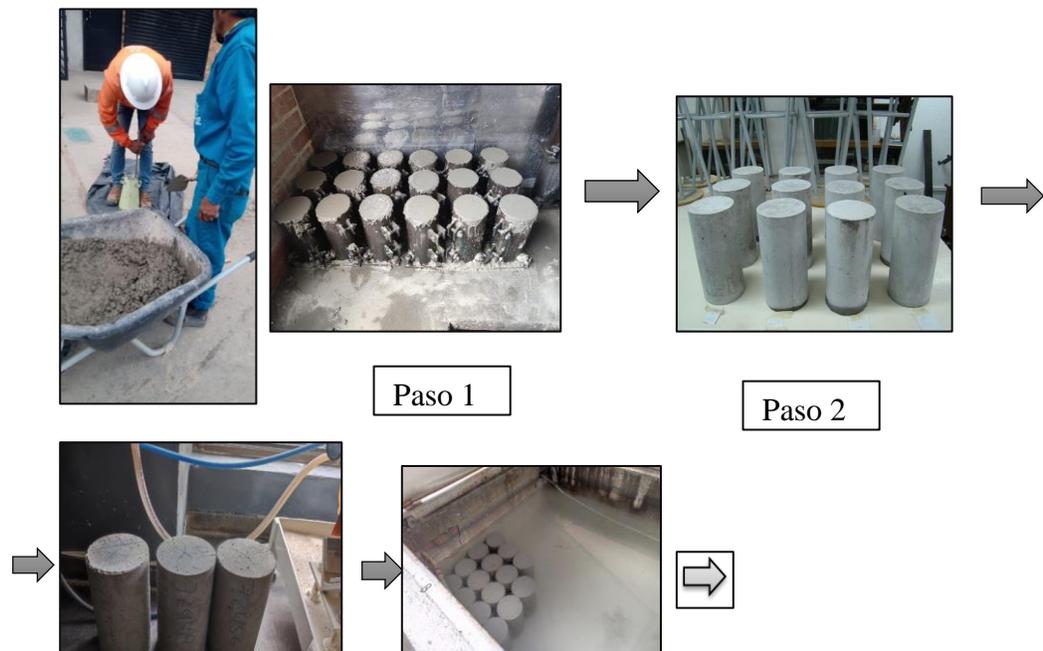


Nota: Elaboración propia

- Proceso de Toma de Muestra en Planta

Siguiendo el protocolo establecido por la compañía, y con el fin de identificar la calidad del concreto producido en planta, es indispensable ejecutar los siguientes pasos:

Figura 8 Proceso de Toma de Muestra en Planta





Nota: Elaboración propia

- Paso 1. Se toma una cantidad de hormigón en una carretilla y se hace la muestra con molde metálico
- Paso 2: Después de 18 horas se realiza el desencofrado de la muestra
- Paso 3: Se marca el cilindro con el día de fallo, por edad y con el número de remisión.
- Paso 4: Se sumergen en la piscina de curado
- Paso 5: Una vez se cumpla con la edad requerida se deben dejar secar, para luego llevarla a la máquina de fallo y establecer la calidad.

- Proceso de Toma de Muestra en Obra

Con el fin de evitar reclamaciones por parte del cliente, la compañía sugiere y establece realizar la toma de muestra del concreto una vez recibir el producto, por lo que es necesario que se lleve a cabo el siguiente proceso:

Figura 9 Proceso de Toma de Muestra en Obra



Nota: Elaboración propia

Paso 1. Llega el camión a obra y se toma una cantidad de hormigón en una carretilla para hacer control de asentamiento y muestra en un molde metálico

Paso 2: Después de 18 horas se realiza el desencofrado de la muestra

Paso 3: Se marca el cilindro con el día de fallo, por edad y con el número de remisión.

Paso 4: Se sumergen en la piscina de curado

Paso 5: Una vez se cumpla con la edad requerida se deben dejar secar, para luego llevarla a un laboratorio certificado para hacer el ensayo de compresión.

Resultados

De forma paralela a las pasantías laborales, se efectuó el seguimiento a la relación agua- cemento (A/C) a un concreto de 3000PSI, donde se buscó validar las variantes que se pueden presentar, y así mismo, confirmar si su resistencia cambiaba de manera exponencial y notable.

Inicialmente para entender la Tabla N°1 es necesario tener claro lo siguiente:

1. Bajo la norma NSR-10 (Sísmica, 2010), el porcentaje de resistencia ideal a 28 días es de 110%.
2. Para el caso de 3 a 7 días el código no especifica un porcentaje de resistencia, sin embargo, en los concretos producidos en la compañía Polimix Concreto se espera que a 3 días se cumpla un porcentaje de 75% y a 7 días un 85%.
3. Teniendo en cuenta los diseños creados para la fabricación de concreto por la compañía Polimix Concreto, el agua debe ser de 100%, ni mayor ni menor.

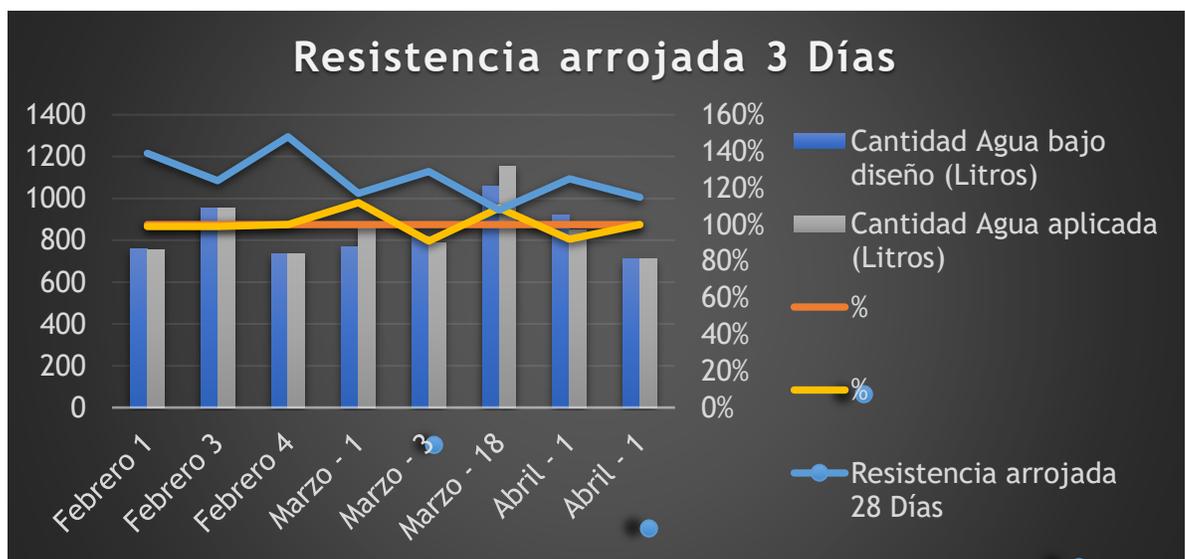
Tabla 1 Resultados Relación Agua - Cemento (A/C) a Concreto de 3000PSI

Resultados Relación Agua - Cemento (A/C) a Concreto de 3000PSI								
Fecha	Remisión	Cantidad Agua bajo diseño (Litros)	%	Cantidad Agua aplicada (Litros)	%	EDAD DE MUESTRA		
						Resistencia arrojada 3 Días	Resistencia arrojada 7 Días	Resistencia arrojada 28 Días
01/02/2022	71694	758	100%	754	99%	79%	106%	139%
03/02/2022	71720	955	100%	952	99%	80%	109%	124%
04/02/2022	71744	734	100%	733	100%	83%	113%	148%
01/03/2022	72161	771	100%	865	112%	68%	114%	117%
03/03/2022	72197	820	100%	786	91%	70%	101%	129%
18/03/2022	72502	1057	100%	1156	109%	70%	91%	108%
01/04/2022	72670	923	100%	850	91%	71%	86%	125%
01/04/2022	72675	710	100%	710	100%	75%	90%	115%

Nota: Elaboración propia

Análisis Tabla N.1: Teniendo en cuenta las especificaciones relacionadas anteriormente y los datos arrojados en la tabla N°1, se puede concluir lo siguiente:

Figura 10 Resistencia arrojada 3 días

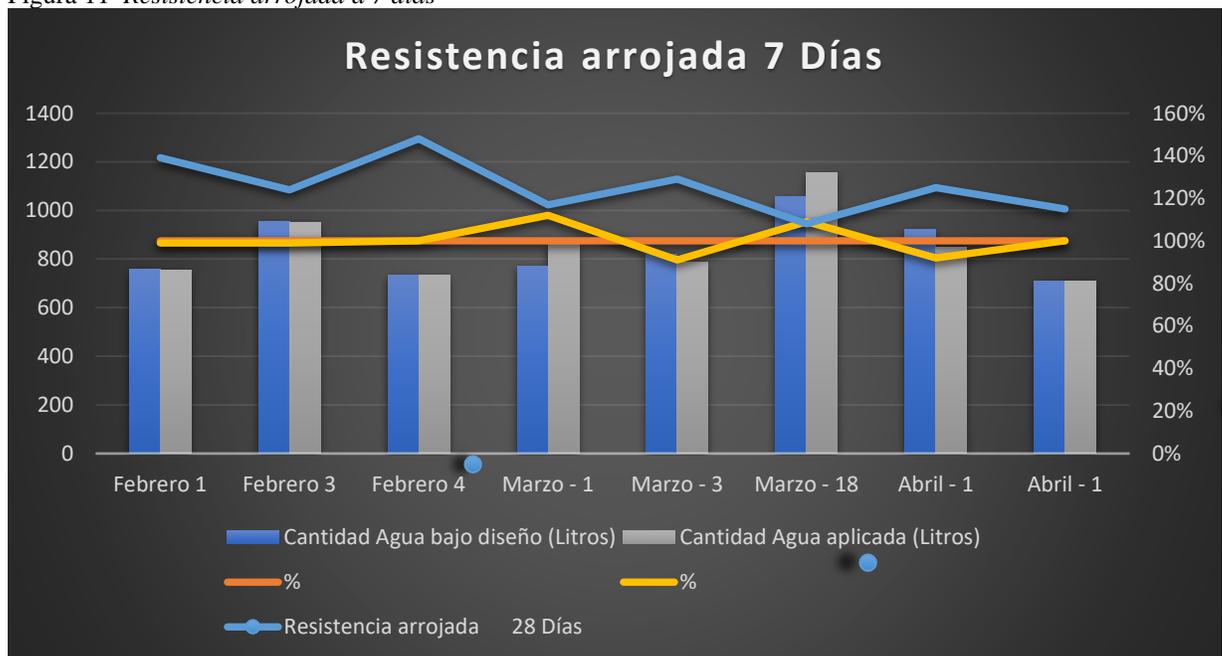


Nota: Elaboración propia

Las muestras de resistencia con edad de 3 días (Figura N.10) a las que se les disminuyo o aumento el agua; presentaron variación y ninguna cumplió con el porcentaje aceptado por Polimix Colombia el cual es de 75%, por lo que se puede deducir que, por los cambios presentados en la relación agua cemento, la resistencia se ve afectada directamente en la prueba de compresión.

Adicionalmente, la variación en la relación agua cemento puede generar una potencial modificación en su trabajabilidad y durabilidad, ya que, al momento del secado, el concreto puede generar cambios volumétricos.

Figura 11 Resistencia arrojada a 7 días

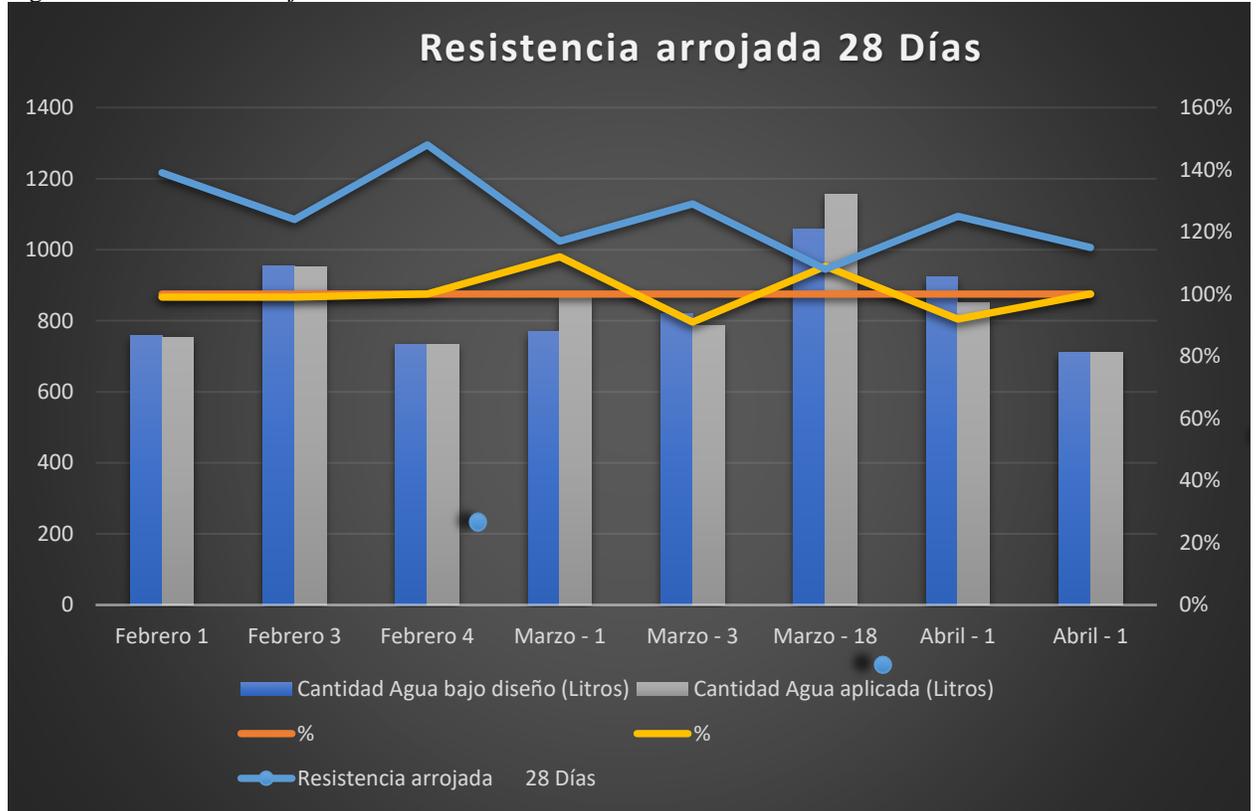


Nota: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la segunda muestra del mes de marzo y en la primera del mes de abril, el comportamiento de las muestras tomadas a 7 días es variable, ya que, a pesar de haberse aplicado el mismo porcentaje de agua, la resistencia obtenida fue de 101% y 86% respectivamente, esto permite concluir que se presentó una desviación del

3.6, lo que es muy alto, puesto que en Polimix Colombia la desviación debe ser inferior a 3.0.

Figura 12 Resistencia arrojada a 7 días



Nota: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos en las muestras tomadas a 28 días se pudo identificar que, aunque se aplique el agua indicada, factores como la calidad del material y las tomas de humedades son indispensables para producir un concreto de excelente calidad, ya que, en la tercera muestra del mes de febrero, se identificó que, aunque se aplicó el 100% del agua, la resistencia obtenida fue de 148%, lo que no cumple con la ley, la que indica que debe ser de 110%.

Por último, es importante realizar el proceso de manera estandarizada, con ello se evitan fallas en la calidad y se fideliza cliente, dado que se puede ofrecer un excelente servicio y producto.

La recepción de materia prima (Fig.14), para la fabricación de concreto hace parte del control diario que se realiza en planta, esto se hace con el fin de identificar la calidad y cantidad del material que ingresa, y así mismo, para llevar un inventario y evitar escases de este.

Este proceso se lleva a cabo bajo el formato de cubicaje (Fig.14), el cual está conformado por una serie de información la cual es esencial para evitar perdida volumétrica.

Figura 13 Remisión de Proveedor

AGREGADOS CARTRICOL S.A.S.
 CALLE 22 A # 83-81 Local 109 CC BALEARES PLAZA
 TELÉFONO :.702 7105. BOGOTA - COLOMBIA
 Nit: 901.289.504-1

REMISIÓN
 13139

Cargas y triturados de Colombia S.A.S.

SEÑOR (ES): Concretas Iremix	FECHA: 26/3/27	FACTURADO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
DESTINO: planta Sur	No. PLACA SK 426	FACTURA No.:
MATERIAL	Arenca de Peña	
M3 DESPACHADOS	37mts	
M3 RECIBIDOS		
OBSERVACIONES:	ENTREGADO POR: Camilo Tans NOMBRE: C.C.: 1023192114	RECIBIDO POR: NOMBRE Y SELLO: C.C.:

Nota: Elaboración propia

Figura 14 Formato de Recepción de Materia Prima y Cubicaje

POLIMIX		PLANILLA DE CUBICAJE DE AGREGADOS			TREMIX																		
PPE F03		Fecha de vigencia: 29/03/2016		Versión 01																			
Atención: Cubicar todos los camiones				Planta <input type="text" value="SW"/>																			
Material:	<input type="text" value="Piedra"/>	Proveedor:	<input type="text" value="CONCRE"/>																				
Fecha:	<input type="text" value="26/03/22"/>	Transportador:	<input type="text"/>																				
Placa:	<input type="text" value="5VK426"/>	No. Rec. Prov.:	<input type="text" value="13139"/>																				
			<table border="1"> <tr> <td>H1</td><td><input type="text" value="146"/></td> <td>H4</td><td><input type="text" value="120"/></td> <td>H7</td><td><input type="text" value="115"/></td> </tr> <tr> <td>H2</td><td><input type="text" value="149"/></td> <td>H5</td><td><input type="text" value="110"/></td> <td>H8</td><td><input type="text" value="110"/></td> </tr> <tr> <td>H3</td><td><input type="text" value="112"/></td> <td>H6</td><td><input type="text" value="113"/></td> <td>H9</td><td><input type="text" value="180"/></td> </tr> </table>			H1	<input type="text" value="146"/>	H4	<input type="text" value="120"/>	H7	<input type="text" value="115"/>	H2	<input type="text" value="149"/>	H5	<input type="text" value="110"/>	H8	<input type="text" value="110"/>	H3	<input type="text" value="112"/>	H6	<input type="text" value="113"/>	H9	<input type="text" value="180"/>
H1	<input type="text" value="146"/>	H4	<input type="text" value="120"/>	H7	<input type="text" value="115"/>																		
H2	<input type="text" value="149"/>	H5	<input type="text" value="110"/>	H8	<input type="text" value="110"/>																		
H3	<input type="text" value="112"/>	H6	<input type="text" value="113"/>	H9	<input type="text" value="180"/>																		
<p>Largo</p> <p>Ancho</p> <p>Hpp (H1+H2+H3+H4+H5+H6+H7+H8+H9)/9</p>			<p>P</p>																				
Largo	<input type="text" value="950"/>	Vol. Cajón	<input type="text" value="0.60"/>																				
Ancho	<input type="text" value="249"/>	Humedad	<input type="text" value="21"/>																				
Hpp	<input type="text" value="149"/>																						
<p>Volumen (Largo x Ancho x Hpp) - Volumen del cajón - descuento por humedad</p>																							
Peso enviado	<input type="text" value="52.17"/>	Ton	Volumen recibido	<input type="text" value="34.15"/>			m ³																
Peso Recibido	<input type="text" value="48.15"/>	Ton	Nombre quien realiza cubicaje				<input type="text" value=""/>																

Nota: Elaboración propia

Así las cosas y durante las pasantías, diariamente se recibían cinco (5) mulas de arena y seis (6) mulas de gravas, cada una pensando aproximadamente 24 m³, así mismo, se recibían tres (3) mulas de cemento, las cuales pesaban entre 32 y 33 toneladas cada una.

Teniendo la entrada de materia prima (agregados), se hace un control de humedad (Fig.12), la cual se hace tres veces al día o cuando se presentan cambios extremos del clima (Lluvias), esto con el fin de saber la cantidad de agua en el material.

Figura 15 Formato de contenido de humedad en el material

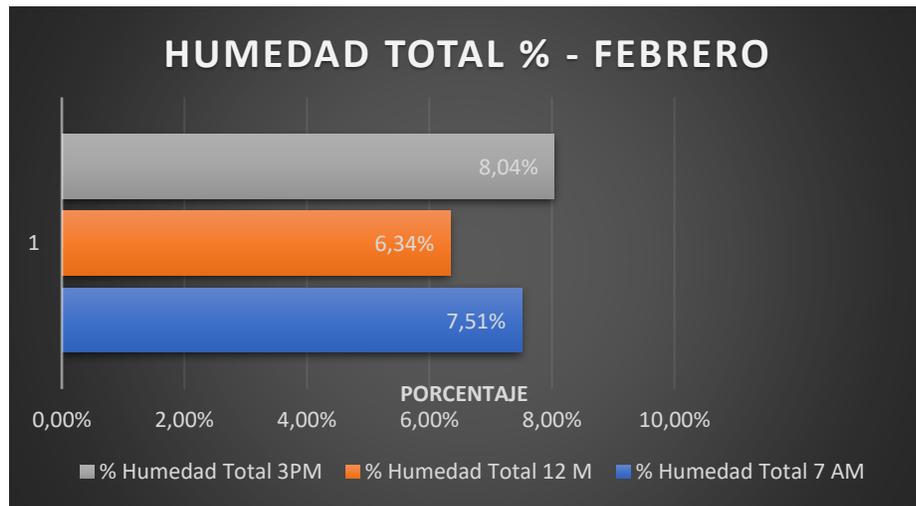
POLIMIX COLOMBIA		POLIMIX CONCRETO COLOMBIA S.A.S		CONTENIDO DE HUMEDAD 12520		PLANTAS			
FECHA: 03/03/22		RESPONSABLE: <i>Felipe Franco</i>		BARRANQUILLA	<input type="checkbox"/>	SUR	<input checked="" type="checkbox"/>	CARTAGENA	<input type="checkbox"/>
				OCCIDENTE	<input type="checkbox"/>	SOACHA	<input type="checkbox"/>		
HORA	TIPO DE AGREGADO	MASA MUESTRA HUMEDA (gr)	MASA MUESTRA SECA (gr)	% HUMEDAD TOTAL <small>Masa Humeda - Masa Seca * 100 Masa Seca</small>	% ABSORCION	% FINAL PLANTA HUMEDAD TOTAL - ABSORCIÓN			
6:00am.	Arena Rio	35 233	219	6,39%					
	Petra	32 221	206	7,28%					
	Grava 1"	66 417	410	1,30%					
	1/2"	79 410	400	2,50%					
12:30pm	Arena Rio	66 228	216	5,55%					
	Petra	35 244	229	6,55%					
	Grava 1"	71 425	420	1,19%					
	1/2"	37 436	426	2,34%					

Nota: Elaboración propia

En consecuencia, se tomó una (1) muestra de humedad por mes, en los horarios de 7:00 a.m. 12:00 m. y 3:00 p.m. de cada material (Tabla N.), donde se determinó que cuando se presenta variación en el clima es importante hallar la humedad, para evitar cambios en los asentamientos y pérdidas de material.

Diariamente se recibían materiales donde su extracción era de canteras diferentes por lo que estos llegaban con una humedad y al mezclarse con el ya existente, la misma cambiaba, tal como se puede evidenciar en la tabla N., en el mes de febrero de 2022, que a las 7 am se contaba con 7.51% de humedad y a las 12 m bajo a 6.34% sin embargo, al recepcionar material nuevo, este aumento 1.30 puntos de porcentaje, es decir a 8.04%

Figura 16 Humedad total % - febrero 2022



Nota: Elaboración propia

Por parte del estudiante se efectuó un seguimiento riguroso, donde no se admitió el ingreso de material en mal estado o por debajo de la cantidad señalada por el proveedor, esto permitió que el almacenamiento y calidad se controlara mejor y se evitó prácticas fraudulentas entre conductores externos (conductores de mulas) y empleados, adicionalmente se garantizó el uso y aplicación apropiada de la materia prima en el proceso de producción.

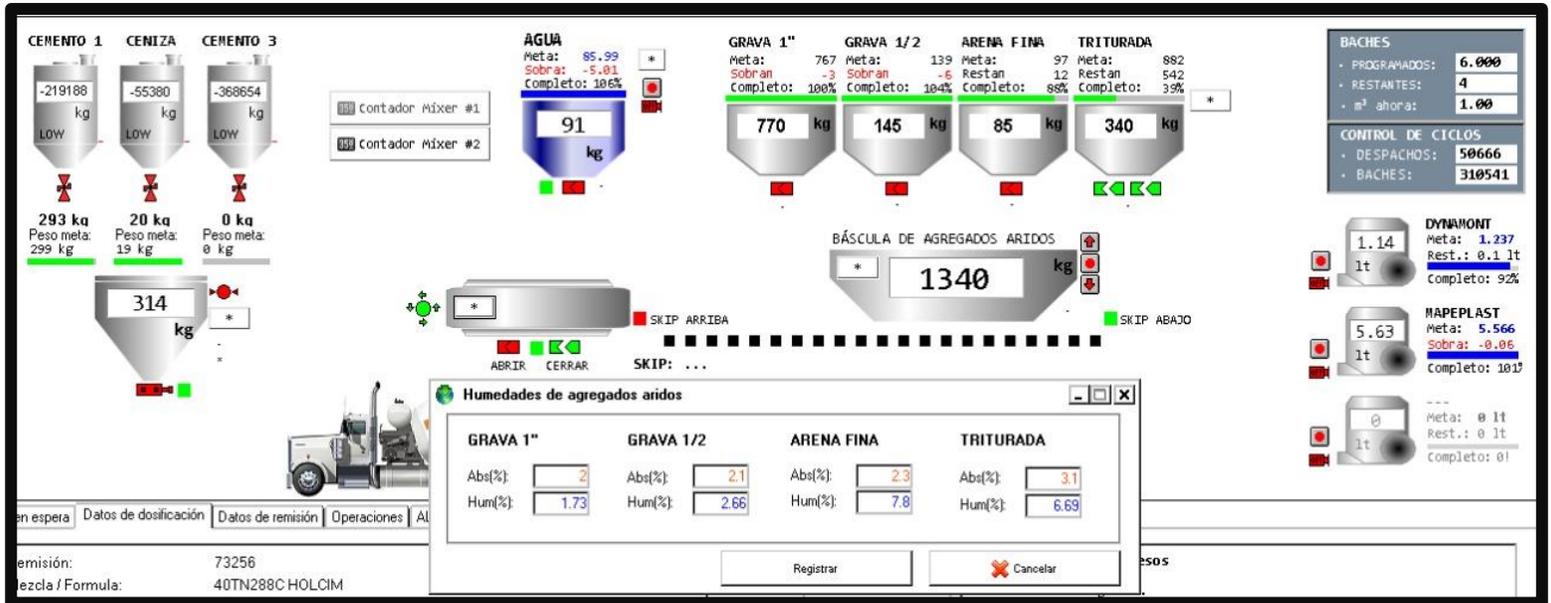
Tabla 2 Toma de humedades

MES																		
Tipo De Agregado	Febrero									Marzo								
	Masa Muestra Humedad			Masa Muestra Seca			% Humedad Total			Masa Muestra Humedad			Masa Muestra Seca			% Humedad Total		
	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM
Arena de Rio	229	218	215	213	205	199	7.51%	6.34%	8.04%	215	229	240	199	213	224	8.0%	7.5%	7.1%
Peña	238	227	230	224	216	215	6.25%	5.09%	6.97%	222	235	212	204	218	200	8.8%	7.8%	6.0%
Grava 1"	417	430	418	410	424	411	1.70%	1.41%	1.70%	424	419	443	416	411	430	1.9%	1.9%	3.0%
Grava 1/2"	420	425	420	409	418	406	2.68%	1.91%	3.44%	436	428	434	425	415	424	2.6%	3.1%	2.4%
MES																		
Tipo De Agregado	Abril									Mayo								
	Masa Muestra Humedad			Masa Muestra Seca			% Humedad Total			Masa Muestra Humedad			Masa Muestra Seca			% Humedad Total		
	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM	7 AM	12 M	3PM
Arena de Rio	236	241	244	219	221	227	7.8%	9.0%	7.5%	244	447	240	227	231	224	7.48%	6.92%	7.14%
Peña	212	235	247	189	207	235	12.2%	12.1%	5.1%	247	413	212	235	203	200	5.10%	4.92%	6.00%
Grava 1"	421	426	434	412	416	427	2.2%	2.4%	1.6%	434	420	443	427	411	430	1.63%	2.18%	3.02%
Grava 1/2"	412	416	427	404	407	420	2.7%	2.2%	1.7%	427	444	434	420	426	424	1.66%	4.22%	2.36%

Nota: Elaboración propia

Siguiendo con el proceso de una correcta fabricación de concreto, se debe llevar la información suministrada de humedades por parte del auxiliar de laboratorio, y adsorciones por parte del proveedor al despachador para alimentar al sistema (Fig.17), teniendo con anterioridad unos diseños enviados por el área de calidad.

Figura 17 Software de fabricación de concreto



Nota: Elaboración propia

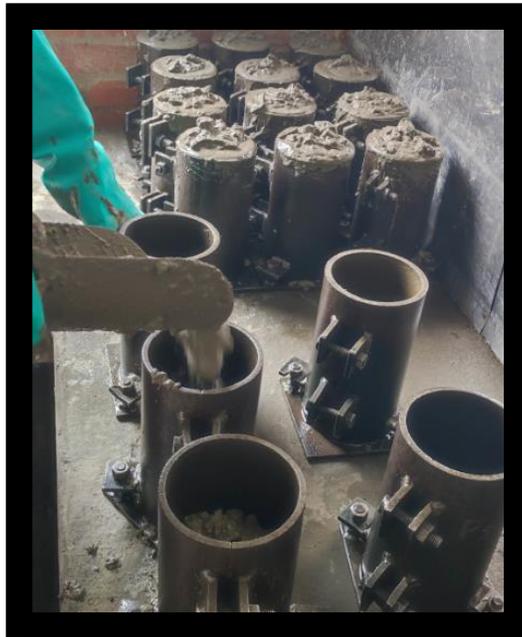
Para brindar un servicio de excelente calidad y garantizar el producto, los aspectos más importantes son: la toma de asentamiento (Fig.18) y la elaboración de cilindros (Fig.19)

Figura 18 *Ensayo de asentamiento en planta*



Nota: Elaboración propia

Figura 19 *Fabricación de cilindros en planta*



Nota: Elaboración propia

Así mismo, pasado el tiempo de endurecimiento, se hace el respectivo desencofre (Fig.20) y curado en piscinas (Fig.21), con el objetivo de que cumplan la edad para realizar el ensayo de compresión (Fig. 22).

Figura 20 *Muestra de cilindro de concreto desencofrado*



Nota: Elaboración propia

Figura 21 *Piscina de curado de cilindro de concreto*



Nota: Elaboración propia

Figura 22 Ensayo a compresión con cilindro de concreto a edad de fallo



Nota: Elaboración propia

Obtenida la información del ensayo a compresión, se diligencia un formato de rompiente (Fig.23) con la edad del cilindro, el tipo de ensayo y su respectivo valor en término de tolerancia a la compresión.

Figura 23 Formato de rompimiento

POLIMIX		LISTA DE ROMPIMIENTO				TREMIX	
COLUMBIA		PPE F07		Fecha de vigencia: 01/06/2017		Version: 02	
<p>Cilindros normalmente bien formados en ambos extremos. Runas o trazo de los cilindros de menor de 25 mm. (3 pulgadas)</p>		<p>Cilindros bien formados en un extremo. Runas verticales o trazo de los cilindros. Cilindros con defectos en el otro extremo.</p>		<p>Cilindros para ensayo de compresión. Cilindros bien formados.</p>		<p>Runas bien formadas en ambos extremos. Runas o trazo de los cilindros de menor de 25 mm. (3 pulgadas)</p>	
FECHA DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN							
EDAD 7d				EDAD 14d			
EMISIÓN	FECHA DE TOMA	EDAD DE ENSAYO	TPO DE ROMPIMIENTO	OBSERVACIÓN	RESULTADO	EDAD DE ENSAYO	TPO DE ROMPIMIENTO
72101	28/02	405	2:00	4	521 12:00	5	AC70
					527 12:02	4	AC70
					531 12:04	4	AC70
72107	28/02	126	2:02	5	187 12:06	4	
					186 12:08	4	
72108	28/02	127	2:04	4	158 12:10	4	
					169 12:20	4	
72142	28/02	272	2:06	4	375 12:22	4	AC70
					369 12:24	4	AC70
					370 12:26	4	AC70
72144	28/02	113	2:08	5	170 12:30	4	
					171 12:32	4	
72147	28/02	215	2:10	4	305 12:34	4	AC70
					301 12:36	4	AC70
					298 12:40	4	AC70
					429 3:52	4	

Nota: Elaboración propia

Conclusiones

1. En el análisis realizado a las 8 muestras de asentamiento de 6 pulgadas se concluye que, la calidad de concreto que se espera obtener está directamente relacionada con mantener los cargues controlados, con el fin de mitigar el margen de error al mínimo.
2. Respecto al control de calidad del material, se identifica que la calidad del material recibido debe ser óptimo para que la fabricación del concreto no presente alteraciones, ya que, de otro modo, se afecta directamente la resistencia del mismo y es posible que se contamine el material almacenado.
3. La problemática más común encontrada se presenta en la generación de cambios respecto a la relación agua – cemento, alterando directamente la contracción y retracción de alguno de los elementos, dando como resultado grietas en el mismo y en ese sentido no es posible que sea utilizado para fines estructurales.
4. La toma de muestras de concreto en cada cargue es de suma importancia para asegurar el control de calidad de este.
5. El inventario del concreto permite que se dé un óptimo cumplimiento ante la demanda de los clientes, mejorando así la atención al cliente interno y externo de la empresa POLIMIX.

Recomendaciones

- Visitar con más frecuencia las obras con el fin de generar una trazabilidad de muestras entre obra y planta y poder llevar un control del concreto vendido y su evolución, evitando reclamaciones por los clientes por concepto como resistencia, asentamientos y condiciones de entrega.
- Uno de los factores más influyentes en la industria de la fabricación de concreto es el tiempo, por lo que sugiero que la compañía Polimix invierta en el mejoramiento del software utilizado, con el fin de mejorar los tiempos tomados en la producción del concreto, así, podrían ofrecer un plus en su servicio.
- Realizar estudios más seguidos a los contenidos de cloruro y sulfato y al agua que se utiliza en planta para la fabricación de concretos ya que esto puede afectar directamente a la resistencia del concreto, generando costos innecesarios.
- Brindar capacitación a los colaboradores con mayor periodicidad, que ayude a mejorar sus habilidades, actitudes y aptitudes laborales, ejerciendo de manera correcta su labor tanto internamente como externamente.

Referencias

- B, H. (Noviembre de 1998). *scielo.conicyt.cl*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=9191525&pid=S0718-5073201000020000300009&lng=es
- Chun, B.-W. D. (2006). The Development of Cement and Concrete Additive Based on Xyloic Acid Derived Via Bioconversion of Xylose ‡. *Humana Press Inc. All rights of any nature whatsoever reserved.*
- Económico, M. d. (2000). *ADITIVOS QUÍMICOS PARA CONCRETO NTC 1299*. SANTAFÉ DE BOGOTÁ: ICONTEC.
- ECONOMICO, M. D. (2000). *PRODUCCIÓN DE CONCRETO*. SANTAFÉ DE BOGOTÁ : ICONTEC.
- Huanca, S. (Marzo de 2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano:
https://www.academia.edu/6006304/Universidad_Nacional_del_Altiplano_Dise%C3%B1o_de_Mezclas_de_Concreto
- ICONTEC. (2001). *AGUA PARA LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO NTC 3459*. Santa fe de Bogotá: ICONTEC.
- ICONTEC, I. C. (1995). *INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA NTC 93*. SANTAFÉ DE BOGOTÁ: ICONTEC.
- Maria Patricia León, F. R. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista ingeniería de construcción*.
- Polimix. (2019). *Polimix*. Obtenido de https://polimix.com.co/polimix_colombia/
- Steven H. Kosmatka, B. K. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. EE.UU.: Portland Cement Association.
- Stojanović, G., Radovanović, M., Krstić, D. I., & Dragaš, J. (2019). Determination of pH in powdered concrete samples or in suspension. *Applied Sciences (Switzerland)*.
- Ucha, F. (Marzo de 2013). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/cemento.php>
- vJianhua Hu, 1. Q. (2018). Strength Characteristics and the Reaction Mechanism of Stone Powder Cement Tailings Backfill. *Hindawi*, 13.

Anexo

- **Software control de agua en los concretos (Fig.24):** Método esencial para controlar el agua utilizada en cada cargue de concreto, evitando que la resistencia del concreto se altere.

Figura 24 Anexo B Software control de agua en los concretos

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R										
Mejor Mezcla	Mixer	N Comprob de Entrega	Volumen (m3)	Diseño	(kg/m ²)	Asent.	Agua Objetivo	Agua Cargada	Agua de Ajuste	Autorizada	Obra	% Real	Cemento + MK Objetivo	Cemento + MK Cargado	Cemento + MK Ajuste	Proveedor Cemento											
N	420	71819	5.00	30BN146C	210	6	818	608	210	0	0	74	0	0	0												
N	378	71820	4.00	30BN288C	210	6	651	488	163	163	0	100	0	0	0												
N	408	71821	7.75	30CN284C	210	4	1.260	929	331	414	0	107	0	0	0												
N	407	71822	4.25	30CN284C	210	4	691	508	183	183	0	100	0	0	0												
N	409	71823	4.75	30TN289C	210	8	676	484	192	195	0	100	0	0	0												
N	376	71824	5.25	30TN288C	210	8	747	537	210	485	0	137	0	0	0												
N	139	71825	7.75	30CN284C	210	4	1.260	932	328	328	0	100	0	0	0												
N	387	71826	4.25	30CN284C	210	4	691	505	186	0	0	73	0	0	0												
N	378	71827	7.00	30BN288C	210	6	1.148	857	292	295	0	99	0	0	0												
N	420	71828	5.00	45BN288F	315	6	831	614	217	201	0	98	0	0	0												
N	408	71829	5.00	40BN288C	280	6	826	621	205	183	0	95	0	0	0												
N	407	71830	7.75	30CN284C	210	4	1.272	948	324	324	0	100	0	0	0												
N	387	71832	4.25	30CN288F	210	8	633	458	175	0	0	72	0	0	0												
N	420	71833	4.75	30BN288C	210	6	725	523	202	0	0	72	0	0	0												
N	378	71834	4.25	30CN288F	210	8	647	463	184	184	0	100	0	0	0												
N	408	71835	3.50	30BN288C	210	6	535	387	148	0	0	72	0	0	0												
N	407	71836	4.25	30CU287C	210	7	572	410	162	0	0	72	0	0	0												
													0	0													
																	Argos										
																	Actualizar										
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

Nota: Elaboración propia

- **Planilla de ensayo de compresión:** Consolidado diario de ensayos a compresion (figura 25) de muestras tomadas en planta, para llevar registro y control por parte del area de calidad.

Figura 25 Anexo A. Planilla de ensayo de compresión

PRODUCCIÓN FEBRERO		N. de Muestras	Volumen Cilindros	Planta	Lider	PRECIOS MES DE ENERO			
ISO	#DOW#	DPC	#DOW#	#DOW#	IC	Materia	Unid	PRECIO	Unid
Transposta	#DOW#	DPC	240.0			Cemento	1.357.000.00	Ton	HOLCIM
Referencia	25.0		198.0			Ad		Ton	ACIO
f analizado			Media	219.0		Area1	0.65.795.06	m ²	INPRECO-SERVIVASREGADCO
			ED por fck	29.70		Area2	0.47435.22	m ²	CARTICOL
			% menor fck	0%		Grava 10"	0.54.238.63	m ³	ALBANIAATSATS
			Cantidad	7		Grava 1"	0.52.585.50	m ³	ALBANIA
						AcFmte	0.183.67	m ³	BRICEBAPT
Fecha	N Comp	EN TI	Cuent	Qm (t)	Qm (m)	Qm (m)	Qm (m)	Qm (m)	Qm (m)
09/02/2022	7884		PROYECTO ACEROLAS I.A.S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09/02/2022	7884		DISEÑO GESTION Y DESARROLLO DE PROYECTO MULTIVO II	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota:

Elaboración propia

- **Comprobantes de Recepción:** Registro en Excel (Tabla 4), el cual lleva un control de los precios unitarios de cada proveedor.

Tabla 4 Anexo D: Comprobantes de Recepción

Dia	Material	Proveedor	Rem Prov.	Cantidad (ton)	Cantidad (ton)	Placa	Flete	Precio/t	densidad (t/m3)	Precio/m3	Cantidad (m3)	total \$
2	GRAVA 1/2	ALBANIA	96,755	36.5	36.12	SPV 808	MINCIVIL	\$57,000	1.45	\$82,650	24.91	\$2,058,840
2	ARENA RIO	COMERCIALIZADORA	1,883	44.1	40.63	XVP 249	MINCIVIL	\$65,000	1.5	\$97,500	27.09	\$2,640,950
2	ARENA RIO	COMERCIALIZADORA	2,124	43.5	41.28	SZU 301	MINCIVIL	\$65,000	1.5	\$97,500	27.52	\$2,683,200
2	ARENA RIO	COMERCIALIZADORA	1,397	45	43.51	TAV 422	MINCIVIL	\$65,000	1.5	\$97,500	29.01	\$2,828,150
2	GRAVA 1	ALBANIA	96,719	37.34	36.8	VEH 087	MINCIVIL	\$55,200	1.45	\$80,040	25.38	\$2,031,360
2	GRAVA 1	ALBANIA	96,671	37.01	36.67	SVD 456	MINCIVIL	\$55,200	1.45	\$80,040	25.29	\$2,024,184
2	GRAVA 1	ALBANIA	96,771	37.01	36.72	SVD 456	MINCIVIL	\$55,200	1.45	\$80,040	25.32	\$2,026,944

- **Control Salida de Materiales:** Base de datos en Excel (Tabla 5), la cual es alimentada con las cantidades de materia prima utilizada para la producción de concreto del día.

Tabla 5 Anexo D: Control Salida de Materiales

Salida de Materiales

Día	Producción (m3)	Alion	Cemex	Holcim	Ceniza	Gravala 1	Gravala 1/2	Arenario	Arenapena	H2O	Daracem 19	Daracem 52	Mira 345	Mapetard 180 SD	Dynamond SX CO	Mapeplast N28	ACP M
01																	
02	83.50	23.79			1.66	61.83	18.90	67.49	7.63	-39.00					67.00	445.00	114.00
03	156.50	47.92			1.96	125.86	35.64	115.03	11.15	-19.00					14.68	869.00	183.00

