

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Análisis comparativo del concreto $f'c=210$ kg/cm² mediante el uso de la sacarosa para el aumento de la resistencia producido con cemento IP en la ciudad de Juliaca

Por:

Nilda Yurema Apaza Pinto

Asesor:

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari

Juliaca, diciembre de 2019

DECLARACION JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Juana Beatriz Aquise Pari, de la Facultad de Ingeniería y arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión. DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONCRETO DE $f'c=210$ KG/CM² MEDIANTE EL USO DE LA SACAROSA PARA EL AUMENTO DE LA RESISTENCIA PRODUCIDO CON CEMENTO IP EN LA CIUDAD DE JULIACA" constituye la memoria que presentan la estudiante Nilda Yurema Apaza Pinto, para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Civil, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 04 días del mes de diciembre del año 2019



Asesora:
Ing. Juana Beatriz Aquise Pari

Análisis comparativo del concreto de $f'c=210$ kg/cm² mediante el uso de la sacarosa para el aumento de la resistencia producido con cemento IP en la ciudad de Juliaca

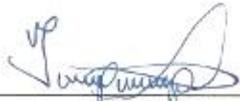
TRABAJO DE INVESTIGACION

Presentada para optar el grado de bachiller en ingeniería civil

JURADO CALIFICADOR



Ing. Herson Duperly Pari Cusi
Presidente



Ing. José Pacori Pacori
Secretario



Ing. Percy Armando Cota Mayorga
Vocal



Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari
Asesora

Juliaca, 04 de diciembre de 2019

Análisis comparativo del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante el uso de la sacarosa para el aumento de la resistencia producido con cemento IP en la ciudad de Juliaca

Nilda Yurema Apaza Pinto ^{a 1}

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, E.P. Ingeniería Civil, 211100, Perú

Resumen

El objetivo del presente artículo es, determinar la influencia de la sacarosa con diferentes porcentajes para el aumento de la resistencia del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el cemento IP en la ciudad de Juliaca, determinar la dosificación de la sacarosa y conocer los efectos que causa el uso de la sacarosa en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Lo cual servirá como una nueva alternativa para el diseño del concreto con un porcentaje de sacarosa lo cual aumentará la resistencia con respecto al concreto patrón, por otro lado, se conlleva beneficios económicos porque el aditivo químico tiene un elevado precio, por lo cual se plantea esta solución el uso de la sacarosa, se puede encontrar en los minimarket y/o tiendas comerciales. Para este trabajo se realizó la investigación con diferentes porcentajes que son de 0.03%, 0.075% y 0.15% de sacarosa, teniendo en cuenta los antecedentes encontrados. La metodología consiste en aumentar la resistencia del concreto donde se ha propuesto la resistencia a compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, donde se realizó el ensayo a los 7 y 14 días, se utilizó el cemento tipo IP por lo que es más utilizado en la ciudad de Juliaca, donde la sacarosa tiene mejor consistencia y se mostró en los resultados obtenidos que la resistencia si aumenta en función al concreto patrón, se llega a la conclusión que la resistencia a los 7 y 14 días si aumenta el concreto patrón, utilizando el 0.075% de sacarosa.

Palabras clave: Concreto; cemento IP; sacarosa.

Abstract

The objective of this article is, to determine the influence of sucrose with different percentages for increasing the strength of concrete of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ using IP cement in the city of Juliaca, determine the dosage of sucrose and Know the effects caused by the use of sucrose in concrete $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. Which will serve as a new alternative for the design of concrete with a percentage of sucrose which will increase the resistance with respect to the standard concrete, On the other hand, it brings economic benefits because the chemical additive has a high price, so this solution is proposed using sucrose, it can be found in minimarket and / or commercial stores. For this work the investigation was carried out with different percentages that are 0.03%, 0.075% and 0.15% sucrose, taking into account the background found. The methodology consists in increasing the strength of the concrete where the compressive strength of $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ has been proposed, where the test was carried out at 7 and 14 days, the IP type cement was used so it is more used in the city of Juliaca, where sucrose has better consistency and it was shown in the results obtained that the resistance if it increases depending on the standard concrete, it is concluded that the resistance at 7 and 14 days if the standard concrete increases , using 0.075% sucrose.

Keywords: Concrete; IP cement; saccharose.

¹ Autor de correspondencia Tel.: +051-950790817
E-mail: nildayurema@gmail.com

Introducción

El concreto es uno de los materiales de mayor uso e importante en la construcción de estructuras, uno de los componentes actuales es la aplicación de los aditivos químicos en la tecnología llamados acelerante de fraguado y de resistencias. Los aditivos son productos o sustancias químicas, agregados en pequeña proporción en pastas, morteros y concretos en el momento de su fabricación, mejoran o modifican una o varias de sus propiedades, donde la sacarosa está catalogada como retardador por excelencia de esta manera aumenta la resistencia, en algunos casos permite que el fraguado se acelere y en otros casos retarde, de esta manera puede reemplazar cierta parte de un aditivo químico por un porcentaje de sacarosa lo cual conlleva a un beneficio económico y en particular lo podemos encontrar en un minimarket. Por lo cual se propuso determinar la influencia de la sacarosa en la resistencia del concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando el cemento IP. Álvarez (2017), afirma: “En cualquier tipo de construcción la cantidad de 0.03% de azúcar blanca como aditivo, es la que mejor desempeño da por su aumento de resistencia y un aumento de 3 horas aproximadamente en el fraguado final de la mezcla de concreto”. Por otro lado, Vergara, Cenzano y Cerruto (2006), “las resistencias alcanzadas fueron mayores a la obtenida con la muestra tipo (con 0% de adición) con un porcentaje de 0.15% a las cinco distintas edades se evidencia que las resistencias obtenidas son menores a la obtenida con la muestra tipo. El crecimiento de las resistencias también tiene un límite: 0.15%, a partir del cual, la resistencia más bien baja respecto a las muestras patrón, usar concentraciones mayores de azúcar podría producir desastres en las resistencias mecánicas”.

El objetivo principal de este trabajo es, determinar la influencia de la sacarosa con diferentes porcentajes en la resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ además, determinar la dosificación para diferentes porcentajes de sacarosa por otro lado también analizar los efectos que causa el uso de la sacarosa en los diferentes porcentajes.

Álvarez Guillen, J (2007): En cualquier tipo de construcción la cantidad de 0.03% de azúcar blanca como aditivo, es la que mejor desempeño da por su aumento de resistencia y un aumento de 3 horas aproximadamente en el fraguado final de la mezcla de concreto.

Bustillos Matias, C & Cahahuanca Aquino, J. (2008): La dosis de 0.35% de azúcar con respecto al cemento, usada como aditivo en el concreto, retarda el tiempo de fragua por un aproximado de 4 horas, permitiendo tener un tiempo suficiente para una buena colocación en el momento de vaciado de techo aligerados en climas cálidos.

Cotrina Salvatierra.J(2005): Sacarosa con un 0.10% y 0.40% la dosis del tiempo de fraguado del 0.40% es de un 29% más que un concreto normal.

Maldonado Vergara, Y & Cerruto Anibarro, F. (2002):se realizaron con tres porcentajes que son 0.01%, 0.07% y 0.15%. Los crecimientos de las resistencias tienen un límite 0.15% a partir del cual la resistencia más bien baja con respecto a las muestras patrón.

2. Método

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Concreto

Es una mezcla de los componentes: agregados y pasta, compuesta de cemento portland y agua, una los agregados normalmente arena y grava (piedra triturada piedra chancada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento y agua. Otros cementantes (cementicios, cementosos) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta. (Kosmatka Steven H.)

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener proporciones fijadas, especialmente la resistencia. (Abanto C.)

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

2.1.2 Resistencia a compresión

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia al aplicar carga axial de especímenes de concreto, alcanzando la máxima a una edad de 28 días. Se pueden usar otras edades para las pruebas; pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75 % de la resistencia de diseño y las resistencias a los 56 y 90 días son aproximadamente 10 % y 15 % mayores que la resistencia a los 28 días. La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo f'_c y la resistencia a compresión real del concreto f'_c debe excederla. La resistencia a compresión que el concreto logra f'_c , es función de la relación agua-cemento (o relación agua-materiales cementantes), en cuanto la hidratación ha progresado, del curado, de las condiciones ambientales y de la edad del concreto.

Los especímenes de ensayo deben ser mantenidos húmedos por cualquier método conveniente durante el período previo al ensayo. Deben ser ensayados en condición húmeda. Todos los especímenes de ensayo para una edad determinada deben romperse dentro de las tolerancias de tiempo admisibles (tabla 1).

Tabla 1

Edad de ensayo y tolerancia admisible

Edad de ensayo	Tolerancia admisible
24 horas	+/- 0.5 horas o 2.1%
3 días	2 horas o 2.8%
7 días	6 horas o 3.6%
28 días	20 horas o 3.0%
90 días	2 días o 2.2%

Fuente: Norma ASTM C-39.

2.1.3 Aditivos

Material que se incorpora al cemento en cantidades limitadas durante la fabricación, ya sea como “Aditivo de proceso” para ayudar en la fabricación o manipulación del cemento o como un “aditivo funcional para modificar las propiedades del producto final.

Steven H. Kosmatka dice que los aditivos “son aquellos ingredientes del concreto que, además del cemento portland, del agua y de los agregados, se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado”, lo clasifica en:

- ❖ Aditivos incorporadores de aire
- ❖ Aditivos reductores de agua
- ❖ Plastificantes
- ❖ Aditivos aceleradores
- ❖ Aditivos retardadores
- ❖ Aditivos de control de la hidratación

2.1.3.1 Aditivos retardadores

Se usan para retrasar el fraguado del concreto, también es utilizado para disminuir la pérdida de revenimiento, los retardadores a veces se utilizan para:

1. Compensar el efecto acelerador de la temperatura sobre el fraguado del concreto.
2. Retardar el fraguado inicial del concreto o de la lechada cuando ocurren condiciones de colocación difíciles o poco usuales, tales como el colocado del concreto en pilares o cimentaciones de gran tamaño. La cimentación de pozos de petróleo o el bombeo de concreto o lechadas a grandes distancias.
3. Retrasar el fraguado para la ejecución de técnicas de acabado especiales, tales como superficies con

agregados expuestos a la reducción del agua obtenida con el aditivo retardador. (Steven H. Kosmatka).

Azúcar rubia

Es menos oscuro que la azúcar morena y con un mayor porcentaje de sacarosa. El azúcar rubio incluye 3,5 % de melaza y 93,5 % de sacarosa, por esto es más claro que la azúcar morena.

Azúcar blanca

También denominado azúcar común, el azúcar sulfitado corresponde al nombre obtenido por los procesos químicos de decoloración con azufre. El azúcar refinado no tiene vitaminas, minerales útiles, enzimas, microelementos, fibra, proteínas grasas y ningún beneficio en la alimentación humana. Con un nivel del 99,5 % de sacarosa.

Materiales y métodos.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Provincia de San Román, en el campus de la Universidad Peruana Unión FJ

3.1 Materiales

- ❖ Cemento NTP 334.090
- ❖ Agregado grueso y fino
- ❖ Agua
- ❖ Sacarosa

3.2 Métodos

Se planteó un procedimiento experimental cuyas variables principales a estudiar fueron la resistencia y la dosificación de la sacarosa con diferentes porcentajes, por otro lado, se realizaron ensayos necesarios de los agregados para el diseño de mezcla procedentes de la cantera Unocolla. Asimismo, se empleó el cemento Rumi de tipo IP.

El diseño se realizó combinando diferentes proporciones de agregado fino, grueso, cemento y sacarosa se diseñó para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

De los ensayos de caracterización realizados en laboratorio se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla 2
Datos obtenidos de los ensayos realizados

Descripción	A. fino	A. grueso	cemento
TMN		3/4"	
P.U.C	1717.	1675	
P.E	2.6	2.4	2.85
%ABS.	2.46	0.896	
%W	2.17	0.695	
M.F	2.96	6.9	

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.3 Diseño según las consideraciones del comité 211 del ACI

3.3.1 Selección de la resistencia promedio

Como no contamos con registro de resultados de ensayos que nos posibilite el cálculo de desviación estándar, entonces la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la tabla 4.

Tabla 3
Resistencia a la compresión promedio

$f'c$ (Kg/cm ²)	$f'cr$ (Kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c+70$
210 a 350	$f'c+84$
sobre 350	$f'c+98$

Nota: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas"

El f'_{cr} requerido es de 210kg/cm², sin embargo utilizando la tabla 4 es : $f'_{cr}=210+84$ kg/cm².

3.3.2 Selección del tamaño Máximo Nominal del Agregado

Tamaño Máximo Nominal:3/4''

3.3.3 Selección de volumen unitario del agua de diseño

Tabla 4

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, lt/m ³ , para el Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso y consistencia indicados								Condición TMN
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6	
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113	concreto sin
3" a 4"	228	216	205	195	181	169	145	124	aire
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...	incorporado
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	17	concreto con
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119	aire
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...	incorporado

Nota: Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas".

En la siguiente tabla 4 se determina el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4".

Para un diseño el agua seleccionada es de 205 litros por metro cúbico.

3.3.4 Selección del contenido de aire

Tabla 5

Contenido de aire atrapado

contenido de aire atrapado	
Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 "	3.00%
1/2 "	2.50%
3/4 "	2.00%
1 "	1.50%
1 1/2 "	1.00%
2 "	0.50%
3 "	0.30%
6 "	0.20%

Nota: Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas".

El contenido de aire atrapado para un agregado de TMN de 3/4" es de 2.0%.

3.3.5 Selección de la relación agua-cemento

Tabla 6

Contenido de aire atrapado

f'_{cr}	Relación agua- cemento de diseño de peso	
	C° sin aire incorporado	C° con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	---
450	0.38	---

Nota: Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas".

Entrando en la tabla 6, para una resistencia promedio correspondiente a 294 kg/cm² en un concreto sin aire incorporado, se encuentra una relación agua-cemento de 0.56.

3.3.6 Factor cemento

$$\text{Factor cemento} = 200/0.56 = 358.17 \text{ kg/m}^3 = 8.4 \text{ bolsas/m}^3$$

3.3.7 Contenido de agregado grueso

Tabla 7
Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño Máximo Nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza.			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.6
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.76	0.74	0.72	0.7
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.81	0.79	0.77	0.75
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Fuente: Enrique Rivva López "Diseño de Mezclas".

En la tabla 8, con el módulo de fineza del agregado fino de 2.96 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 3/4", se encuentra un valor de 0.61 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen del concreto. Peso del agregado grueso = 0.61 x 1670 = 1022.83 kg/m³.

Cálculo de volúmenes absolutos

$$\text{Cemento: } 358.17/2.85 \times 100 = 0.126 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } 200/1 \times 100 = 0.200 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso: } 1022.26/2.4 \times 100 = 0.426 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino: } 2.00/100 = 0.20 \text{ m}^3$$

Cantidad de materiales por m³ en peso

$$\text{Cemento: } 358.17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua: } 205 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso: } 1022.26 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino: } 593.81 \text{ kg/m}^3$$

Corrección por humedad

Peso húmedo del:

$$\text{Agregado grueso: } 606.69 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino: } 1029.36 \text{ kg/m}^3$$

Cantidad de materiales corregidos por m³ de concreto

$$\text{Cemento: } 358.17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva: } 208.78 \text{ Lt/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso: } 1029.36 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino: } 606.69 \text{ kg/m}^3$$

Proporciones en peso de los materiales corregidos

$$\text{Cemento: } 1$$

$$\text{Agua efectiva: } 0.58$$

$$\text{Agregado grueso: } 2.87$$

Agregado fino: 1.69

Cantidad de materiales corregidos por bolsa

Cemento: 42.5 kg/Bol

Agua efectiva: 24.77 Lt/Bol

Agregado grueso: 122.14 kg/Bol

Agregado fino: 71.99 kg/Bol

Tabla 8
Dosificación con sacarosa

Descripción	Proporciones	0.03%	0.075%	0.15%	unidad
cemento	2				kg
agregado grueso	5.7				kg.
agregado fino	3.4				kg.
agua	1.2				Lt.
sacarosa		0.6	1.5	3	gr.

Nota: Fuente, elaboración propia.

3.4 Procedimientos de los ensayos

Los ensayos se desarrollaron conforme a los procedimientos establecidos en la normativa, como se detalla a continuación:

- ❖ Contenido de humedad (NTP 400.016)
- ❖ Granulometría (NTP 400.012)
- ❖ Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017)
- ❖ Peso específico y absorción (NTP 400.022)

Una vez teniendo el diseño de mezcla se pasa a realizar las briquetas para lo cual la cantidad de sacarosa se utiliza con respecto a la cantidad del cemento con respecto al diseño de mezcla la proporción utilizada para la cantidad de briquetas propuestas.

4. Resultados y Discusión

Tabla 9
Resultado a compresión a los 7 días

EDAD = 7 DÍAS		
Porcentaje de sacarosa	RESISTENCIA PROMEDIO	
	F´C=210 kg/cm2	% DE RESISTENCIA
0.03%	126.11	60.05
0.075%	141.22	67.25
0.15%	15.93	7.58

Nota: Fuente, elaboración propia.

Tabla 10
Resultado a compresión a los 14 días

EDAD = 14 DÍAS		
Porcentaje de sacarosa	RESISTENCIA PROMEDIO	
	F´C=210 kg/cm2	% DE RESISTENCIA
0.03%	158.60	75.52
0.075%	185.11	88.15
0.15%	31.67	15.08

Nota: Elaboración propia.

Conclusión

La dosificación se realizó con el diseño de mezcla que es ACI 211, para una resistencia a la compresión de 210kg/cm². Así mismo, cabe mencionar que en la presente investigación la sacarosa se ha utilizado en función a la cantidad de cemento.

Se ha trabajado con diferentes porcentajes de sacarosa como: 0.03%, 0.075% y 0.15%; en el diseño de mezcla la cantidad de cemento obtenido es de 2kg para el cual la sacarosa utilizada es de: 0.6gr, 1.5gr. y 3gr.

Se concluye que al incorporar la sacarosa en un porcentaje de 0.075%, presenta una mejor resistencia a los 7 y 14 días obteniéndose una resistencia de 141.22kg/cm² y 185.11kg/cm², que equivale a un 67.25% y 88.15% respectivamente.

Al adicionar la sacarosa en el concreto $f'c=210$ kg/cm², el tiempo de fraguado es mayor que un concreto convencional, por lo tanto, la sacarosa es un retardante de fragua.

El curado de este tipo de concreto que es con un incremento de sacarosa, se realiza con cemento el cual está al alcance en la obra.

Recomendaciones

Se le recomienda tener en cuenta el tipo de agregado que se va utilizar.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda utilizar la sacarosa en un 0.075%, con respecto a la cantidad de cemento.

El curado de este tipo de concreto con el aumento de la sacarosa, no se realiza con agua, en este caso si lo hiciera el concreto empezará a deteriorarse de acuerdo a los días que transcurren.

Este tipo de concretos es recomendable utilizar en zonas cálidas.

Se recomienda, realizar posteriores investigaciones con diferentes porcentajes de sacarosa y evaluar las propiedades del concreto tales como: trabajabilidad y tiempo de fraguado.

Referencias

- RAMÍREZ JUÁREZ, Jenniffer Roxanna. Determinación de sacarosa invertida por efecto de recirculación de jugo clarificado de caña de azúcar, en un evaporador de placas de película descendente. Trabajo de graduación de Inga. Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 73 p.
- Abanto Castillo, F. (1994). Tecnología del concreto. Lima-Perú: San Marcos.
- KOSMATKA, Steven H. et al. Diseño y control de mezclas de concreto. EE. UU: Portland Cement Association, 2004. 456 p.
- Rivva López, E. (2007). Diseño de Mezclas (Segunda Edición ed., Vol. Segunda Edición). Lima.
- Rivva López, E. (2010). Materiales para el Concreto (2da Edición ed.). Lima: ICG.
- Quiroz Bazán, R. D. (2005). Evaluación Energética Y Económica de La Central Térmica A Carbón Ilo21. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.