

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSTGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200
EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c: 210 \text{ Kg/cm}^2$**

Para optar el Grado académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por

Bachiller: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

Asesor

Msc. Ing JOSÉ MARCHENA ARAUJO

Cajamarca– Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 by
IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA DE POSTGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

TESIS APROBADA

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200
EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A
COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS f'_c : 210 Kg/cm²**

Para optar el Grado académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Bachiller: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

JURADO EVALUADOR

MSc. José Luis Marchena Araujo

Asesor

Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Jurado Evaluador

MSc. Yvonne Katherine Fernández León

Jurado Evaluador

MSc. Manuel Lincoln Minchán Pajares

Jurado Evaluador

Cajamarca- Perú
2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU

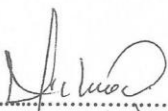


PROGRAMA DE MESTRÍA EN CIENCIAS
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Siendo las 11:15 horas del día martes 28 de mayo de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO** y, **M.Cs. YVONNE KATHERINE FERNÁNDEZ LEÓN**, **M.Cs. MANUEL LINCOLN MINCHÁN PAJARES**, y en calidad de Asesor el **M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS f'c: 210 Kg/cm²**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...~~APROBADA~~...con la calificación de DIECISIETE EXCELENTE.....la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Civil IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, con Mención en **INGENIERÍA CIVIL**.

Siendo las 12:20 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Asesor


.....
Dr. Miguel Angel Mosqueira Moreno
Jurado Evaluador


.....
M.Cs. Yvonne Katherine Fernández León
Jurado Evaluador


.....
M.Cs. Manuel Lincoln Minchán Pajares
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mis padres Judith y Wilfredo,
quiénes me enseñaron desde
pequeño luchar para alcanzar mis
metas. Mi triunfo es por ustedes,
¡Los amo!

A mis preciosos hijos Marianita y Mathias
para quiénes ningún sacrificio es suficiente,
que con su luz han iluminado mi vida y
hace mi camino más claro.

Irving Roybert

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo Poderoso quién me dio la fortaleza física y espiritual necesaria para cumplir mi objetivo.

A la Universidad Nacional de Cajamarca que asumió el reto de mi formación, y con ella a todos y cada uno de mis maestros, en especial a aquellos que por sus cualidades integrales me ayudaron a culminar mis estudios de postgrado.

Finalmente, a mis padres y a todos ustedes MIL GRACIAS de todo corazón, que Dios los bendiga porque han sido una bendición en mi vida.

Irving Roybert

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	4
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4. LIMITACIONES.....	6
1.5. OBJETIVOS.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN O MARCO REFERENCIAL.....	7
2.2. MARCO DOCTRINAL.....	9
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	45
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	48
CAPÍTULO III.....	50
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	50
3.1. HIPÓTESIS:.....	50
3.2. VARIABLES/CATEGÓRICAS.....	50
3.3. OPERACIONALIZACIÓN/CATEGORIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA HIPÓTESIS.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
MARCO METODOLÓGICO.....	51
4.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	51
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
4.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	51

4.4. POBLACIÓN, MUESTRA, UNIDAD DE ANÁLISIS Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN.....	51
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	52
4.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	52
4.7. EQUIPOS, MATERIALES, INSUMOS, ETC.	52
4.8. MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA	53
CAPITULO V.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
5.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	55
5.2. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	58
5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	61
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXO.....	73
ANEXO ESTADÍSTICO	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formas de Obtención de Concreto Reciclado	16
Tabla 2 : Usos recomendados del concreto reciclado	24
Tabla 3: Porcentaje de variación de los compuestos del cemento (Norma ASTM C 150)	26
Tabla 4: Calor de hidratación para cada tipo de cemento portland (NTP 334.064)	27
Tabla 5: Características físico-mecánicas del cemento Pacasmayo tipo I (Alvares Barrantes M. A., 2007).....	28
Tabla 6: Características químicas del cemento Pacasmayo tipo I (Alvares Barrantes M. A., 2007).....	28
Tabla 7: Granulometría del agregado fino (NTP 400.037).....	29
Tabla 8: Requisitos granulométricos del agregado grueso (NTP 400.037).....	32
Tabla 9: Fórmulas para el cálculo del peso específico aparente	33
Tabla 10: Fórmula para el cálculo del peso unitario seco compactado y suelto	34
Tabla 11: Fórmula para el cálculo del contenido de Humedad.....	34
Tabla 12: Fórmulas para el cálculo de la absorción de los agregados	35
Tabla 13: Fórmula para el cálculo de la resistencia a la abrasión	36
Tabla 14: Valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas en el agua para la elaboración del concreto (valores en partes por millón). (Características de los materiales 2003).....	37
Tabla 15: Fórmula del Método de Combinación de Agregados.....	39
Tabla 16: Fórmula del Porcentaje de Agregado Grueso	39
Tabla 17: Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra. (NTE.E.060, 2009)	39
Tabla 18: Consistencia y asentamientos. (Laura Huanca S, 2008)	40
Tabla 19: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregado. (ACI 211 y ACI 318)	41
Tabla 20: Relación agua / cemento por resistencia (Rivva López E, 2010).....	41
Tabla 21: Módulo de finura de la combinación de agregados (Rivva López, 2010).....	42
Tabla 22: Resumen de resultados de los ensayos a la compresión de los especímenes de concreto.....	59

Tabla 23: Resumen de resultados de los ensayos a la compresión de los especímenes de concreto.....	60
Tabla 24: Resumen Total de la incorporación de Aire Mix 200 en el concreto reciclado.	60
Tabla 25: Variación de la resistencia máxima a la compresión a los 14 y 28 días en comparación con la muestra patrón.....	61
Tabla 26: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto de la mezcla patrón a los 14 días de edad.	83
Tabla 27: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto de la mezcla patrón a los 28 días de edad.....	84
Tabla 28: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	85
Tabla 29: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	86
Tabla 30: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	87
Tabla 31: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando del un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.	87
Tabla 32: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	88
Tabla 33: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	89
Tabla 34: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	90
Tabla 35: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	90
Tabla 36: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	91

Tabla 37: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	92
Tabla 38: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	93
Tabla 39: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	93
Tabla 40: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	94
Tabla 41: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	95
Tabla 42: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	96
Tabla 43: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	96
Tabla 44: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	97
Tabla 45: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	98
Tabla 46: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	99
Tabla 47: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	99
Tabla 48: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.	100

Tabla 49: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.	101
Tabla 50: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.	102
Tabla 51: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.	102
Tabla 52: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.	103
Tabla 53: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.	104
Tabla 54: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad	105
Tabla 55: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	105
Tabla 56: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.....	106
Tabla 57: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.....	107
Tabla 58: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.....	108
Tabla 59: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.....	108
Tabla 59: Resultados totales del aire incorporado en el concreto reciclado.	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto (Gonnerman Y Shuman en 1928).	11
Figura 2: Efecto de la adición de agua sobre el asentamiento y la resistencia del concreto. (Http: civilgeeks.com, 2011)	14
Figura 3: Fases de la fabricación de cemento portland	25
Figura 4: Tipos de contenido de humedad	34
Figura 5: Tipo de fallas	44
Figura 6: Grafica de Esfuerzo – Deformación unitaria del concreto.....	45
Figura 7: Ensayo de compresión de probetas de concreto	46
Figura 8: Cono de Abrams.....	47
Figura 9: Olla de Washigton.....	48

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el distrito y provincia de Cajamarca, el problema fue: ¿Cuál es el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c$: 210 Kg/cm²?, el objetivo general determinar el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c$: 210 Kg/cm², el planteamiento de la hipótesis la incorporación del aditivo AIR MIX 200 incrementa hasta un 5% el contenido total de aire y disminuye hasta un 20 % la resistencia a compresión de concreto reciclados $f'c = 210$ Kg/cm²; y los resultados de la Resistencia máxima promedio de la muestra patrón a los 14 días fue 189,75 Kg/cm² y a los 28 días 223,05 Kg/cm²; siendo la conclusión final al 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3% existe una variación a los 14 días de 3.39% en comparación con la muestra patrón referente a la resistencia máxima a la compresión y al 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3% a los 28 días de 4.78% en comparación con la muestra patrón referente a la resistencia máxima a la compresión.

ABSTRACT

The present investigation was carried in the Cajamarca District and Province, the problem was: What is the effect of the incorporation of the AIR MIX 200 additive in the total air content and in the compressive strength of recycled concrete $f'c$: 210 Kg / cm² ?, the general objective determine the effect of the incorporation of the AIR MIX 200 additive in the total air content and in the compressive strength of recycled concrete $f'c$: 210 Kg / cm², the hypothesis statement the incorporation of the AIR MIX 200 additive increases up to 5% the total air content and decreases up to 20% the compressive strength of recycled concrete $f'c = 210$ Kg / cm²; and the results of the average maximum resistance of the standard sample at 14 days was 189.75 Kg / cm² and at 28 days 223.05 Kg / cm²; being the final conclusion at 0.03% AIR MIX 200 additive and incorporating an air of 3% there is a 14-day variation of 3.39% compared to the standard sample referring to the maximum compressive strength and 0.01% AIR additive MIX 200 and incorporating an air of 3% at 28 days of 4.78% compared to the standard sample referring to the maximum resistance to compression.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los conceptos de ecología y medio ambiente están adquiriendo mayor importancia a nivel mundial, esto involucra directamente a la industria de la construcción porque el tipo de actividades que involucran, pueden tener consecuencias perjudiciales e incluso irreversibles sobre el medio ambiente, en consecuencia, de que cada día son más escasos los recursos naturales primarios a extraer.

La actividad de la construcción demanda grandes cantidades de materiales para la concepción de todo tipo de obras. Uno de los más utilizados es el concreto, un material compuesto por agregados los cuales ocupan aproximadamente un 80% de su volumen. Los agregados que se utilizan, son obtenidos a partir de la explotación de materiales no renovables en canteras o en ríos. En las áreas de explotación se generan impactos negativos tales como la esterilización de los suelos, contaminación atmosférica por partículas en suspensión y gases emitidos por la maquinaria utilizada para dicho proceso. En las fuentes de aguas superficiales se generan problemas de erosión, sedimentación, reducción del cauce del río y, por consecuencia, el riesgo de inundaciones en las comunidades cercanas es inevitable.

Sin embargo, el impacto de la construcción no solo se evidencia en las áreas de explotación para obtener los materiales. La generación de escombros es significativa y constituyen un amplio porcentaje del total de residuos generados; a pesar de esto, han sido siempre considerados de menor importancia frente a otros residuos como los domiciliarios.

Alrededor de esta serie de antecedentes, existe un interés especial en los procesos de reciclado, no solo por motivos ecológicos sino también económicos originado a partir de una sensibilización creciente por parte de la sociedad actual sobre un crecimiento sostenible, que implica aprovechar al máximo los residuos de los procesos; específicamente de la construcción, reducir los índices de contaminación y en definitiva ser más eficaces en el aprovechamiento de los recursos.

Reciclar los materiales residuales del proceso de construcción para la producción de agregados ecológicos es una opción pertinente a nivel ambiental, técnico y económico para el sector. Los municipios y empresas del sector privado tienen en los escombros una oportunidad de negocio con sentido social, mediante la construcción de plantas para el aprovechamiento de estos residuos.

El concreto reciclado es el derivado de actividades de demolición y construcción de estructuras de concreto, de igual manera a las carpetas de rodadura en pavimento

rígido. De esta manera se tienen desechos de este material que no es posible verterlos o disponerlos adecuadamente.

En México el reciclaje de concreto para fabricar agregados y sustituir a los naturales ya es un hecho; ya que la disponibilidad de bancos de materiales pétreos es cada día más escasa. (Martínez y Mendoza 2005).

El perfeccionamiento de este concreto reciclado no ha cesado, dado que al mismo tiempo se han creado aditivos que se utilizan para mejorar y cambiar una o varias características del concreto en estado fresco y endurecido de acuerdo con las especificaciones requeridas en cada proyecto a utilizar.

Estos aditivos están destinados a producir concretos más trabajables, de mejor terminación, resistentes, durables e impermeables, afirmándose hoy en día que se han transformado en un componente esencial, junto con el agua y los agregados para la obtención de un concreto de alta calidad, pero al mismo tiempo, es necesario conocer sus propiedades según las distintas dosis incorporadas a las mezclas, por lo que se hace necesario realizar un estudio de las cantidades requeridas para conseguir el resultado esperado.

Razón por la cual se pretende con el presente estudio de investigación tiene como fin determinar el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados de $f'c$: 210 Kg/cm², ya que es la resistencia más utilizada en la localidad; además de dar una solución que permita reutilizar los desechos de la construcción buscándoles un uso adecuado; dándole consecuentemente reparo a los gastos económicos y beneficiando el medio ambiente.

Toda la información recopilada será de gran utilidad para futuras investigaciones, en relación al tema de concreto elaborado y diseñado con materiales reciclados.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

Realizando una contextualización sobre el panorama actual del estado de la construcción de las vivienda y vías en el Perú y la ubicación del Perú dentro del cinturón de fuego del Pacífico, y el temor de la ocurrencia de un gran terremoto que se está esperando en todo nuestro país, según manifestado por Kuroiwa (2014). Es por ello que ante un evento sísmico de gran magnitud y debido a la vulnerabilidad de las edificaciones se espera un escenario de colapso de un gran porcentaje de estructuras infraestructura vial, generando millones de metros cúbicos de concreto reciclado los que producirán impactos negativos en el medio ambiente.

El reciclaje de residuos de la construcción, ha sido de interés en grandes proyectos relativos a la rehabilitación y reconstrucción después de desastres naturales y ante el aumento demográfico en el mundo y por ende el crecimiento de la industria de la construcción se evidencia un crecimiento proporcional respecto a la demanda de recursos naturales no renovables. Para el caso de las mezclas de concreto en particular, se presenta una demanda elevada en cuanto a los agregados finos y gruesos los cuales hacen parte fundamental de las mismas.

El uso del concreto reciclado en las construcciones nos conlleva a un ahorro significativo de los agregados de río y de cantera y a la no contaminación con los desechos provenientes de la demolición de estructuras. Este concreto será utilizado en la construcción de cimentaciones superficiales y pavimentos, para lo cual en la presente investigación se evaluará el efecto que presente agregar un aditivo incorporador de aire en el concreto.

1.1.2. Descripción del problema

Actualmente el mundo debido a la ocurrencia de grandes movimientos sísmicos, se generan millones de metros cúbicos de residuos sólidos de concreto debido al colapso de estructuras y vías especialmente en pavimentos rígidos, que pueden ser reutilizados para la elaboración de nuevas mezclas de concreto, tanto en pavimentos, cimentaciones y otros.

El problema involucra factores como el uso desmedido de los recursos naturales no renovables, con la utilización de agregados provenientes de las canteras de río y de cerro provocando el aumento de la contaminación a

causa de la erosión del suelo. Otro factor importante, es la mala disposición de residuos sólidos de concretos contaminantes por parte de las empresas constructoras, residuos que provienen a razón de la demolición de estructuras o por deshechos provenientes de las construcciones. Dichos factores podrían mejorarse sustancialmente por medio de la implementación de materiales de concretos reciclados de procesos industriales que reemplacen en parte a los agregados procedentes de las canteras de la zona.

Actualmente en la ciudad de Cajamarca no se realizan este tipo de investigaciones, es por eso que todo el concreto que se puede reciclar va hacia los desmontes contaminando las áreas verdes, provocando un impacto negativo en el medio ambiente; por lo que es necesario que este estudio de investigación determine el efecto de utilizar el concreto reciclado para nuevas mezclas de concreto y verificar el efecto que puede producir un aditivo incorporador de aire como es el aditivo AIR MIX 200, sobre un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, en diferentes proporciones por peso de cemento.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c: 210 \text{ Kg/cm}^2$?

1.2. Justificación e importancia

1.2.1. Justificación científica

En diversos países a nivel mundial, el estudio del concreto reciclado es una práctica constante. En Europa se hace uso del agregado de concreto reciclado en un 30% en una mezcla con agregados naturales (diseño convencional). Luego se realizan las modificaciones de mezclas en la proporción de agua/cemento, no encontrándose diferencias en la durabilidad y resistencia del concreto (Limbachiya, 2003).

En el presente estudio de investigación se demostrará el efecto que produce la adición del aditivo AIR MIX 200 sobre una mezcla de concreto reciclado de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ patrón, comparado con las mezclas en proporciones de 0.01%, 0.03%, 0.07 % y 0.09% en peso del cemento.

1.2.2. Justificación técnica – práctica

Esta tesis de investigación se justifica dado que el aditivo AIR MIX 200 es un agente inclusor de aire para concreto el cual brinda beneficios en estado fresco como la reducción de la segregación, la reducción de la exudación, incrementa la cohesión reduciendo la vibración y el tiempo de colocación; así misma mejora la trabajabilidad del concreto y lo principal que reduce la relación de agua cemento.

Los tipos de concreto reciclado utilizados como agregado grueso fueron de los pavimentos rígidos, probetas, cimentaciones existentes y otros.

Los motivos que llevaron a elegir esta investigación es la determinación de las propiedades del concreto reciclado para conocer su resistencia, esfuerzos, pesos unitarios, con la adición de un aditivo inclusor de aire como es el aditivo AIR MIX 200, el cual será utilizado en proporciones de 0.01%, 0.03%, 0.07 % y 0.09% en peso del cemento, para lograr incorporar un porcentaje de aire total del 3% al 7%.

La investigación con este tipo de concreto reciclado en el Perú es mínima por consecuencia se desconoce los beneficios de esta adición que genera como agregado grueso en el concreto este déficit de conocimiento trae consigo el desperdicio de materiales y el aumento de sólidos que conlleva a una alta contaminación ambiental

Esta investigación resolverá el problema de los impactos negativos del medio ambiente, como la tala de árboles, la erosión del suelo mediante la explotación de canteras, estabilidad de taludes, el calentamiento global y el equilibrio ecológico en la ejecución de las próximas construcciones a ejecutarse en el Distrito de Cajamarca tanto en edificaciones, puentes, saneamiento, transportes y otros.

1.2.3. Justificación institucional y personal

Esta investigación servirá para todas las instituciones públicas y privadas, especialmente para las empresas industriales que trabajan en zonas de temperaturas bajas, con climatología inestable y por el intemperismo del tiempo.

En el aspecto personal, es un reto que me he propuesto de obtener soluciones contra los impactos negativos producidos en la extracción desmedida de las canteras de río y de cerro tales como calentamiento global

y desequilibrio ecológico. Todo ello gracias a los conocimientos vertidos por mi Alma Mather la Universidad Nacional de Cajamarca y la experiencia adquirida en la empresa minera Yanacocha.

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación se limitará al estudio de la resistencia y el contenido de aire del concreto reciclado, con la utilización del aditivo AIR MIX 200.

1.4. Limitaciones

Se tiene como limitación que sólo se utilizó para $f'c$: 210 Kg/cm².

El concreto reciclado se usará sólo para concreto simple y no armados.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c$: 210 Kg/cm².

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar la resistencia a compresión de un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 % 0.03 %, 0.07% y 0.09% del peso del cemento, incorporando de 3% al 7% de aire.

Comparar la resistencia a la compresión de un concreto patrón de $f'c$: 210 Kg/cm² con un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 % 0.03 %, 0.057 % y 0.09% del peso del cemento, incorporando de 3% al 7% de aire.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

Hace ya algunos años atrás en diversos países se ha tenido la oportunidad de trabajar con la modalidad del concreto reciclado; ya que, según datos estadísticos de la iniciativa para el cemento sustentable, al año se generan 900 millones de toneladas de desperdicio de construcción y demolición en el mundo, según datos de la iniciativa para el cemento sustentable.

En España - Especificación Normalizada de Aditivos incorporadores de Aire para Concreto, concluyo que se han analizado dos áridos reciclados integrados mayoritariamente por residuos de hormigón de diferentes procedencias (Madrid y Oviedo) y calidad. Ambos presentan unas características físicas y químicas adecuadas para su empleo en la fabricación de hormigón, aunque con inferiores a las de los áridos convencionales, en cual concluye que con sustituciones del 20% del árido reciclado grueso la cantidad de super plastificante utilizado es la misma que el hormigón convencional. Por lo que el efecto de pequeñas cantidades de árido reciclado apenas afecta a la trabajabilidad del concreto. Para mayores niveles de sustitución es preciso incrementar la dosificación de aditivo para mantener la consistencia deseada. En hormigones de consistencia blanda el porcentaje de aditivo super plastificante pasa del 0.6% al 0.8% cuando el porcentaje de sustitución es de 50% y al 0.9% cuando el porcentaje de sustitución es del 100% (López, 2012).

En México – Concluyen que el reciclaje del concreto demolido posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales, la gran ventaja es que soluciona paralelamente la eliminación de estos materiales (material de demolición) y que por medio del aprovechamiento de estos materiales se reduce la cantidad de recursos naturales primarios a extraer (Cruz y Vázquez,2004).

En México - revelo que los agregados de concreto reciclado con granulometría adecuada producen mezclas de buena calidad y con un comportamiento mecánico

similar al de los concretos naturales (Martínez y Mendoza, 2005).

En la pesquisa realizada por el autor, se concluyó ¿Porque el concreto no desarrolla resistencia en tiempos de heladas? Este es uno de los problemas álgidos en la región Quechua, y con mayor agudeza en las estaciones de invierno (Mayo, Junio, Julio y Agosto), y la explicación que tenemos es que el concreto no desarrolla resistencia debido a que la velocidad de hidratación es lenta, se prolonga el tiempo de fraguado y en algunos casos hasta llega a detenerse, las bajas temperaturas oscilan desde 8 °C hasta 20 °C en un periodo de 24 horas, y en las obras civiles trae consigo consecuencias a contracciones y extensiones en el concreto generando grietas, y si a esto le sumamos que se diseñan concretos de bajas resistencias, el resultado a corto plazo es evidente: concretos deteriorados y fragmentados ya que estas causas no permiten que el concreto tenga una buena durabilidad (Sánchez, 2012).

Incorporación de aditivos en hormigones reciclados para modificar sus propiedades, concluyo con respecto a los ensayos realizados con el agregado reciclado, estos mostraron que, en comparación con el canto rodado, la densidad fue un 10% menor, la absorción del agua experimento un importante aumento y la resistencia a la fragmentación por ensayo de la maquina a Los Ángeles aumento, aproximadamente, en un 100% (Moro, 2014).

En la tesis de investigación “Reciclaje de Desechos de Concreto y Verificación de Características Físicas y Propiedades Mecánicas”, concluye que los agregados provenientes de la demolición de pavimentos de concreto hidráulico, se pueden emplear como agregados gruesos en la fabricación de nuevos concretos. Los resultados que muestran una mayor variación fueron en la prueba de absorción de agua ya que en el agregado de desecho (pavimentos) fue muy alta, esto también es atribuido a la porosidad del mortero adherido al agregado original de fabricación y/o a la propia porosidad de este, sin embargo, cumple con la normatividad de concretos reciclados (Marroquín, 2012).

En Perú - Se ha tenido la oportunidad de poder ser testigos en la elaboración de concreto con material reciclado; lo que ha compelido a utilizar esta tecnología en la construcción civil, ya que se tiene la necesidad de lograr un país con un medio ambiente idóneo y una economía estable, dando lugar al desarrollo nacional (Alfredo Pintos, 2013).

En la tesis “Estudio del Comportamiento Físico-Mecánico del Concreto Diseñado y Elaborado con Agregado Grueso Reciclado en la Ciudad de Cajamarca”, concluye que el porcentaje de incremento en la resistencia a la compresión, de un concreto elaborado con agregado grueso reciclado es de 4.15% mayor que la resistencia del concreto elaborado con agregado natural, también se obtiene un concreto con características similares. Además, afirma que el agregado grueso reciclado no influye negativamente en la resistencia mecánica de un nuevo concreto (Tafur, 2015).

En la tesis “Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$ considera la disminución en la resistencia a la compresión, de un concreto elaborado con agregado grueso reciclado es de 15% menor que la resistencia del concreto elaborado con agregado natural, el cual se puede mejorar añadiendo una bolsa de cemento (Asencio, 2015).

Por ese motivo es de gran importancia realizar ensayos de resistencia y contenido de humedad en concretos reciclados con aditivo incorporador de aire para determinar la dosificación más óptima y por ende permitirá encontrar valores reales de este tipo de concreto para el diseño de cualquier tipo de construcción.

2.2. Marco doctrinal

Tecnología del Concreto

En las comunidades se adelantan obras con distintos fines, es decir proyectos de vivienda, industria, comercio, oficinas, transporte, servicios domiciliarios y recreación entre otras. Estas obras pueden ser clasificadas en forma general como obras de carácter público o de carácter privado, según se construyan para servicio de la comunidad o para un grupo de personas particulares.

En general, en todo proyecto de infraestructura se producen escombros, los cuales representan las distintas etapas que ocurren en un proyecto. La mayoría de obras en la ciudad se construyen utilizando como materia prima el concreto.

El concreto se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener gracias a que se puede moldear y por sus propiedades para ser usado como elemento estructural y no estructural; además por su economía,

razones que hacen de éste, un material de mejor calidad frente a construcciones de madera, mampostería o acero.

Es entonces importante realizar una descripción general sobre el concreto, sus materiales constitutivos, métodos de análisis y sistemas de colocación (Juan Sebastián Ferreira Díaz, 2009)

Concreto.

Es un material artificial compuesto, el cual consiste en un medio ligante, denominado pasta, dentro del que se encuentran embebidas partículas de un medio denominado agregado.

La pasta es el resultado de la combinación química del cemento y el agua. Se le considera la fase continua del concreto, ya que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto, mientras que el agregado es la fase discontinua del concreto, dado que sus diversas partículas no están unidas o en contacto unas con otras, sino se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecidas (Rivva, 1998).

Hidratación

Proceso de reacción química del cemento en presencia del agua. La hidratación requiere de presencia de humedad, condiciones de curado favorables y tiempo (Rivva, 1998).

Tiempo de curado

Periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura tales como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea para alcanzar la resistencia seleccionada (Rivva, 1998).

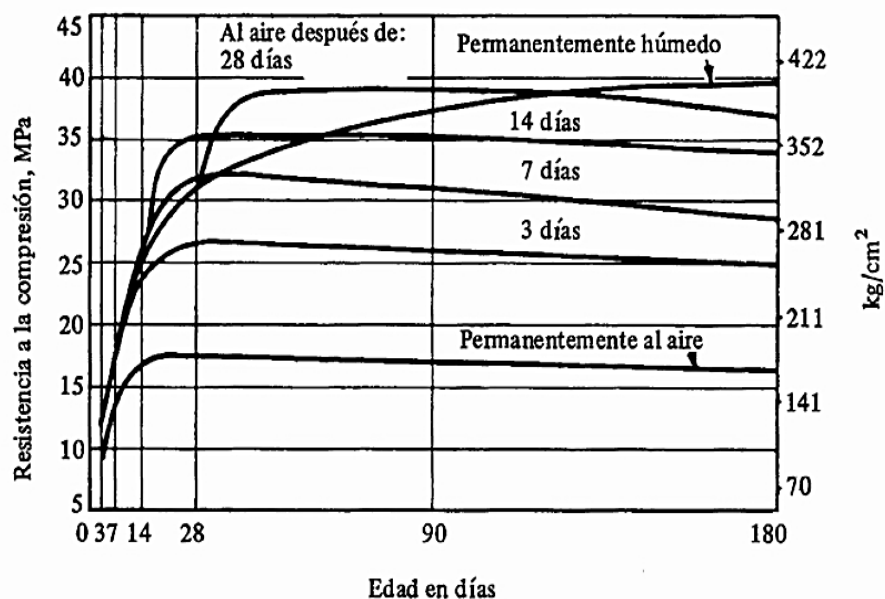


Figura 1: Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto (Gonnerman Y Shuman en 1928).

Naturaleza física del concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: Agregado y pasta. La pasta, compuesta de Cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. La pasta constituye del 25 al 40 % del volumen total del concreto. El cemento está comprendido entre el 7 y el 15 %, el agua entre el 14 y el 21 %, el aire y concretos con aire incluido pueden llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.

Los agregados deben tener resistencia adecuada, granulometría continua de tamaños de partículas y no contener materiales dañinos al concreto, ya que constituyen aproximadamente del 60 al 75 % del volumen total del concreto.

Porosidad

Sistema de vacíos presente en la estructura interna del concreto endurecido, determina la conducta posterior del concreto para absorber líquidos y también su permeabilidad o capacidad de flujo a través de él.

La porosidad, permeabilidad y capilaridad comprenden fenómenos físicos que tienen interdependencia, un concreto será más permeable y tendrá más absorción capilar cuanto más poroso sea.

La porosidad se encuentra bajo dos formas:

- La porosidad cerrada: Cuando los poros no se comunican entre ellos ni con el exterior; formada por parte de la porosidad de agregados y por el aire atrapado en el concreto.
- La porosidad abierta: Cuando los poros se comunican entre sí y con el medio exterior al concreto; formada por la porosidad de agregados y por los micro canales dejados al evaporarse parte del agua de mezclado (poros capilares), y es aquella que debe preocupar a los expertos en concreto.

La suma de las dos porosidades constituye la porosidad total o denominada simplemente porosidad.

Porosidad de la pasta

Rivva (1998), define porosidad de la pasta como cantidades variables de espacios vacíos, denominados poros, los cuales no contienen materia sólida, aunque bajo determinadas circunstancias, algunos de ellos podrían estar parcial o totalmente

llenos de agua, además clasifica en cuatro categorías especificadas por el origen, tamaño promedio o ubicación, estas cuatro categorías son:

- Poros por aire atrapado: Durante el proceso de mezclado una pequeña cantidad de aire (1%) aportado por los materiales queda atrapada en la mezcla de concreto, no siendo eliminada en el mezclado, colocación o compactación. Son inevitables en el concreto, varían en tamaño son no visibles o pueden llegar hasta 1 cm. o más de diámetro, de perfil irregular y no siempre están conectados.
- Poros por aire incorporado: Esencialmente es por el incremento de la durabilidad del concreto, por la protección de la pasta contra la congelación del agua en el interior, se incorporan intencionalmente mediante aditivos químicos que tienen minúsculas burbujas de aire y se las conocen como poros de aire incorporado.
El principal problema de aire incorporado, es que éstas al incrementar la porosidad, disminuyen la resistencia mecánica en un 5% por cada 1% de aire incorporado.
- Poros Capilares: Son espacios inicialmente de agua en el concreto fresco, que en la hidratación del cemento no se han ocupado por el gel. Dependen de la relación A/C, del grado de hidratación de la pasta; son de tamaño sub microscópico, contienen agua que puede congelarse.
Conforme aumenta el número de poros capilares, la resistencia es menor, tendiendo a aumentar la porosidad, permeabilidad y absorción del concreto.
- Poros gel: Durante la formación del gel quedan atrapados dentro de este, aislados unos de otros y del exterior. Se presentan en el gel independientemente de la relación A/C y del grado de hidratación, ocupando el 28% aprox. de la pasta.

Porosidad del Agregado

Rivva (2000), En el agregado son vacíos porosos y permeables, varían de acuerdo a los diferentes tipos de rocas, entre el 0.3% y el 20%; considera que el problema se presenta en partículas de agregado grueso con altos valores de porosidad o absorción, causados principalmente por poros de tamaño medio en el rango de 0.1 a 5 μ m, los cuales son las fácilmente saturados y contribuyen al deterioro del concreto.

Relación agua-cemento

La relación agua / cemento (A/C) para el diseño de la mezcla, será el menor valor requerido para cubrir la muestra de diseño. Si la durabilidad no rige el diseño, la relación A/C deberá elegirse en base a la resistencia a compresión del concreto.

Por la facilidad con que se determina, la resistencia a la compresión es la más universalmente utilizada para la calidad del concreto, pero otras propiedades como: la durabilidad, la permeabilidad y la resistencia al desgaste pueden tener igual o mayor importancia. La resistencia del concreto depende de la cantidad y calidad de los componentes reactivos y del grado de hidratación.

El concreto es más resistente con el tiempo, si existe humedad disponible y temperatura favorable. Luego una resistencia a cualquier edad no está en función de la relación A/C original, sino del grado de hidratación que alcance el cemento. La importancia de un curado preciso y completo se reconoce fácil a partir de este análisis.

Las diferentes resistencias para una relación A/C dada puede deberse a los cambios en el tamaño del agregado, granulometría, textura superficial, forma, resistencia, rigidez, contenido de aire incluido; presencia de aditivos; y del curado.

Influencia de la relación agua-cemento

El total de concreto endurecido está determinado por la cantidad de agua utilizada con el cemento. A continuación, se presenta algunas ventajas que se obtienen al reducir el contenido de agua:

- Se incrementa la resistencia a la compresión y a la flexión.
- Tiene menor permeabilidad, por ende, mayor hermeticidad y menor absorción.
- Incrementa la resistencia al intemperismo.
- Logra mejor unión entre capas sucesivas, entre el concreto y el esfuerzo.
- Reducen las tendencias de agrietamientos por contracción.

Entre menos agua se utilice, se tendrá mejor calidad de concreto, pero con vibración. Las mezclas más rígidas son las más económicas. Por tanto, el refuerzo del concreto por vibración permite una mejora en la calidad del concreto y en la economía.

Propiedades del concreto fresco

Es aquel recién preparado cuyo estado es plástico y moldeable en el cual no se produce el fraguado ni el endurecimiento y adopta la forma del encofrado.

- Trabajabilidad: la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto, y luego este puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad (Rivva, 2000).

Nuestro país se rige por la NTP 339.035 y el ensayo se denomina de Asentamiento. Se mide por el “Slump” o consistencia (cono de ABRAMS), ya que este permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, pero limitadamente, pues es una prueba de uniformidad más que de trabajabilidad.

Es común que esta prueba sea un condicionante de aprobación o desaprobación del concreto fresco.

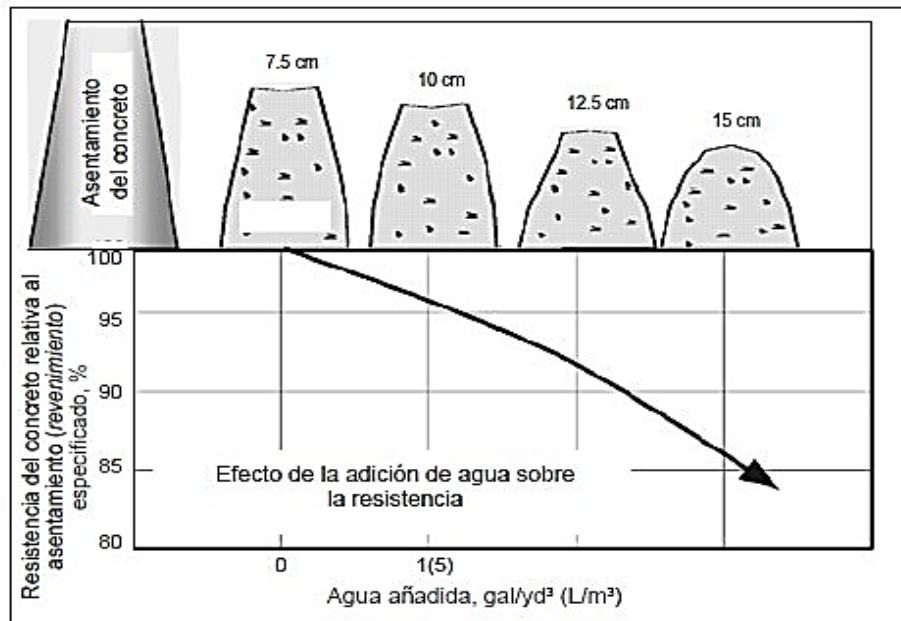


Figura 2: Efecto de la adición de agua sobre el asentamiento y la resistencia del concreto. ([Http: civilgeeks.com](http://civilgeeks.com), 2011)

- Consistencia o Fluidéz: propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma, entendiéndose por ello que cuando más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación (Rivva, 2000).

La consistencia se mide mediante el “Slump” con el “Cono de Abrams” (ASTM C-143), es una prueba sencilla que se usa en el campo como en el laboratorio.

- Segregación: se define como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero, lo que es entendible si se considera que el concreto es una mezcla de materiales de diferentes tamaños y gravedades específicas, por lo que se generan al interior del mismo fuerzas las cuales tienden a separar los materiales componentes cuando la mezcla aún no ha endurecido. El resultado de la acción de estas fuerzas es definido como segregación (Rivva, 2000).

- Exudación. se define como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación de los sólidos. El proceso se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado y consolidado en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtiene máxima consolidación de sólidos, o se produce la ligazón de las partículas (Rivva, 2000).
- Cohesividad: Se define como aquella propiedad del concreto fresco gracias a la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma y facilitar su manejo durante el proceso de compactación del concreto (Rivva, 2000).

Propiedades del concreto endurecido

- Resistencia: se define como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia en compresión se utiliza como un índice de calidad de concreto. En pavimentos suele utilizarse la resistencia en flexión (Rivva, 1998).
- Módulo de Elasticidad: afirma que conforme el módulo de elasticidad del agregado se incrementa ocurre lo mismo con el del concreto, por lo que conforme el volumen de agregado se incrementa el módulo de elasticidad del concreto deberá aproximarse al del agregado (Rivva, 2000).

Concreto Reciclado

Para empezar se debe tomar en cuenta la descripción sobre residuo o desecho, el cual viene a ser material que se desecha después de que haya realizado un trabajo o cumplido con su misión, por lo tanto no tiene un aparente valor económico, a excepción de como sea el resultado final de algunos desechos que puedan ser reciclables; por ello los residuos pueden eliminarse (cuando se destinan a vertederos o se entierran) o reciclarse (obteniendo un nuevo uso).

Profundizando más en el tema del reciclado del concreto, diremos que el uno de los materiales con fines de reciclaje, es al escombros, productos de los RCD y RP, residuos de construcción y demolición; y residuos de procesos, respectivamente.

Tabla 1: Formas de Obtención de Concreto Reciclado

ACTIVIDAD	TIPO DE OBRA	COMPONENTES PRINCIPALES
Demolición	Vivienda	Antiguas
	Edificios	Recientes
	Obras publicas	Industriales
Construcción	Excavación	Tierra
	Edificación	Fierro, acero,ladrillos,bloques,tejas y materiales no férreos.
	Y obras publicas	Suelo roca hormigón cal teso pavimentos ladrillos, escombros
	Reconstrucción otros	Madera, plásticos, etc.

Fuente: (National Ready Mixed Concrete Association, 2009)

El concreto reciclado ya ha sido utilizado útilmente en otro país de una manera satisfactoria como agregado de sub - bases granulares, suelo – cemento y como reemplazo parcial de agregado nuevo.

La demolición de pavimentos es una buena fuente de acumulación de concreto reciclado, el cual será utilizado como agregado grueso en esta oportunidad para la elaboración de concreto.

El tema del reciclaje ya es un tema controversial que ha sido causal de que se tome mayor conciencia sobre la importancia de la salubridad y cuidado ambiental. Por consiguiente, el reciclaje de escombros se ha vuelto una medida rentable económicamente en muchos países de la Unión Europa bajo una apropiada legislación. En teoría, una gran cantidad de los residuos de construcción y demolición pueden reciclarse o reutilizarse fácilmente. Por ello cada vez se ve la importancia de poder conocer más a fondo las propiedades del concreto reciclado y así poder ser aplicados en Sector Construcción.

Debe implementarse paulatinamente una cultura de progreso económico, social y cultural; y conseguir una aceptabilidad futura del material reciclado.

Disposición de residuos

Durante mucho tiempo se ha tratado de encontrar la mejor manera de manejar los

residuos sólidos, aun así, hasta el momento se han basado en un sistema convencional de una serie de etapas operacionales desde que se generan los desechos, la evacuación segura y fiable, almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

A pesar de estos procesos se han depositado los residuos sólidos en el suelo de la superficie terrestre o de los océanos; el vertido en tierra es el método más común utilizado para la evacuación de residuos.

Con ciertas maneras de proceder con los desechos en muchas ocasiones la salud y el bienestar social se ha visto afectado, sobre todo cuando no se cumplía con las reglas de control lo suficientemente seguros como para minimizar efectos adversos en el ambiente para la salud pública. Los residuos que son resultados de construcciones o demoliciones de edificaciones y/o carreteras, son una de las principales causales de lo antes mencionado. Es por esta razón que hace algunos años se estudia la manera de poder reciclar los desechos de construcción civil. Una de estas maneras es la reutilización como material pétreo (agregado para concreto)

En la ciudad de Cajamarca hay diversos y distintos lugares de acopio de material, muchas de ellas sin licencia, y sólo se encuentran al aparente cuidado de habitantes aledaños a la zona.

Residuos de concreto depositado

Cabe mencionar que cualquiera sea el lugar para el desecho de escombros, como cuencas hidrológicas, faldas de cerros o simplemente calles y pasajes, además de perjudiciales a la salubridad del medio ambiente, hacen que el paisaje sea de un aspecto desordenado.

Hechos precedentes de residuos de la construcción

La supervivencia en el mundo se ha visto cada vez más afectada por la realidad socio – cultural en la que vivimos, llámese falta de educación para el cuidado del medio ambiente o simplemente desinterés por el espacio donde subsistimos, si bien es cierto, países más desarrollados como Europa, Estados Unidos, Japón, Alemania, Australia, Bélgica, Holanda, han dado un paso adelante para que este tema tan controversial sea erradicado; también existen países tercermundistas (como el nuestro) que nos retrasamos en temas tan importantes como el que se está tratando.

Es importante acentuar que la propagación de desechos ha ido aumentando y variando en el tiempo, ya sea en la cantidad en la que se genera y la composición tanto química como física.

Aproximadamente entre los años 1950 y 1960 incrementó la contaminación, y al

pasar los años se ha visto maneras de poder combatir dicha situación; asimismo en el Perú se generan 23 260 Tn/día, sólo en Lima 7918 Tn/día y en la ciudad de Cajamarca 940 Tn/día. A pesar del intento de querer contrarrestar en el Departamento de Cajamarca la contaminación, al parecer no existe una apropiada coordinación entre la población y el Gobierno Municipal.

Uno de los mayores gestores que generan residuos es el de construcción, ya sea por medio de demoliciones o construcciones (RCD) así como también por procesos (RP) – utilizados en obras viales – y a raíz de la cantidad producida es que distintos lugares en cualquier ciudad son puntos de acopio.

Se conoce también que, en el año de 1946, Gluzhge, en Rusia, realiza una investigación que dio como resultado que el peso específico del concreto Reciclado es menor al de un concreto natural, más en el ensayo de resistencia a la flexión con las mismas cargas, el resultado era opuesto, cabe resaltar que mientras usaban mayor cantidad de agregado fino de concreto, se tenía que utilizar mayor cantidad de cemento.

Usos del concreto reciclado actualmente

El reciclado de RCD Y RP, ya es un hecho en la actualidad; aun así se trata de plantear maneras puntuales de combatir los problemas de los escombros. Profundizar en la búsqueda de su tratamiento y/o eliminación.

En el Perú en el año 2012, se planteó la utilización de concreto reciclado como agregado en un cierto porcentaje en la elaboración de concreto nuevo, para la construcción de viviendas provisionales, en ciudades en estado de emergencia después de acontecimientos telúricos de gran magnitud; como, por ejemplo, Pisco (2007).

En otros países como Reino Unido es el que utiliza más concreto reciclado. La mayoría de ese material se usa para infraestructura, como la construcción de los recintos para los Juegos Olímpicos de Londres en 2012.

Otro país que le da uso a sus materiales de residuo es Japón. La nación asiática fabrica concreto con los desperdicios de la construcción de su red carretera.

En Estados Unidos, Alemania, Australia, Bélgica, Holanda y los Emiratos Árabes Unidos también se aplican técnicas de recuperación de desperdicios de construcción.

Procedencia

El concreto reciclado procede de obras ya deterioradas por causas naturales, o edificadas inadecuadamente u obras que han cumplido su funcionalidad.

La procedencia de los escombros, es principalmente de:

Actividades como:

- Las construcciones
- Demoliciones
- Reparaciones
- Rehabilitaciones
- Desastres naturales
- Procedentes de ensayos de laboratorio

Tipos de construcción:

- Carreteras
- Obras Hidráulicas
- Edificios

La mayor parte de veces es más fácil encontrarlas de demoliciones o reparaciones de pavimentos.

Beneficios económicos

La economía en nuestro país, no es una novedad para los pobladores; por tal razón las personas (sobre todo en países tercermundistas como el nuestro) trata de buscar maneras de ahorrar dinero y sobre todo de ganarlo. La reutilización de materiales se ha convertido en un medio de poder evitar el gasto innecesario.

No sólo se logra darte este caso en sectores de pobreza media o extrema, sino también en empresas exitosas, las cuales basan su éxito en el ahorro y rentabilidad. Si nos basamos en empresas del sector construcción, nos inclinamos en temas como maquinarias, mano de obra, materiales; este último engloba principalmente a los agregados que son requeridos en obra.

En esta oportunidad se puede observar que el concreto reciclado es un gran avance para lo antes mencionado; ya que este presenta un balance ambiental y técnico positivo, que si bien es cierto aún no puede entrar al mercado, tampoco se le puede dejar de lado. Dicha razón nos impulsa a presentar un trabajo que determine el buen uso que se le puede dar, y los grandes beneficios que traerán con él.

Impacto ambiental

Se conoce gran parte de factores que afectan al medioambiente, que han logrado estar inmersos a lo largo del tiempo en cada ciudad, quizá una más que otras, pero todas involucradas en cierto porcentaje. Uno de los factores por ejemplo es: las industrias (que generan en su mayoría contaminación atmosférica y marina), parque automotor que contribuye a la contaminación atmosférica, basura domiciliaria y no domiciliaria depositada en distintos espacios de la ciudad.

De la misma manera se tiene que dar a conocer un gran factor contaminante, el sector construcción, que por ser un campo laboral grande y basado en distintos ámbitos, aporta gran parte de contaminación; como por ejemplo; el impacto ambiental que genera la eliminación de una estructura, ya sea parcial o total el impacto de los desastres naturales en las construcciones y los residuos que generan laboratorios e industrias de materiales de construcción hacen una gama notable de residuos que causan n impacto en el medio ambiente.

Todos los residuos mencionados ocupan grandes espacios, provocando problemas medio ambientales, degradando el paisaje a causa de los polvos que eliminan.

Es un verdadero reto encontrar la mejor manera de manejar todos los desechos que a nuestro paso encontramos, y sobre todo los procedentes de la construcción que se han ido extendiendo por toda la ciudad. Mas estos último pueden ser de gran ayuda al ser reciclado e implementados de diversas formas.

Como se ha ido mencionado la Gestión de desperdicios es un gran aporte para la protección medio ambiental, de esta manera es posible minimizar las cantidad de residuos; los cuales pueden ser reciclados y dándole un mejor fin, reutilizados. De esta manera se está protegiendo nuestra localidad y preservando la naturaleza.

Debemos recordar que los encargados de los diferentes ámbitos del sector construcción, así mismo con los encargados de otros sectores industriales, están en todo el deber de afrontar problemas que se acarrearán a partir de los antes mencionado; y cabe la posibilidad que a raíz del tema de investigación, sea un buen comienzo para la resolución de muchas contrariedades. Todas estas medidas deben ser tomadas tanto en instituciones públicas como en privadas.

No podemos permitir que la contaminación, los problemas de salud el deterioro del espacio público ocasionados por los problemas identificados por la acumulación indiscriminada de residuos, sigan incidiendo en nuestra comunidad.

Usos

La mayoría del concreto reciclado se utiliza como agregado para sub-bases viales, normalmente en su forma granulada. La calidad del agregado producido depende de la calidad del material original y del grado de procesamiento y separación. La contaminación con otros materiales también afecta la calidad. Aunque los agregados más refinados pueden producir un producto de mayor valor, su producción también puede tener un mayor impacto sobre el medio ambiente. Una vez bien limpio, la calidad del concreto reciclado generalmente es comparable con aquella de los agregados vírgenes y sus posibilidades de uso son equiparables, aunque pueden existir algunas limitaciones respecto a su resistencia. El material

con contenido de cartón o yeso puede estar más limitado en sus aplicaciones.

- Como agregado grueso: Para bases viales, sub-bases y aplicaciones de ingeniería civil. Las aplicaciones más comunes son base vial, pavimento y sub-base. En Estados Unidos su uso y aceptación ha sido promovida por la Administración Federal de Autopistas (FHWA), la cual ha adoptado una política pro uso y emprendido investigaciones en esta área. Investigaciones finlandesas han encontrado que el concreto reciclado con características acordadas específicas de calidad y composición en las capas de base y sub-base pueden permitir la reducción del grosor de estas capas debido a las buenas propiedades de capacidad de soporte del material. Se ha encontrado que, cuando se utiliza como base y sub-base, el material cementoso granulado en agregados reciclados presenta una cohesión superior a la de los agregados vírgenes finos, de manera que se mejora la fuerza brindando una muy buena base de construcción para nuevo pavimento. También se puede utilizar en mezclas de asfalto. Varios proyectos de ingeniería civil también pueden emplear agregados gruesos.
- Para concreto: Una percepción equivocada muy común es que los agregados a partir de concreto reciclado no deberían ser utilizados en concreto estructural. Los lineamientos y regulaciones a menudo consideran las limitaciones físicas de los agregados a partir de concreto reciclado, pero idealmente deberían promover su uso. Un estudio realizado por la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) en los Estados Unidos concluyó que los agregados de concreto reciclado son sustitutos aptos en reemplazo de materiales vírgenes hasta en un 10% para la mayoría de aplicaciones del concreto, incluso concreto estructural. Investigaciones en el Reino Unido indican que se puede utilizar hasta un 20% de agregados de concreto reciclado en la mayoría de aplicaciones (también concreto estructural). Los lineamientos del gobierno australiano indican que se puede utilizar hasta un 30% de agregados reciclados en concreto estructural sin que esto implique algún detrimento en su fuerza y maleabilidad en comparación con agregados vírgenes. Los lineamientos en Alemania permiten que bajo ciertas circunstancias los agregados de concreto reciclado sean hasta el 45% del total de los agregados utilizados dependiendo del tipo de exposición del concreto. Como el concreto reciclado contiene cemento, cuando se reutiliza en concreto tiende a absorber más agua y ser menos fuerte que los agregados vírgenes. En algunos casos se necesita agregar más cemento. Aún queda un significativo potencial para aumentar del uso de agregado grueso reciclado en concreto. En algunos países,

especialmente Alemania, Suiza y Australia el concreto con agregados reciclados está siendo comercializado.

- Como agregado fino: Los agregados finos pueden ser utilizados en lugar de arena natural. No obstante, el contenido de mortero puede afectar la plasticidad, fuerza y contracción debido a la alta absorción de agua, lo que podría incrementar el riesgo de asentamiento y facturas por contracción durante el secado. Adicionalmente, los agregados finos suelen contener yeso de RCD y es más costoso tanto económica como ambientalmente, limpiar el material. Los agregados finos pueden ser un buen relleno para correcciones en la sub-rasante, ya que actúan como agente secante cuando se mezclan con la tierra en la sub-base. Dado el impacto de la extracción de arena de ríos y mares, las fuentes alternativas son de creciente importancia y su uso puede aumentar como resultado de esto.
- Reutilización en su forma original: La reutilización de bloques, en sus formas originales o cortadas en bloques más pequeños, acarrea un menor impacto ambiental pero el mercado existente es limitado. Mejores diseños de edificaciones que permitan la reutilización de losas y la transformación de la construcción sin necesidad de demoliciones podrían aumentar este uso en particular. Las losas huecas de concreto son fáciles de desmontar y sus medidas por lo general son estándar, por lo que son ideales para la reutilización. Algunos ejemplos de usos variados son: En la bahía de Chesapeake, Estados Unidos, se ha descubierto que el concreto reciclado de construcciones y escombros de vías constituye un buen material para arrecifes artificiales, útiles para los programas de restauración de ostras. Las superficies irregulares y porosas proporcionan buena protección a las pequeñas ostras de sus predadores. Los arrecifes artificiales de pesca sobre la costa este de los estados Unidos también utilizan con frecuencia concreto de desecho. En Tailandia se utiliza el concreto de desecho para hacer bloques para pavimentar, macetas y bancas de uso público. El proyecto del aeropuerto Gardemo en Oslo permitió la reutilización de más del 90% de los materiales recuperados del lugar de demolición (Cement Sustainability Initiative).

Etapas del proceso de producción de agregados o agregados reciclados

- Los RCDs llegan a la planta mezclados en un contenedor descargándose en el suelo. Mediante grúa se extraen las piezas mayores de madera, de acero, paredes aislantes y otros metales. Los bloques mayores de concreto se reducen con un martillo hasta conseguir el tamaño adecuado.

- Antes de triturar y clasificar el material se realiza un precibado del mismo con el fin de realizar un control de tamaño
- La trituración primaria consta de la primera trituración, la cinta de alimentación del molino rompe los bloques a través de la acción de pantallas solidarias al bastidor de trituración mediante esfuerzos de compresión y cizalladura.
- El separador magnético, situado a la salida del molino, separa los elementos metálicos.
- El material resultante pasa a una cabina de triaje donde, de manera manual, se eliminan los restos de plásticos, maderas, o metales no detectados en el separador magnético.
- El agregado reciclado se introduce en una tolva con una criba de corte a través de una cinta transportadora. Todo lo que pasa se transporta a otras cribas dispuestas en serie y con luces de malla correspondientes a los cortes de la grava, formando los diferentes acopios. Lo que queda retenido pasa a la trituración secundaria.

En la trituración secundaria se reduce el tamaño del material utilizando otro molino de impactos hasta obtener la granulometría adecuada. Proceso de producción de RCDs (Alvarez, 2012)

Materiales para reciclar

Los materiales factibles de reciclar son los que provienen de demoliciones y desechos de la industria de la construcción (edificaciones, excavaciones, vialidades, urbanizaciones, caminos, etc.)

Es importante recalcar el cuidado que se debe tener de no contaminar los productos a reciclar, ya que, para poder llevar a cabo esta actividad, estos deberán entregarse libres de materiales tales como: basura, papel, madera, plástico, textiles y materiales tóxicos. Los materiales aceptados son:

- Concreto simple o mortero
- Concreto armado
- Concreto asfáltico producto de fresado
- Arcillas
- Productos de mampostería
- Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicón, adoquines, tubos, etc.)
- Prefabricados de arcillas (tabiques, ladrillos, blocks, etc.)

(Concretos Reciclados S.A. Delegación Iztapalapa, México)

Productos y Servicios

Los productos que ofrece Concretos Reciclados son:

Tabla 2 : Usos recomendados del concreto reciclado

Tipo	Uso recomendado
Mezcla asfáltica	Mezcla asfáltica en caliente empleando un 15% de fresado de carpeta asfáltica. Un 45% en mezclas templadas o tibia. Hasta un 85% para el caso de mezclas frías.
Material de 3”	Estabilización de suelos, rellenos, filtros. Conformación terrenos, parques, jardines.
Material de 3” a finos	Sub base en vialidades, relleno en estacionamientos o jardines, construcción de terraplenes.
Material de 1 ½ “ a finos	Base en vialidades, construcciones de terraplenes o como material para plantillas, para recibir firmes o demás elementos de concreto.
Material 1”	Recibir tuberías, rellenos, recibir firmes en banquetas o edificaciones pequeñas.
Material de ¼” a finos o Arena reciclada	Con propiedades equivalentes a las arcillas y sin los inconvenientes de los índices plásticos, presenta valores soporte de California (CBR) superiores al 5%, de tal modo que puede ser empleado en subrasantes, terraplenes, cubierta en rellenos sanitarios, andadores y ciclo pistas.

(Concretos Reciclados S.A. Delegación Iztapalapa, México)

Ventajas

Las ventajas del material reciclado son muchas para empezar al reciclar el material ayudamos a que no se genere contaminación y basura en el medio ambiente, son un 50 por ciento más barato que uno normal e incluso de mejor calidad, pues tiene componentes de cemento que al triturarse se reactiva, y la construcción con este tipo de productos es de más calidad.

En el reciclamiento se puede dar un círculo virtuoso, pues cuando se decide tirar alguna construcción se puede encargar a los fleteros que lleven el desecho a la planta y a cambio pueden comprar un producto reciclado para volver a edificar (Concretos Reciclados S.A. Delegación Iztapalapa, México).

Cemento.

Rivva (2000), define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

Cemento portland (ASTM C 150)

Definición de cemento portland. Según NTP 334.009, se define como un aglomerante hidráulico producido mediante la pulverización del Clínter, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio con una adición de yeso u otro material durante la molienda. Que especifica la NTP 334.009 o su equivalente, la norma ASTM C 150; o cementos combinados, que cumplen con lo indicado en la NTP 334.090 o su equivalente, la norma ASTM C 595.

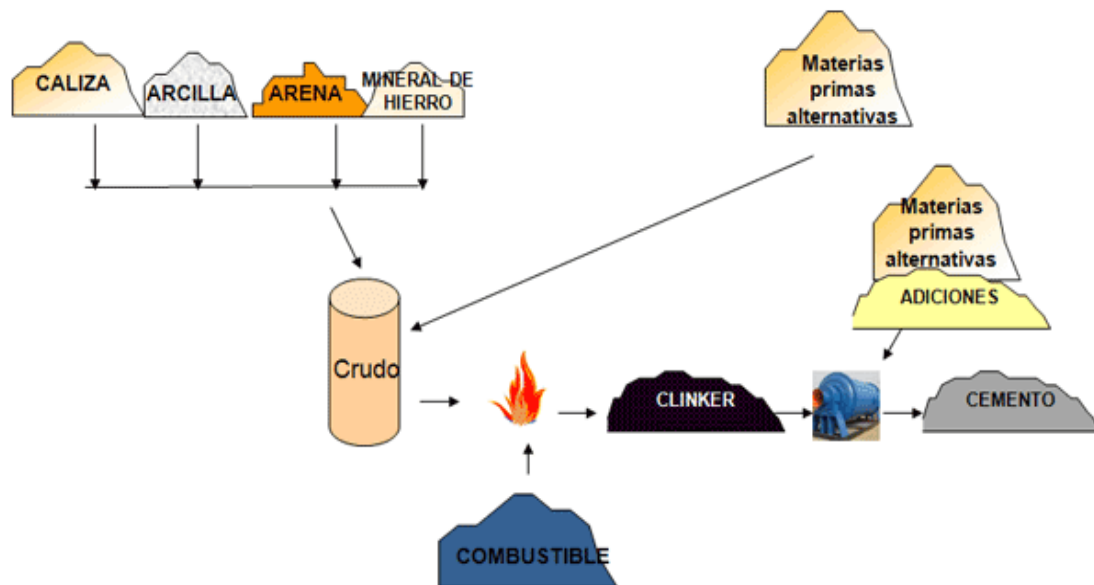


Figura 3: Fases de la fabricación de cemento portland

Compuestos principales del cemento portland

Los óxidos principales (C= CaO, S= SiO₂, A= Al₂O₃, F= FeO₃) constituyen prácticamente más del 90% en peso del Clínter. De los cuatro óxidos principales la cal es de carácter básico y los otros tres de carácter ácido, de ellos la sílice y la cal son componentes activos, y la alúmina y el hierro actúan como fundentes.

Tabla 3: Porcentaje de variación de los compuestos del cemento (Norma ASTM C 150)

NOMBRE DEL COMPUESTO	NOMENCLATURA	% DE VARIACION
Silicato Tricálcico	C3S	40 - 60
Silicato Dicálcico	C2S	15 - 30
Aluminato Tricálcico	C3A	2 - 14
Ferro aluminato Tetracálcico	C4AF	8 - 12

Propiedades físicas del cemento portland

- Superficie específica o finura del cemento (NTP 334.002, ASTM C 150): La finura es el tamaño de las partículas que componen el cemento; llamada también superficie específica, se expresa en cm^2/gr y se dice que a mayor superficie específica, mejor y más rápido el tiempo de fraguado.
Entre mayor sea la superficie de contacto, mayor será la superficie del cemento. La superficie específica del cemento está comprendida entre los valores de 2500 a 4500 cm^2/gr .
- Peso específico (NTP 334.005, ASTM C 150): El peso específico o densidad aparente expresa la relación entre el peso de una muestra de cemento y el volumen absoluto del mismo; se expresa en gr/cm^3 .
El peso específico del cemento es el valor usado en el diseño de mezclas; el cual debería estar comprendido entre los valores de 3.10 a 3.15 gr/cm^3 .
Cabe resaltar que un valor bajo de peso específico, nos indica poca presencia de Clínter y alta de yeso.
- Consistencia normal del cemento (NTP 334.003, ASTM C 150): La consistencia normal del cemento se expresa como: un porcentaje en peso o volumen de agua con relación al peso seco de del cemento, necesario para obtener una pasta con fluidez. Lo que determina la consistencia normal de cemento es la viscosidad de la pasta (Cemento), la lubricación de los agregados (concretos), entre otros factores. Siendo sus valores normales los comprendidos entre 24% y 32%.
- Tiempo de fraguado (NTP 334.056, ASTM C 150): Fraguado Inicial, es el transcurrido desde la adición de agua hasta alcanzar el estado de plasticidad y dureza, en éste tiempo la pasta se deforma por la acción de pequeñas cargas. Es el tiempo que disponemos para fabricar, transportar, vibrar y colocar el concreto en las obras. Fraguado Final, Va desde el fraguado inicial hasta que la

pastas se endurezca se vuelva indeformable. En éste caso se produce la unión con los agregados en una mezcla de concreto.

- Calor de hidratación (NTP 334.064, ASTM C 150): Al reaccionar el agua con el cemento, genera un calor de hidratación en los procesos de fraguado y endurecimiento, incrementándose la temperatura del concreto originando una rápida evaporación del agua, que lleva a la contracción del material y un ocasional agrietamiento.

Tabla 4: Calor de hidratación para cada tipo de cemento portland (NTP 334.064)

TIPO	CARACTERISTICA	% DE CALOR GENERADO
I	Uso general	100
II	Moderada resistencia a los sulfatos	80 a 85
III	Desarrollo de altas resistencias iniciales	150
IV	Desarrollo de Bajo calor hidratación	40 a 60
V	Alta resistencia a los sulfatos	60ª 95

Tipos de cemento Portland (NTP 334.009)

Los cementos portland por lo general, se fabrican en cinco tipos, cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de las especificaciones de la norma ASTM C 150.

- Cemento portland tipo I: para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Cemento portland tipo II: para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Cemento portland tipo III: para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Cemento portland tipo IV: para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Cemento portland tipo V: para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Usos y aplicaciones

Entre sus principales usos tenemos:

- Para construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requiera características especiales o no se especifique otro tipo de cemento.
- Elementos Pre-fabricados de concreto (hormigón).
- En la fabricación de bloques, tubos para acueductos y alcantarillados, terrazos,

adoquines, etc.

- Mortero para asentado de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

En las tablas 5 y 6 se da a conocer las características físicas, químicas y mecánicas del cemento Pacasmayo tipo I, utilizado en la presente investigación.

Tabla 5: Características físico-mecánicas del cemento Pacasmayo tipo I
(Alvares Barrantes M. A., 2007)

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I
Peso Especifico (gr/cm ³)	3.11
Finura: Malla N° 100 (%)	
Finura: Malla N° 200 (%)	
Superficie Especifica BLAINE (cm ² /gr)	3200
Contenido de Aire (%)	10.10
Expansión Autoclave (%)	0.80
Fragua Inicial (vicat) (hrs : min)	2 : 40
Fragua Final (vicat) (hrs: min)	5 : 30
Resistencia a Compresión (kg/cm ²)	
f'c = 3 días	150
f'c = 7 días	201
f'c = 28 días	267

Tabla 6: Características químicas del cemento Pacasmayo tipo I (Alvares Barrantes M. A., 2007)

ELEMENTO	CEMENTO TIPO I (%)
CaO	62.70
SiO ₂	20.8
Al ₂ O ₃	5.70
Fe ₂ O ₃	3.60
K ₂ O	0.68
Na ₂ O	0.22
SO ₃	2.2
MgO	2.40
C.L	1.10
P.Ign.	1.93
R.I.	0.68

Agregados

Llamados también áridos, los cuales constituyen entre el 60% al 75% del volumen total de cualquier mezcla típica de concreto: Se definen como un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 o la norma ASTM C 33.

Dependiendo de sus características y dimensiones la Norma Técnica Peruana clasifica y denomina a los agregados en:

Agregado fino

La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (Nº200).

Según la norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado fino deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Puede estar constituido de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33, según la tabla.

Tabla 7: Granulometría del agregado fino (NTP 400.037)

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO (MASA) QUE PASA			
	LÍMITES TOTALES	C*	M	F
9.50 mm 3/8"	100	100	100	100
4.75 mm Nº4	95-100	95 – 100	89 – 100	89 – 100
2.36 mm Nº8	80-100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.18 mm Nº16	50-85	50 – 85	45 – 100	70 – 100
0.60 mm Nº30	25-60	25 – 60	25 – 80	55 – 100
0.30 mm Nº50	10-30	10 – 30	5 – 48	5 – 70
0.15 mm Nº100	2-10	2 – 10	0 - 12*	0 – 12

* Incrementar a 5% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos.

- El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de ± 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto, siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.30 y 3.10.
- El agregado fino no deberá indicar presencia de materia orgánica cuando ella es determinada de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.013 o la norma ASTM C 40.

- La coloración del agregado fino a usar en el ensayo se deba a la presencia de pequeñas partículas de carbón, lignito u otras partículas similares.
- Realizado el ensayo, la resistencia a los siete días de morteros preparados con dicho agregado no sea menor del 95% de la resistencia de morteros similares preparados con otra porción de la misma muestra de agregado fino previamente lavada con una solución al 3% de hidróxido de sodio (Rivva, 2000 en su libro Naturaleza y materiales del concreto)

Agregado grueso

La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, define como agregado grueso al material retenido en el tamiz 4.75 mm (N^o 4). El agregado grueso podrá consistir de grava o piedra partida de origen natural o artificial. El agregado grueso empleado en la preparación de concretos livianos podrá ser natural o artificial.

Según La norma NTP 400.011 o la norma ASTM C 33, el agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼".
- Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño nominal máximo del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que, en ningún caso el tamaño nominal máximo del agregado no deberá ser mayor de un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o un tercio del peralte de las losas; o
- El agregado grueso empleado en concreto para pavimentos, en estructuras sometidas a procesos de erosión, abrasión o cavitación, no deberá tener una pérdida mayor del 50% en el ensayo de abrasión realizado de acuerdo a la norma NTP 400.019 y norma NTP 400.020, o la norma ASTM C 131.

- El lavado de las partículas de agregado grueso se deberá hacer con agua preferentemente potable. De no ser así, el agua empleada deberá estar libre de sales, materia orgánica, o sólidos en suspensión.
- Volviendo a la granulometría, en general el agregado grueso debe estar gradado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33., tal como se detalla a continuación:
(Rivva, 2000 en su libro Naturaleza y materiales del concreto)

Tabla 8: Requisitos granulométricos del agregado grueso (NTP 400.037)

N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100 mm 4"	90 mm 3.5"	75 mm 3"	63 mm 2.5"	50 mm 2"	37,5 mm 1.5"	25 mm 1"	19 mm ¾"	12,5 mm ½"	9,5 mm 3/8"	4,75 mm N°4	2,36 mm N°8	1,18 mm N°16
1	90 a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 25 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19 mm (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5	
5	25 a 12.5 mm (1" a ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	25 a 4.75 mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 mm (¾" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 mm (¾" a N°4)							100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (½" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Propiedades de Los Agregados

- **Peso Específico (NTP 400.021 – NTP 400.022):** Es la relación entre el peso y el volumen del material sólido. El peso específico de muchos de los agregados de origen natural ronda alrededor de 2,65gr/cm³, tal como en los agregados silíceos, calcáreos y granitos, con las excepciones del basalto que está en 2,90 gr/cm³, areniscas en 2,55 gr/cm³ y la cuarcita en 2,50 gr/cm³. Generalmente el peso específico es usado para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contengan agregados como los son el concreto de cemento portland, el concreto bituminoso, u otras mezclas que están proporcionales o analizadas sobre un volumen básico, el peso específico es también usado en el cálculo de vacíos en el agregado.

Tabla 9: Fórmulas para el cálculo del peso específico aparente

Agregado Fino	Agregado Grueso
$Pe = \frac{Wo}{V - Va}$	$Pe = \frac{A}{B - C}$

Pe: Peso Específico

V: Volumen del frasco utilizado en ensayo

Wo: Peso en el aire de la muestra secada en estufa

Va: Peso en gr o volumen en cm³ del agua añadida en frasco

A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)

C: Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

- **Peso Unitario Seco Compactado y Peso Unitario Seco Suelto (ASTM C138):** El peso unitario de un agregado es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas del agregado y sus correspondientes espacios ínter granulares, realizándose de manera compactada y suelta.

Tabla 10: Fórmula para el cálculo del peso unitario seco compactado y suelto

Para el Agregado Fino y Agregado Grueso

$$PU = f * \text{Peso de la muestra}(suelta o compactada)$$

PU: Peso Unitario

Factor f: f

- Contenido de Humedad (NTP 339.185): Por aquellos poros o capilares que están interconectados con la superficie puede ingresar el agua, hasta saturar los mismos, para luego quedar retenida en la superficie de las partículas formando una película adherida a las mismas.
Con estas descripciones pudieron hacerse los ensayos correspondientes a las propiedades de los agregados

Tabla 11: Fórmula para el cálculo del contenido de Humedad

Para el Agregado Fino y Agregado Grueso

$$W\% = \frac{H}{MS} \times 100$$

H: Peso del agua evaporada (MS - MH)

MS: Peso de la muestra seca

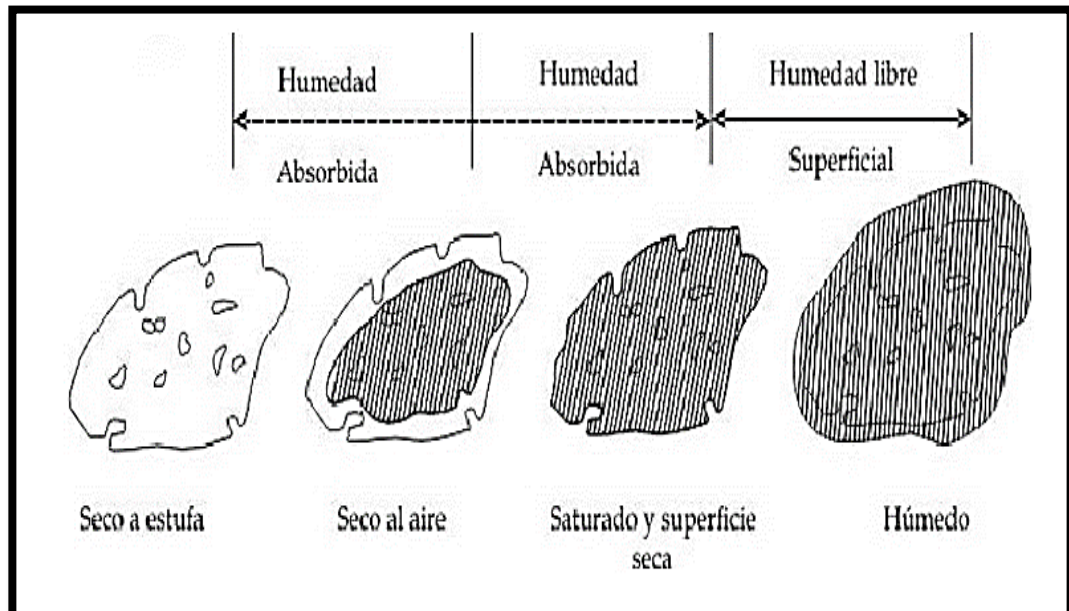


Figura 4: Tipos de Contenido de Humedad

- Porcentaje de Absorción: Se define como el incremento de peso de un árido poroso seco, hasta lograr su condición de saturación con la superficie seca, debido a la penetración de agua a sus poros permeables. La absorción es el valor de la humedad del agregado cuando tiene todos sus poros llenos de agua, pero su superficie se encuentra seca. Si la humedad del agregado es inferior a la absorción, se deberá agregar más agua al hormigón para compensar la que absorberán los agregados.

Tabla 12: Fórmulas para el cálculo de la absorción de los agregados

Agregado Fino	Agregado Grueso
$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100$	$Ab = \frac{B - A}{A}$

V: Volumen del frasco utilizado en ensayo

W_o: Peso en el aire de la muestra secada en estufa

V_a: Peso en gr o volumen en cm³ del agua añadida en frasco

A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)

C: Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

- Resistencia a la Abrasión (NTP 400.019): En los agregados gruesos una de las propiedades físicas en los cuales su importancia y su conocimiento son indispensables en el diseño de mezclas es la resistencia a la abrasión o desgaste de los agregados.

Con ella se conoce la durabilidad y la resistencia que tendrá el concreto para estructuras simples o estructuras que requieran que la resistencia del concreto sea la adecuada para ellas.

Da a conocer del agregado grueso el porcentaje de desgaste que este sufrirá en condiciones de roce continuo de las partículas y las esferas de acero. Esto nos indica si el agregado grueso a utilizar es el adecuado para el diseño de mezcla.

Este método cubre el procedimiento para ensayos de agregado grueso menores de 1½ pulgadas (37,5 milímetros), para determinar su resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles.

Tabla 13: Fórmula para el cálculo de la resistencia a la abrasión

Para el Agregado Grueso

$$De = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100$$

De: Porcentaje de resistencia a la abrasión
Wo: Peso original
Wf: Peso final

Agua (NTP 334.088)

En concreto el agua es el elemento por cual el cemento experimenta reacciones que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para producir un material sólido con los agregados.

Requisitos de calidad

Básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto. Si el agua es potable, se supone que sus características físico-químicas son adecuadas para hacer concreto, excepto por la posibilidad de que contenga alguna sustancia saborizante.

Agua de mezclado

Corresponde al volumen de agua por metro cúbico de concreto en el diseño, tiene dos fases:

- Agua de Hidratación: Es la que reacciona químicamente con el cemento, lo hidrata formando el gel o pasta hidratada. Recibe el nombre de no evaporable porque a una temperatura de 110°C no se produce evaporación.
- Agua Evaporable: Es la parte de agua de mezclado que es capaz de agitarse a 110°C. Se divide en tres fases:
- Agua de Absorción: Es una capa molecular de agua que es atraída por el gel del cemento.
- Agua Capilar: Es la que ocupa los poros entre los granos del cemento. Las aguas de absorción y capilar ocupan un 77% de estas aguas.
- Agua Libre: Es la que realmente evapora, o sea la que se pierde dentro del agua de mezclado en " Condiciones de Secado".

Agua de curado

Es el agua que necesita el concreto para hidratar eficientemente el cemento. El agua en el concreto debe de ser mínimo del 48%, hay tres factores que influyen

en la cantidad de agua en una mezcla: la relación A/C, la humedad ambiental y la diferencia de densidades de los materiales.

Tabla 14: Valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas en el agua para la elaboración del concreto (valores en partes por

IMPUREZAS	Tipos de cemento	
	Cementos ricos en calcio	Cementos resistentes a los sulfatos (RS)
Sólidos en suspensión en aguas naturales (limos y arcillas), máximo	2000	2000
Sólidos en suspensión en aguas recicladas (finos de cemento y agregados), máximo	50000	35000
Cloruros como Cl:		
Para concreto con acero de presfuerzo y piezas de puentes, máximo	400	600
Para concreto reforzados que están en ambiente húmedo o en contacto con metles como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares, máximo	700	1000
Sulfatos como SO ₂ , máximo	3000	3500
Magnesio como Mg, máximo	100	150
Carbonatos como CO ₃ , máximo	600	600
Bióxido de carbono disuelto como CO ₂ , máximo	5	3
Alcalis totales como Na, máximo	300	450
Total de impurezas en solución, máximo	3500	4000
Grasas o aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido, máximo)	150	150
Potencial de hidrogeno (PH), mínimo	6	6.5

millón). (**Características de los materiales 2003**)

ADITIVO AIR MIX 200

AIR MIX 200 es un aditivo líquido, a base de resinas tenso activas modificadas, que incorporan una cantidad controlada de micro burbujas, de acuerdo con la dosis recomendada. AIR MIX 200 es un producto libre de cloruros y cumple con la norma ASTM-C-260 como aditivo incorporador de aire.

Propiedades

Apariencia : Líquido
 Color : Ámbar
 Densidad : 1.03 + 001 kg/l

Aplicaciones principales

Concreto premezclado
 Concreto estructural
 Construcción de concreto masivo
 Concreto para pavimento
 Concreto para exteriores expuesto a condiciones de congelamiento y descongelamiento
 Concretos sometidos a bajas temperaturas

Características/beneficios

Reduce la segregación del concreto

Minimiza la exudación en el concreto

Incrementa la cohesión en el concreto, reduciendo la vibración y el tiempo de colocación.

Incrementa la trabajabilidad del concreto

Permite reducciones de la relación A/C

Incrementa el bombeo del concreto

Incrementa la resistencia química del concreto, (sales)

Incrementa la impermeabilidad del concreto

Protege al concreto de los ciclos de hielo deshielo

Se obtienen concretos con mejor apariencia (caravista)

Dosificación

0.02 ~ 0.07% del peso del cemento, incorporando del 3 – 5% de aire.

Direcciones para su uso AIR MIX 200

Se suministra listo para su uso. Debe mezclarse la cantidad dosificada de AIR MIX 200 al agua de amasado, preferiblemente por medio de un dosificador manteniendo la mezcla en movimientos por espacio de 5 minutos. Cuando utilice este producto con otros aditivos, estos se deben adicionar separadamente para asegurar una apropiada y mayor uniformidad de la mezcla.

AIR MIX 200 es compatible con el reductor de agua WR-51, acelerante Accelguard 80 y el impermeabilizante Euco 1 PLUS. Para un mejor comportamiento del incorporador de aire AIR MIX 200 se debe tener especial cuidado en:

- Granulometría de la mezcla, especialmente para controlar partículas finas
- El contenido de aire no debe exceder del 6%
- El tiempo de mezcla, se debe incrementar en un 25% para obtener una mejor formación de micro burbujas.

El contenido de aire incluido depende de:

- Temperatura ambiente
- Finura del cemento
- Asentamiento del concreto
- Relación agua : cemento
- Dosis de cemento por m³
- Relación agregados finos / agregados gruesos - Tiempo de mezclado
- Tipo de mezclado

Diseño de mezclas método módulo de fineza de la combinación de agregados

Como consecuencia de las investigaciones realizadas se ha podido establecer una ecuación que relaciona el módulo de fineza de los agregados fino y grueso, así como su participación porcentual en el volumen absoluto total del agregado.

Tabla 15: Fórmula del Método de Combinación de Agregados

Módulo de fineza de la combinación de agregados	
$m_c = r_f * m_f + r_g * m_g$	
m_c	: Módulo de fineza de la combinación de agregados.
m_f	: Módulo de fineza del agregado fino.
m_g	: Módulo de fineza del agregado grueso.
r_f	: Porcentaje del agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.
r_g	: Porcentaje del agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado.

Y conociendo que $r_f + r_g = 100\%$; se tiene la siguiente ecuación:

Tabla 16: Fórmula del Porcentaje de Agregado Grueso

Agregado Grueso
$rf = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \times 100$

Resistencia Requerida.

Según Norma E.060-2009, Cuando una instalación productora de concreto no tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de S_s , f'_{CR} debe determinarse de la tabla 17.

Tabla 17: Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra. (NTE.E.060, 2009)

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'_c < 21 \text{ MPa}$	$f'_{CR} = f'_c + 7.0 \text{ MPa}$
$35 \text{ MPa} < f'_c < 35 \text{ MPa}$	$f'_{CR} = f'_c + 8.5 \text{ MPa}$
$f'_c > 35 \text{ MPa}$	$f'_{CR} = 1.1f'_c + 5.0 \text{ MPa}$

Elección del asentamiento (Slump)

Según Laura (2008) si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la tabla 18.

Tabla 18: *Consistencia y asentamientos. (Laura Huanca S, 2008)*

Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Húmeda	≥ 5"	Muy Trabajable

Selección de tamaño máximo del agregado

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. La Norma Técnica de Edificación E. 060 prescribe que el agregado grueso no deberá ser mayor de:

- 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados
- 1/3 del peralte de la losa
- 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.

La tabla 19 preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con diferentes tamaños máximos de agregado, consistencia y el perfil del mismo.

Tabla 19: Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregado.
(ACI 211 y ACI 318)

ASENTAMIENTO	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	111
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Cont. De aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	
Promedio recomendable para el contenido total de aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Elección de la relación agua/cemento (a/c)

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, como vemos en la tabla 21; de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones.

Tabla 20: Relación agua / cemento por resistencia (Rivva López E, 2010)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (kg/cm ²) f'cr	RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN PESO PARA AGREGADO GRUESO DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL INDICADO		
	3/8	3/4	1 1/2
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

Esta tabla ha sido confeccionada por un grupo de investigadores de la Nacional Ready Mixed Concrete Association.

Los valores corresponden a concretos sin aire incorporado. En concretos con aire incorporado, la reacción agua/cemento deberá estimarse sobre la base de la reducción del 5% en la resistencia por cada 1% de aire incorporado.

Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino

Las investigaciones realizadas en la Universidad de Maryland han permitido establecer que la combinación de los agregados fino y grueso, cuando éstos tienen granulometrías comprendidas dentro de los límites que establece la Norma ASTM C 33, debe producir un concreto trabajable en condiciones ordinarias. En la tabla 21 observamos los módulos de finura de la combinación de agregados.

Tabla 21: Módulo de finura de la combinación de agregados (Rivva López, 2010)

TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO	MODULO DE FINURA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS, EL CUAL DA LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN SACO POR METRO CÚBICO INDICADOS			
	6	7	8	9
3/8	3.96	4.04	4.11	4.19
½	4.46	4.54	4.61	4.69
¾	4.96	5.04	5.11	5.19
1	5.26	5.34	5.41	5.49
1 ½	5.56	5.64	5.71	5.79
2	5.86	5.69	6.01	6.09
3	6.16	6.29	6.31	6.39

Ensayo de Compresión del Concreto (ASTM C 39M -14)

Las mezclas de concreto (Hormigón) se pueden diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en unidades de libra-fuerza por pulgada cuadrada (psi) en unidades corrientes utilizadas en EEUU o en mega pascales (MPa) en unidades SI.

El valor de $f'c$ (resistencia a la compresión) se utiliza generalmente como indicador de la calidad del concreto. Es claro que pueden existir otros indicadores más importantes dependiendo de las solicitaciones y de la función del elemento estructural o estructura.

Por ejemplo, en el diseño de pavimentos la resistencia a la tracción por flexión es un indicador importante. Otro indicador importante puede ser la durabilidad.

Las Normas o Códigos relacionan muchas de las características mecánicas del concreto (módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia al corte, adherencia, etc.) con el valor de $f'c$.

La resistencia a la compresión se determina a partir de ensayos de laboratorio en probetas estándar cargadas axialmente. Este ensayo se utiliza para monitorear la resistencia del concreto tanto para el control de la calidad como para la aceptación del concreto fabricado. La confección de las probetas y el ensayo están reguladas por las Normas (ASTM) y en ellas se especifica:

- El proceso de confección de las probetas.
- El tamaño de las probetas. Normalmente se utilizan probetas cilíndricas 6"x12".
- El proceso de curado de las probetas ya sea en el laboratorio o en obra para las probetas denominadas curadas bajo condiciones reales de obra. Estas últimas permiten determinar la efectividad de los procesos de curado utilizados y los plazos de desencofrado y puesta en servicio de la estructura.
- El proceso de ensayo a compresión de las probetas. El ensayo puede estar controlado por carga o por deformación. Cuando el ensayo es realizado controlando la carga, normalmente la velocidad es tal que se alcanza la falla de la probeta en 2 a 3 minutos, lo cual equivale a un incremento de esfuerzo entre 2.1 y 2.8 kg/cm² por segundo aproximadamente. Cuando el control es por deformación, la velocidad de deformación unitaria es de 0.001 por minuto aproximadamente.

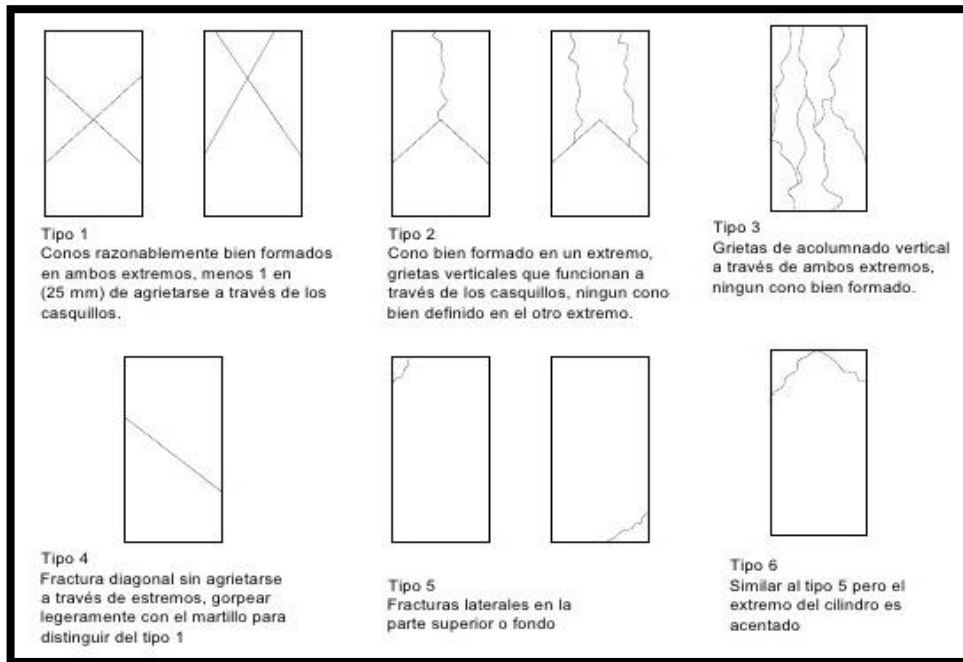


Figura 5: Tipo de fallas

Módulo de elasticidad del Concreto

Para estimar las deformaciones en elementos o estructuras de concreto armado, debidas a las cargas de corta duración, donde es posible asumir para el concreto una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones sin errores importantes, es necesario definir un valor del módulo de elasticidad. Las curvas esfuerzo - deformación del concreto no son lineales, por lo tanto el concepto convencional de módulo de elasticidad, como el que empleamos para el acero, no es correcto. Sin embargo para esfuerzos bajos de hasta 0.4 a 0.5 f'c el suponer un comportamiento lineal no conlleva a errores importantes.

La figura 6 muestra las distintas definiciones que puede adoptar el módulo de elasticidad del concreto simple: el módulo tangente inicial, el módulo tangente en un punto determinado de la curva y el módulo secante entre dos puntos de la misma. Esta última definición es la más utilizada para cargas de corta duración y se suele calcular para un esfuerzo cercano a 0.5 f'c. El módulo de elasticidad tangente inicial, normalmente es un 10% mayor que la de la secante.

Las Normas ASTM (C469-94) especifican la manera de calcular el módulo secante a partir de los ensayos de compresión en probetas estándar de concreto.

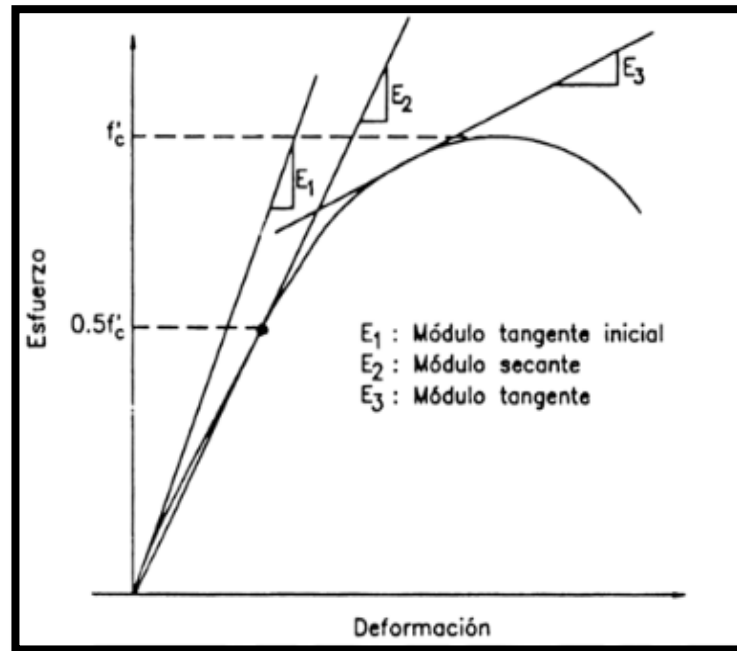


Figura 6: Grafica de Esfuerzo – Deformación Unitaria del Concreto

El módulo de elasticidad del concreto depende de muchas variables, entre las principales están:

- El módulo de elasticidad de la pasta de cemento (matriz). Un incremento en la relación w/c aumenta la porosidad de la pasta reduciendo el módulo de elasticidad (E_c) en consecuencia hay dependencia entre E_c y f'_c .
- El módulo de elasticidad de los agregados. Los agregados de peso normal tienen un módulo que varía entre 1.5 a 5 veces el módulo de elasticidad de la pasta. Por lo tanto el tipo de agregado y la cantidad presente en la mezcla influyen fuertemente en el valor de E_c .

2.3. Marco conceptual

Ensayo de laboratorio: Propiedades de los Agregados

Determinación del Peso específico (masa, aparente, suturado superficialmente seco) del agregado fino y del grueso

Análisis Granulométrico del agregado fino y del grueso

Contenido de Humedad del agregado fino y del grueso

Porcentaje de Absorción del agregado fino y del grueso

Pesos unitarios secos sueltos y compactados del agregado fino y del grueso

Ensayo de laboratorio: Resistencia a la compresión de concreto

La resistencia de ruptura a la compresión de cilindros de concreto, es la relación de la carga máxima aplicada en el momento de la falla y el área transversal en que se aplica la carga. El procedimiento es el siguiente: Se retiran los cilindros de concreto de la pila de curado un día antes de las pruebas, se ponen a secar sobre el sol durante un rato para que pierdan el agua superficial. Se mide el diámetro \varnothing = Diámetro en centímetros (cm) y de esta manera se calcula el área transversal colocamos el testigo de concreto a la prensa hidráulica y esperamos la resistencia a la que se agrieta el concreto.



Figura 7: Ensayo de Compresión de probetas de concreto

Ensayo de laboratorio: SLUMP del concreto

Este ensayo se le hace al concreto fresco para determinar, su consistencia o fluidez. Cono de asentamiento o Slump (cono de Abrams). Es una prueba sencilla, fácil de hacer y relativamente de bajo costo, constituye un medio adecuado para controlar la uniformidad de las mezclas. El procedimiento es el siguiente: Sujetamos con los pies el molde y procedemos a vaciar la mezcla al cono en una primera capa, dándole 25 golpes con la varilla de puntas redondeadas. Luego se vacía la segunda capa, repitiendo los 25 golpes con la varilla. Por último, se llena por completo el cono le Abrams para luego procedemos a sacar suavemente el molde y medimos el asentamiento.

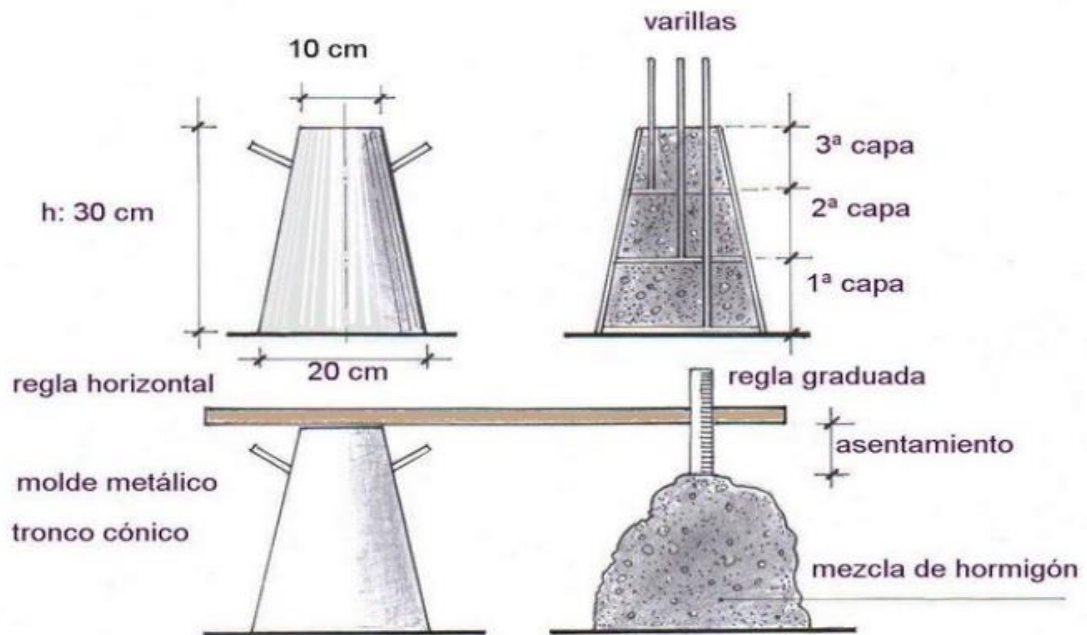


Figura 8: Cono de Abrams

Ensayo de laboratorio: Contenido del aire total del concreto

Este método de ensayo cubre la determinación del contenido de aire en el concreto hidráulico recién mezclado, mediante la observación de cambio de volumen del concreto producido por un cambio en la presión. Es un medidor de aire que consiste en un recipiente de medición y una tapa ensamblada. El principio operacional de este medidor consiste en igualar un volumen conocido de aire, a una presión conocida, en una cámara de aire sellada, con el volumen desconocido de aire en la muestra de concreto; el indicador del medidor de presión se calibra en términos del porcentaje de aire para la presión observada en la que tiene lugar la igualación.

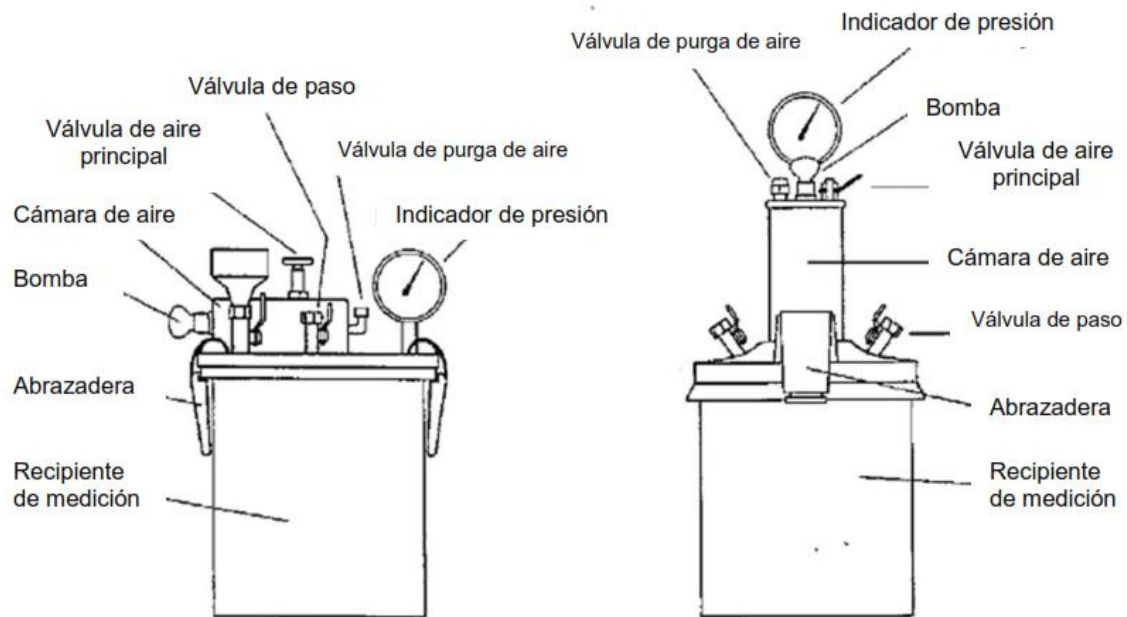


Figura 9: Olla de Washigton

2.4. Definición de términos básicos

Agregado reciclado, a menos de que se indique lo contrario, se refiere a agregados hechos a partir de RCD, RCD de concreto o concreto de desecho (e incluye agregados finos y gruesos a menos de que se indique lo contrario).

Agregados de concreto reciclado se refiere a agregados hechos a partir de agregados reciclados. Concreto con agregados de desecho indica concreto con un contenido de agregados reciclados.

Concreto reciclado se refiere al concreto de desecho o RCD de concreto desviado de las corrientes de desecho y reutilizado o recuperado para su uso en un nuevo producto.

Concreto recuperado es el concreto que ha sido recuperado de concreto de desecho o RCD y que puede ser reutilizado o reciclado.

RCD indica residuos de construcción y demolición. Incluye concreto, acero, vidrio, mampostería, asfalto y otros materiales que se encuentran en sitios de construcción o demolición; también en sitios de construcción de obras de ingeniería civil como vías y puentes.

RCD de concreto identifica al concreto en todas sus formas encontrado en residuos de construcción y demolición. Incluye elementos de concreto, partes, piezas y bloques recuperados durante las actividades de construcción y demolición. Puede ser extraído directamente de los sitios o de los materiales de construcción y demolición una vez han sido separados.

Reciclaje de concreto se refiere al proceso que pretende evitar el desecho del concreto (por ejemplo, en rellenos sanitarios o vertederos municipales).

CAPÍTULO III
PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis:

La incorporación del aditivo AIR MIX 200 incrementa hasta un 5% el contenido total de aire y disminuye hasta un 20 % la resistencia a compresión de concreto reciclados $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3.2. Variables/categóricas

3.2.1. Variable de independiente : Aditivo AIR MIX 200

3.2.2. Variable dependiente : Porcentaje total de aire y resistencia a la compresión.

3.3. Operacionalización /categorización de los componentes de la hipótesis.

Título: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c: 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Hipótesis	Definición conceptual de las variables /categorías	Definición operacional de las variables categorías			Fuente o instrumento de recolección de datos
		Variables categóricas	Dimensiones factores	Indicadores cualidades	
La incorporación del aditivo AIR MIX 200 incrementa hasta un 5% el contenido total de aire y disminuye hasta un 20 % la resistencia a compresión de concreto reciclados $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Es un aditivo líquido a base de resina tenso activas modificadas, que incorporan una cantidad controlada de micro burbujas de acuerdo con la dosis recomendada.	Aditivo AIR MIX 200	Proporción en peso de cemento	%	Ensayos de laboratorio
	Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido respectivamente	Porcentaje total de aire y la resistencia a la compresión.	Ensayo por el método de presiones y ensayo a la compresión uniaxial	%, Kg/cm^2	

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación Geográfica

Se desarrollará en el distrito de la ciudad de Cajamarca.

4.2. Diseño de la investigación

El diseño netamente será experimental, transversal y descriptivo.

En la presente Tesis, se determinará el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c$: 210 kg/cm², para lo cual se desarrollará en el siguiente estudio de investigación la comparación de la resistencia a la compresión de un concreto patrón de $f'c$: 210 Kg/cm² con un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 % 0.03 % , 0.07 % , 0.09% del peso del cemento , incorporando de 3% al 7% de aire.

Para el logro de estos objetivos se recopilará la información mediante los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, realizándose los ensayos correspondientes en el laboratorio de mecánica de suelos del Dr Ing. Wilfredo Fernández Muñoz, siguiendo las normas A.S.T.M. y A.A.S.H.T.O.

4.3. Método de investigación.

Teniendo en cuenta el propósito de la investigación y de acuerdo a lo que se indicará en esta tesis es una investigación Inductiva experimental y descriptiva.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidad de observación.

Universo: Especímenes de concreto.

Muestra: Se desarrollarán 270 especímenes de concreto teniendo en cuenta la NORMA TÉCNICA E 060:

- 30 especímenes de Concreto patrón $f'c$: 210 kg/cm².
- 60 especímenes de Concreto reciclado con porcentaje de 0.01% incorporando de 3 % al 7 % de aire a los 14 y 28 días.
- 60 especímenes de Concreto reciclado con porcentaje de 0.03% incorporando de 3 % al 7 % de aire a los 14 y 28 días.
- 60 especímenes de Concreto reciclado con porcentaje de 0.05% incorporando de 3 % al 7 % de aire a los 14 y 28 días.

- 60 especímenes de Concreto reciclado con porcentaje de 0.09% incorporando de 3 % al 7 % de aire a los 14 y 28 días.

Se realizan las pruebas de 30 especímenes de concreto según el ítem ACI 211 análisis estadísticos en concreto y verificando las recomendación de los indicadores estadísticos 6.0 Basado en el ACI 318. (Ver Anexo 1).

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Las técnicas a utilizar serán cuantitativas, donde se medirán las variables del diseño de mezcla con sus respectivas dosificaciones con equipos e instrumento en el laboratorio de acuerdo a las normas nacionales e internacionales NTP – ASTM correspondientes.

Se realizaron ensayos en la olla de Washington para medir el aire incorporado en el concreto reciclado. Ver Anexo 1

Se obtuvieron las muestras del concreto reciclado de pavimentos simples encontrados en Cajamarca, luego se llevaron a la planta de chancado Acosta para triturar el concreto y convertirlo en agregado grueso para realizar las pruebas correspondientes.

En el laboratorio se utilizaron las proporciones de Air Mix 200 según los diseños de mezcla pre establecidos, se consideró una muestra patrón.

Se realizaron comparaciones entre la resistencia de a muestra patrón y la resistencia del concreto incorporando el Air Mix 200.

4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de información

Técnicas:

- Observación directa.
- Instrumentos

Análisis de información:

Se utilizará Microsoft Excel 2013

4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.

Materiales

- Concreto reciclado
- Cemento
- Agregado fino
- Agregado grueso
- Aditivo incorporador de aire

- Agua
- Materiales de escritorio

Equipos

- 01 mezcladora de $\frac{1}{2}$ pie³.
- Moldes de concreto.
- 01 carretilla.
- Probetas.
- Balanza.
- Juego taras.
- Juego de tamices.
- Mortero.
- Espátula.
- Balanzas electrónicas.
- Molde de peso unitario
- Máquina de Los Ángeles.
- Speedy (contenido de humedad)
- Equipo para peso específico y absorción.
- Estufa (110 °C).
- Cono de Abrams
- Olla de Whashington

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Título: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS F`C: 210 KG/CM²

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables categorías	Dimensiones factores	Indicadores cualidades	Fuente o instrumento de recolección de datos	Metodología	Población y muestra
	Determinar el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados f`c: 210 Kg/cm ² .		Independiente Aditivo AIR MIX 200	ml	especímenes			
¿Cuál es el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire y en la resistencia a compresión de concretos reciclados f`c: 210 Kg/cm²?	Determinar la resistencia a compresión de un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 % 0.03 %, 0.07% y 0.09% del peso del cemento, incorporando de 3% al 7% de aire. Comparar la resistencia a la compresión de un concreto patrón de f`c: 210 Kg/cm ² con un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 % 0.03 %, 0.057 % y 0.09% del peso del cemento, incorporando de 3% al 7% de aire.	La incorporación del aditivo AIR MIX 200 incrementa hasta un 5% el contenido total de aire y disminuye hasta un 20 % la resistencia a compresión de concreto reciclados f`c = 210 Kg/cm ²	Dependiente Total de aire La resistencia a la compresión.	 % Kg/cm ²	 %	Ensayos de laboratorio	Inductivo, obtención de datos mediante ensayos de laboratorio	270

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

Resultados del análisis de las características de los agregados

Según los ensayos realizados acorde con las normas y reglamentos que se indican, se obtuvo las siguientes características de los agregados:

Agregado fino

- Peso específico de masa (ASTM C 128 / NTP 400.022) = **2.56 gr/cm³**
- Peso específico SSS (ASTM C 128 / NTP 400.022) = **2.61 gr/cm³**
- Peso específico aparente (ASTM C 128 / NTP 400.022) = **2.69 gr/cm³**
- Absorción (ASTM C 128 / NTP 400.022) = **1.89%**
- Peso unitario suelto seco del agregado fino
(ASTM C 29 / NTP 400.017) = **1679 Kg/m³**
- Peso unitario compactado seco del agregado fino
(NTP 400.017 / ASTM C 29) = **1825 Kg/m³**
- Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico
(A.S.T.M. C 136/ NTP 400.012) = **3.14**
- Material más fino que el tamiz N° 200
(A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018) = **3.27%**

Agregado grueso

- Tamaño máximo nominal = **1/2"**
- Peso específico de masa (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.54 gr/cm³**
- Peso específico SSS (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.59 gr/cm³**
- Peso específico aparente (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.66 gr/cm³**
- Absorción (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **1.71%**
- Peso unitario suelto seco del agregado grueso
(ASTM C 29 / NTP 400.017) = **1468 Kg/m³**
- Peso unitario compactado seco del agregado grueso
(NTP 400.017 / ASTM C 29) = **1626 Kg/m³**
- Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico
(A.S.T.M. C 136/ NTP 400.012) = **6.37**
- Material más fino que el tamiz N° 200

- (A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018) = **0.23%**
- Ensayo de abrasión (A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019) = **26.78%**

Agregado grueso reciclado

- Tamaño máximo nominal = **1/2"**
- Peso específico de masa (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.27 gr/cm³**
- Peso específico SSS (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.41 gr/cm³**
- Peso específico aparente (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **2.64 gr/cm³**
- Absorción (ASTM C 127 / NTP 400.021) = **6.28%**
- Peso unitario suelto seco del agregado grueso
(ASTM C 29 / NTP 400.017) = **1263 Kg/m³**
- Peso unitario compactado seco del agregado grueso
(NTP 400.017 / ASTM C 29) = **1381 Kg/m³**
- Módulo de finura, obtenido del análisis granulométrico
(A.S.T.M. C 136/ NTP 400.012) = **6.32**
- Ensayo de abrasión (A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019) = **43.93%**

Cemento

El cemento a utilizar es un cemento Portland Tipo I (ASTM C-150), de peso específico = **3.11 gr/cm³**.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos al agregado fino de la cantera "Acosta (Rio Chonta)" Baños del Inca – Cajamarca, se puede señalar que:

- La curva granulométrica agregado fino cumple con el uso granulométrico M de la norma N.T.P. 400.037.
- El módulo de finura y el peso específico del agregado fino indicó que es un agregado adecuado para elaborar concretos.
- El peso unitario del agregado fino se ajustó a los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, lo cual es un indicador de calidad del agregado.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los ensayos al agregado grueso de la cantera "Acosta (Rio Chonta)" Baños del Inca – Cajamarca, se puede señalar que:

- El tamaño máximo nominal del agregado grueso fue elegido teniendo en consideración que el concreto elaborado en la presente investigación se

utilizará en concretos proyectados, prefabricados y pavimentos y será de 1/2".

- La curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N° 7 indicado en la norma ASTM C 33.
- El módulo de finura y el peso específico del agregado grueso indica que es un agregado adecuado para elaborar concretos de alta resistencia.
- El peso unitario del agregado grueso se ajusta a los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, lo cual es un indicador de calidad del agregado.

Diseño de mezcla

Se realizaron 9 diseños de mezcla siguiendo el método de la combinación de agregados, elaborándose 30 especímenes de concreto por cada diseño, que se detalla en el Anexo 1.

Resultados de los ensayos a compresión

Los ensayos a compresión han sido realizados con los especímenes obtenidos del diseño mezclas de concreto y ensayados acorde con la norma técnica A.S.T.M C-39, según el tipo de mezcla a las edades indicadas.

Con cada uno de los diseños de mezcla se realizó los ensayos a compresión a edades de 14 y 28 días, de los cuales se obtuvo la resistencia promedio obtenida y el porcentaje equivalente con respecto a la resistencia de diseño, lo que permitirá cumplir con los objetivos planteados.(Ver Anexos 1)

Curvas de esfuerzo vs deformación unitaria.

Las curvas o diagramas de esfuerzo vs deformación unitaria, se hacen con la finalidad de conocer la forma de rotura que presentan los especímenes de concreto, estas gráficas son obtenidas a partir de los ensayos a compresión uniaxial de los especímenes de concreto, con los cuales se hace una medición de las deformaciones con la que se determina la deformación unitaria, llegando a obtener las curvas de esfuerzo y deformación unitaria.

El término deformaciones elásticas es un poco confuso, puesto que la curva esfuerzo-deformación para el concreto no es una línea recta aun a niveles normales de esfuerzo ni son enteramente recuperables las deformaciones.

Pero, eliminando las deformaciones plásticas de esta consideración, la porción inferior de la curva esfuerzo-deformación instantánea, que es relativamente recta, puede llamarse convencionalmente elástica. Entonces es posible obtener valores para el módulo de elasticidad del concreto.

El módulo varía con diversos factores, notablemente con la resistencia del concreto, la edad del mismo, las propiedades de los agregados y el cemento.

Aún más, el módulo puede variar con la velocidad de la aplicación de la carga y con el tipo de muestra o probeta, ya sea un cilindro o una viga.

El módulo de elasticidad es un parámetro muy importante en el análisis de las estructuras de concreto ya que se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales, y a raíz de los terremotos, se han hecho cambios, estos cambios demandan valores mínimos para el módulo de elasticidad dependiendo del tipo de concreto que se emplee en la obra, por lo tanto ahora, además de la $f'c$ se debe garantizar E_c . (Ver Anexo 1).

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En la tabla 22 se presenta el cuadro resumen de resultados, en el que se muestra la resistencia promedio a la compresión de los especímenes de concreto y su respectivo porcentaje con respecto a la resistencia de diseño ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$)

Tabla 22: Resumen de resultados de los ensayos a la compresión de los especímenes de concreto.

Diseño	Dosificación en (%)	Edad 14 días		Edad 28 días	
		Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida	Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida
1	Patrón	189.75	90.36	223.05	106.21
2	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	179.10	85.28	212.38	101.13
3	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	178.52	85.01	211.06	100.51
4	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	183.32	87.30	210.41	100.20
5	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	181.14	86.43	208.80	99.43
6	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	180.4	85.90	207.76	98.94
7	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	179.3	85.38	207.05	98.60
8	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	178.55	85.03	203.23	96.78%
9	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%	178.2	84.86	202.45	96.41%

Tabla 23: Resumen de resultados de los ensayos a la compresión de los especímenes de concreto.

Diseño	Dosificación en (%)	Edad 56 días		Edad 84 días	
		Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida	Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida
1	Patrón				
2	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3.3%	202.39	96.37	200.67	95.55
3	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 7.4%	201.46	95.93	199.68	95.08
4	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 4.1%	202.61	96.48	201.99	96.187
5	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 7.8%	201.46	95.93	200.85	95.64
6	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 4.2%	200.56	95.50	200.30	95.38
7	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 7.4%	200.24	95.35	192.64	91.73
8	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 2.7%	193.51	92.15	192.60	91.71
9	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 8.3%	202.39	96.37	197.37	93.38

Tabla 24: Resumen Total de la incorporación de Aire Mix 200 en el concreto reciclado.

FECHA	DOSIFICACIÓN MUESTRA	CONTENIDO AIRE %	ESPECÍMENES Muestra
24-10-2016	PATRON	1-1.5	30
25-10-2016	0.01 %	3.3-7.9	30
26-10-2016	0.03 %	3.1-7.4	30
27-10-2016	0.07%	4.1-6.9	30
28-10-2016	0.09 %	2.9-7.8	30
29-10-2016	0.01 %	4.2-6.9	30
30-10-2016	0.03 %	3.7-7.4	30
31-10-2016	0.07%	2.7-7.8	30
01-11-2016	0.09 %	4.2-8.3	30

5.3. Contrastación de hipótesis

Para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ Kg/cm², se elaboró 9 diseños de mezcla, 01 patrón, adicionando 0.01%, 0.03%, 0.05% ,0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3% y 7%, determinándose los siguientes resultados:

Con respecto a la contrastación de la hipótesis la incorporación del 5% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3% disminuye la resistencia a la compresión a los 14 y 28 días de 4.93% y 6.85% respectivamente.

La incorporación del 5% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 7% disminuye la resistencia a la compresión a los 14 y 28 días de 5.51% y 7.17% respectivamente.

Tabla 25: Variación de la resistencia máxima a la compresión a los 14 y 28 días en comparación con la muestra patrón.

Diseño	Dosificación en (%)	Edad 14 días		Edad 28 días		% Variación	
		Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida	Resistencia máxima Kg/cm ²	% Obtenida	Edad 14 días	Edad 28 días
1	Patrón	189,75	90.36	223,05	106.21		
2	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%	179,1	85.28	212,38	101.13	5,61	4,78
3	0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%	178,52	85.01	211,06	100.51	5,92	5,38
4	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%	183,32	87.30	210,41	100.20	3,39	5,67
5	0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%	181,14	86.43	208,8	99.43	4,54	6,39
6	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%	180,4	85.90	207,76	98.94	4,93	6,85
7	0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%	179,3	85.38	207,05	98.60	5,51	7,17
8	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%	178,55	85.03	203,23	96.78%	5,90	8,89
9	0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%	178,2	84.86	202,45	96.41%	6,09	9,24

CONCLUSIONES

Se determinó en la presente investigación que el efecto de la incorporación del aditivo AIR MIX 200 en el contenido total de aire baja la resistencia a compresión de concretos reciclados $f'c$: 210 Kg/cm²

Se determinó la resistencia a compresión de un concreto reciclado con la incorporación del aditivo AIR MIX 200.

- Del 0.01% incorporando un aire de 3 al 7% la resistencia a los 14 días es 179.10 Kg/cm² y a los 28 días es de 212.38 Kg/cm² respectivamente.
- Del 0.03% incorporando un aire de 3 al 7% la resistencia a los 14 días es 183.32 Kg/cm² y a los 28 días es de 210.41 Kg/cm² respectivamente.
- Del 0.05% incorporando un aire de 3 al 7% la resistencia a los 14 días es 180.4 Kg/cm² y a los 28 días es de 207.76 Kg/cm² respectivamente.
- Del 0.09% incorporando un aire de 3 al 7% la resistencia a los 14 días es 178.55 Kg/cm² y a los 28 días es de 203.23 Kg/cm² respectivamente.

La comparación de la resistencia a la compresión de un concreto patrón de $f'c$: 210 Kg/cm² con un concreto reciclado con la incorporación de un agente inclusor de aire AIR MIX 200 en proporción 0.01 %, 0.03 %, 0.07 %, 0.09% del peso del cemento, del 3% al 7% de aire varía:

- A los 14 días de 178.2 Kg/cm² hasta 189.75 Kg/cm² en un porcentaje de 5.5%
- A los 28 días de 202.45 Kg/cm² hasta 223.05 Kg/cm² en un porcentaje 9.43%

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

Se recomienda utilizar al 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del 3% existe una variación a los 14 días de 3.39% referente a la resistencia máxima a la compresión para cualquier tipo de estructura a construir.

Se recomienda usar el concreto reciclado para concretos simples, es decir autopistas, calles, puentes, sistemas de riego, aceras entre otras.

Se recomienda seguir con las investigaciones en esta rama de ingeniería, en otros porcentajes del aditivo AIR MIX 200 incorporando aire diferentes tipos de climas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Artículo en la revista Construction Equipment (Recycled Concrete: First Rate in Second Life)
2. Asencio (2015). "Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión del concreto $f'c:210 \text{ kg/cm}^2$ "
3. Federal Highway(2007) Association el documento "Use of Recycled Pavent as Aggregate in Hydraulic-Cement Concrete Pavement" (FHWA Technical Advisory T-5040.7)"
4. INDECOPI (h). (2011). NTP 400.010.2011 AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. Lima: INDECOPI.
5. INDECOPI (i). (2013). NTP 400.011.2008 (revisada el 2013) AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). Lima: INDECOPI.
6. López, J. (2012). Problemática y propuesta de gestión ambiental en la ciudad de Laredo, Trujillo, Perú. Ciencia y Tecnología, 191-207.
7. Marroquín (2012). "Reciclaje de Desechos de Concreto y Verificación de Características Físicas y Propiedades Mecánicas",
8. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma Técnica de Edificación E-060 Concreto Armado. Lima: MVCS.
9. Moro 2014. "incorporación de aditivos en hormigones reciclados"
10. Norma ASTM C 33: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.
11. Norma ASTM C 150: Especificación Normalizada para Cemento Portland
12. Normas NTP 339.034 - ASTM C-39.
13. NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.
14. NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
15. NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
16. NTP 400.022: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
17. NTP 400.019: método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la abrasión del agregado grueso.
18. NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar el peso unitario de los agregados.
19. NTP 400.018: Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz 75um (N°200) por lavado en agregados.
20. NTP 339.035 ASTM C143: asentamiento del concreto fresco

21. NTP 339.033 - ASTM C31: elaboración y curado de probetas cilíndricas en obra.
22. Rivva López, E. (1998). Tecnología del Concreto. Lima-Perú. S.CR.L., 290.
23. Rivva López, E. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Lima-Perú. Hozlo S.CR.L., 290.
24. Tafur(2015).“Estudio del Comportamiento Físico-Mecánico del Concreto Diseñado y Elaborado con Agregado Grueso Reciclado en la Ciudad de Cajamarca”

ANEXO FOTOGRÁFICO



FOTO N° 1: Reciclando material de concreto.



FOTO N° 2: Movilización de materiales para ser sometido.



FOTO N° 3: Triturando el material reciclado en la Planta de chancado Acosta.



FOTO N° 4: Material reciclado chancado en la Planta Acosta



FOTO N° 5: Recibiendo el material triturado.



FOTO N° 6: Obteniendo el material – Agregado grueso.



FOTO N° 7: Planta Acosta, movilización de fajas.



FOTO N° 8: Planta Acosta vista global.



FOTO N° 9: Planta Acosta – Aglomeracion de material .



FOTO N° 10: Laboratorio– Realización del ensayo .



FOTO N° 11



FOTO N° 12:

Laboratorio- Realización del ensayo.



FOTO N° 13



FOTO N° 14:

Laboratorio- Realización del ensayo.



FOTO N° 15



FOTO N° 16:

Laboratorio– Realización de ensayo a compresión.



FOTO N° 15



FOTO N° 16:

Laboratorio– Realización de ensayo a compresión

ANEXOS

ENSAYOS DE

LABORATORIO

Diseño mezcla patrón

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ sin adiciones para ser evaluado a la compresión a los 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	1027 Kg
Agregado grueso seco	816 Kg
Aire atrapado	1.5 %

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	192.7 Lts
Agregado fino húmedo	1059 Kg
Agregado grueso húmedo	819 Kg
Aire atrapado	1.5 %

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210$ Kg/cm² con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.01% por peso de cemento, incorporando un aire del 3%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	959 Kg
Agregado grueso reciclado seco	787 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.032 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.5 Lts
Agregado fino húmedo	989 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	820 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.032 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.01% por peso de cemento, incorporando un aire del 7%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	900 Kg
Agregado grueso reciclado seco	739 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.032 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.3 Lts
Agregado fino húmedo	928 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	770 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.032 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210$ Kg/cm² con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.03% por peso de cemento, incorporando un aire del 3%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	959 Kg
Agregado grueso reciclado seco	787 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.095 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.5 Lts
Agregado fino húmedo	989 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	820 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.095 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.03% por peso de cemento, incorporando un aire del 7%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	900 Kg
Agregado grueso reciclado seco	739 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.095 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.3 Lts
Agregado fino húmedo	928 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	770 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.095 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.05% por peso de cemento, incorporando un aire del 3%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	959 Kg
Agregado grueso reciclado seco	787 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.158 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.5 Lts
Agregado fino húmedo	989 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	820 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.158 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.05% por peso de cemento, incorporando un aire del 7%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	900 Kg
Agregado grueso reciclado seco	739 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.158 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.3 Lts
Agregado fino húmedo	928 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	770 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.158 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 3%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.09% por peso de cemento, incorporando un aire del 3%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	958 Kg
Agregado grueso reciclado seco	786 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.284 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.5 Lts
Agregado fino húmedo	988 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	819 Kg
Aire atrapado	4.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.284 Lts

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo

AIR MIX 200 incorporando un aire del 7%

En esta mezcla, se ha considerado la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con una dosificación de aditivo AIR MIX de 0.09% por peso de cemento, incorporando un aire del 7%, el cual será evaluado a la resistencia a la compresión a 14 y 28 días.

MATERIALES DE DISEÑO POR M3

Cemento	316 Kg
Agua de diseño	195.0 Lts
Agregado fino seco	900 Kg
Agregado grueso reciclado seco	739 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.284 Lts

MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

Cemento	316 Kg
Agua efectiva	198.3 Lts
Agregado fino húmedo	928 Kg
Agregado grueso reciclado húmedo	770 Kg
Aire atrapado	8.5 %
Aditivo incorporador de aire	0.284 Lts

De los diseños de mezcla podemos decir que las proporciones encontradas han sido de acuerdo a las características de los agregados, y teniendo en cuenta con el módulo de finura que presenta tanto el agregado fino como el agregado grueso y el agregado reciclado.

Diseño mezcla patrón

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 26: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto de la mezcla patrón a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-01	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
2	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-02	33.00	210	15.10	184.28	87.75%
3	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-03	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
4	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-04	34.50	210	15.30	187.65	89.36%
5	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-05	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
6	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-06	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
7	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-07	33.50	210	15.10	187.07	89.08%
8	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-08	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
9	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-09	34.50	210	15.10	192.65	91.74%
10	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-10	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
11	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-11	35.00	210	15.30	190.37	90.65%
12	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-12	34.50	210	15.20	190.13	90.54%
13	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-13	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
14	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-14	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
15	24/10/2016	07/11/2016	14	R-P-15	35.50	210	15.30	193.09	91.95%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **189.75 Kg/cm²**, correspondiente al 90.86% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 27: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto de la mezcla patrón a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-16	41.50	210	15.20	228.70	108.91%
2	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-17	38.50	210	15.10	214.99	102.38%
3	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-18	41.50	210	15.20	228.70	108.91%
4	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-19	39.50	210	15.20	217.68	103.66%
5	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-20	41.50	210	15.10	231.74	110.35%
6	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-21	39.50	210	15.10	220.57	105.03%
7	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-22	41.00	210	15.30	223.00	106.19%
8	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-23	41.50	210	15.20	228.70	108.91%
9	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-24	41.00	210	15.20	225.95	107.59%
10	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-25	39.50	210	15.10	220.57	105.03%
11	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-26	41.50	210	15.20	228.70	108.91%
12	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-27	38.50	210	15.20	212.17	101.03%
13	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-28	40.00	210	15.20	220.44	104.97%
14	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-29	39.50	210	15.20	217.68	103.66%
15	24/10/2016	21/11/2016	28	R-P-30	40.50	210	15.10	226.16	107.69%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **223.05 Kg/cm²**, correspondiente al 106.21% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 28: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-1	32,50	210	15,10	181,48	86,42%
2	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-2	32,50	210	15,20	179,10	85,29%
3	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-3	34,50	210	15,30	187,65	89,36%
4	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-4	34,50	210	15,20	190,13	90,54%
5	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-5	32,50	210	15,10	181,48	86,42%
6	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-6	35,00	210	15,20	192,88	91,85%
7	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-7	30,00	210	15,20	165,33	78,73%
8	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-8	31,50	210	15,20	173,59	82,66%
9	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-9	32,50	210	15,20	179,10	85,29%
10	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-10	31,00	210	15,20	170,84	81,35%
11	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-11	33,50	210	15,30	182,21	86,77%
12	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-12	32,50	210	15,30	176,77	84,18%
13	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-13	30,00	210	15,20	165,33	78,73%
14	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-14	32,00	210	15,10	178,69	85,09%
15	25/10/2016	08/11/2016	14	R-0.01-3-15	33,00	210	15,20	181,86	86,60%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **179.10 Kg/cm²**, correspondiente al 85.28% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 29: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-16	38,50	210	15,10	214,99	102,38%
2	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-17	39,50	210	15,20	217,68	103,66%
3	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-18	40,50	210	15,30	220,28	104,90%
4	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-19	37,00	210	15,20	203,90	97,10%
5	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-20	39,00	210	15,10	217,78	103,71%
6	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-21	36,40	210	15,20	200,60	95,52%
7	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-22	37,50	210	15,20	206,66	98,41%
8	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-23	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
9	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-24	39,50	210	15,20	217,68	103,66%
10	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-25	39,70	210	15,20	218,78	104,18%
11	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-26	38,50	210	15,30	209,41	99,72%
12	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-27	39,50	210	15,30	214,84	102,31%
13	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-28	39,00	210	15,20	214,93	102,35%
14	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-29	37,00	210	15,10	206,61	98,39%
15	25/10/2016	22/11/2016	28	R-0.01-3-30	38,00	210	15,20	209,41	99,72%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **212.38 Kg/cm²**, correspondiente al 101.13% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 30: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area sec. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-3-1	181,45839	38525	212,308	12.400	210	101,099
2	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-3-2	181,45839	38100	209,965	12.641	210	99,984
3	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-3-3	181,45839	37470	206,494	12.720	210	98,330
4	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-3-4	181,45839	38110	210,021	12.488	210	100,010

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **209.697 Kg/cm²**, correspondiente al 99 856% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 31: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando del un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area sec. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-3-1	181,46	38230	210,682	12.532	210	100,325
2	14/04/2017	07/07/2017	84	15,3	R-0.01-3-2	183,85	37120	201,899	12.760	210	96,143
3	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-3-3	181,46	38110	210,021	12.590	210	100,010
4	14/04/2017	07/07/2017	84	15,3	R-0.01-3-4	183,85	37760	205,381	12.631	210	97,800

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **206.996 Kg/cm²**, correspondiente al 98 569% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 32: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-1	30,50	210	15,10	170,32	81,10%
2	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-2	31,50	210	15,20	173,59	82,66%
3	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-3	30,50	210	15,30	165,89	79,00%
4	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-4	29,50	210	15,20	162,57	77,42%
5	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-5	32,50	210	15,10	181,48	86,42%
6	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-6	34,00	210	15,20	187,37	89,22%
7	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-7	33,00	210	15,20	181,86	86,60%
8	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-8	33,95	210	15,20	187,10	89,09%
9	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-9	29,00	210	15,20	159,82	76,10%
10	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-10	33,90	210	15,20	186,82	88,96%
11	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-11	34,50	210	15,30	187,65	89,36%
12	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-12	32,50	210	15,30	176,77	84,18%
13	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-13	32,00	210	15,20	176,35	83,98%
14	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-14	36,50	210	15,10	203,82	97,06%
15	26/10/2016	09/11/2016	14	R-0.01-7-15	32,00	210	15,20	176,35	83,98%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **178.52 Kg/cm²**, correspondiente al 85.01% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 33: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm2)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm2)	% OBTENIDO
1	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-16	39,50	210	15,10	220,57	105,03%
2	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-17	38,00	210	15,20	209,41	99,72%
3	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-18	38,50	210	15,30	209,41	99,72%
4	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-19	36,50	210	15,20	201,15	95,78%
5	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-20	36,00	210	15,10	201,03	95,73%
6	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-21	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
7	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-22	38,00	210	15,20	209,41	99,72%
8	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-23	39,50	210	15,20	217,68	103,66%
9	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-24	38,00	210	15,20	209,41	99,72%
10	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-25	39,00	210	15,20	214,93	102,35%
11	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-26	38,50	210	15,30	209,41	99,72%
12	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-27	39,50	210	15,30	214,84	102,31%
13	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-28	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
14	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-29	38,00	210	15,10	212,20	101,05%
15	26/10/2016	23/11/2016	28	R-0.01-7-30	38,50	210	15,20	212,17	101,03%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **211.06 Kg/cm2**, correspondiente al 100.51% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 34: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-7-1	181,46	37250	205,281	12.700	210	97,753
2	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-7-2	181,46	36510	201,203	12.498	210	95,811
3	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-7-3	181,46	37000	203,903	12.610	210	97,097
4	14/04/2017	09/06/2017	56	15,2	R-0.01-7-4	181,46	38400	211,619	12.500	210	100,771

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 205.50 Kg/cm², correspondiente al 97.85% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 35: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-7-1	181,46	37650	207,486	12.411	210	98,80
2	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-7-2	181,46	37175	204,868	12.489	210	97,56
3	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-7-3	181,46	38150	210,241	12.399	210	100,11
4	14/04/2017	07/07/2017	84	15,2	R-0.01-7-4	181,46	37680	207,651	12.399	210	98,88

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **207.561 Kg/cm²**, correspondiente al 98.84% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 36: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-1	33.50	210	15.10	187.07	89.08%
2	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-2	34.00	210	15.20	187.37	89.22%
3	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-3	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
4	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-4	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
5	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-5	31.50	210	15.10	175.90	83.76%
6	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-6	30.00	210	15.20	165.33	78.73%
7	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-7	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
8	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-8	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
9	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-9	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
10	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-10	33.00	210	15.20	181.86	86.60%
11	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-11	34.50	210	15.30	187.65	89.36%
12	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-12	35.50	210	15.30	193.09	91.95%
13	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-13	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
14	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-14	34.50	210	15.10	192.65	91.74%
15	27/10/2016	10/11/2016	14	R-0.03-3-15	35.50	210	15.20	195.64	93.16%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **183.32 Kg/cm²**, correspondiente al 87.30 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 37: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-16	39,50	210	15,10	220,57	105,03%
2	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-17	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
3	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-18	37,50	210	15,30	203,97	97,13%
4	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-19	37,00	210	15,20	203,90	97,10%
5	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-20	36,50	210	15,10	203,82	97,06%
6	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-21	38,40	210	15,20	211,62	100,77%
7	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-22	38,70	210	15,20	213,27	101,56%
8	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-23	39,50	210	15,20	217,68	103,66%
9	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-24	38,70	210	15,20	213,27	101,56%
10	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-25	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
11	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-26	38,50	210	15,30	209,41	99,72%
12	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-27	39,50	210	15,30	214,84	102,31%
13	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-28	36,50	210	15,20	201,15	95,78%
14	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-29	37,90	210	15,10	211,64	100,78%
15	27/10/2016	24/11/2016	28	R-0.03-3-30	37,50	210	15,20	206,66	98,41%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **210.42 Kg/cm²**, correspondiente al 100.20% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 38: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ^a Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	15/04/2017	10/06/2017	56	15,2	R-0.03-3-1	181,46	36500	201,148	12.600	210	95,78
2	15/04/2017	10/06/2017	56	15,3	R-0.03-3-2	183,85	36970	201,084	12.710	210	95,75
3	15/04/2017	10/06/2017	56	15,3	R-0.03-3-3	183,85	37670	204,891	12.628	210	97,57
4	15/04/2017	10/06/2017	56	15,2	R-0.03-3-4	181,46	37400	206,108	12.655	210	98,15

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 203.308 Kg/cm², correspondiente al 96.81% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 39: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ^a Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-3-1	181,46	37140	204,675	12.621	210	97,46
2	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-3-2	181,46	36650	201,975	12.600	210	96,18
3	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-3-3	181,46	38260	210,847	12.580	210	100,40
4	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-3-4	181,46	37000	203,903	12.580	210	97,10

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 205.350 Kg/cm², correspondiente al 97.79% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 40: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f ^c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-1	34.50	210	15.10	192.65	91.74%
2	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-2	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
3	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-3	31.50	210	15.30	171.33	81.59%
4	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-4	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
5	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-5	31.50	210	15.10	175.90	83.76%
6	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-6	30.00	210	15.20	165.33	78.73%
7	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-7	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
8	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-8	35.00	210	15.20	192.88	91.85%
9	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-9	34.50	210	15.20	190.13	90.54%
10	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-10	33.00	210	15.20	181.86	86.60%
11	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-11	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
12	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-12	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
13	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-13	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
14	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-14	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
15	28/10/2016	11/11/2016	14	R-0.03-7-15	34.50	210	15.20	190.13	90.54%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **181.14 Kg/cm²**, correspondiente al 86.43 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 41: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f _c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-16	36,500	210	15,10	203,82	97,06%
2	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-17	37,700	210	15,20	207,76	98,93%
3	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-18	36,500	210	15,30	198,53	94,54%
4	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-19	35,000	210	15,20	192,88	91,85%
5	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-20	36,830	210	15,10	205,66	97,94%
6	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-21	38,000	210	15,20	209,41	99,72%
7	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-22	35,640	210	15,20	196,41	93,53%
8	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-23	39,300	210	15,20	216,58	103,13%
9	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-24	38,000	210	15,20	209,41	99,72%
10	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-25	38,500	210	15,20	212,17	101,03%
11	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-26	38,500	210	15,30	209,41	99,72%
12	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-27	38,610	210	15,30	210,00	100,00%
13	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-28	39,000	210	15,20	214,93	102,35%
14	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-29	39,580	210	15,10	221,02	105,25%
15	28/10/2016	25/11/2016	28	R-0.03-7-30	39,000	210	15,20	214,93	102,35%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **208.80 Kg/cm²**, correspondiente al 99.43% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 42: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	15/04/2017	10/06/2017	56	15,2	R-0.03-7-1	181,46	36000	198,393	12.836	210	94,47
2	15/04/2017	10/06/2017	56	15,3	R-0.03-7-2	183,85	37620	204,619	12.682	210	97,44
3	15/04/2017	10/06/2017	56	15,1	R-0.03-7-3	179,08	37800	211,080	12.654	210	100,51
4	15/04/2017	10/06/2017	56	15,2	R-0.03-7-4	181,46	37340	205,777	12.654	210	97,99

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 204.967 Kg/cm², correspondiente al 97.60% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 43: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-7-5	181,46	35600	196,188	12.419	210	93,42
2	15/04/2017	08/07/2017	84	15,2	R-0.03-7-6	181,46	36245	199,743	12.560	210	95,12
3	15/04/2017	08/07/2017	84	15,1	R-0.03-7-7	179,08	36560	204,156	12.605	210	97,22
4	15/04/2017	08/07/2017	84	15,1	R-0.03-7-8	179,08	36990	206,557	12.605	210	98,36

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 201.661 Kg/cm², correspondiente al 96.03 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 44: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-1	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
2	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-2	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
3	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-3	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
4	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-4	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
5	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-5	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
6	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-6	31.00	210	15.20	170.84	81.35%
7	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-7	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
8	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-8	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
9	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-9	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
10	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-10	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
11	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-11	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
12	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-12	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
13	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-13	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
14	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-14	33.50	210	15.10	187.07	89.08%
15	29/10/2016	12/11/2016	14	R-0.05-3-15	32.50	210	15.20	179.10	85.29%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **180.40 Kg/cm²**, correspondiente al 85.90 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 45: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-16	40.00	210	15.10	223.37	106.36%
2	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-17	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
3	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-18	38.00	210	15.30	206.69	98.42%
4	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-19	38.50	210	15.20	212.17	101.03%
5	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-20	36.50	210	15.10	203.82	97.06%
6	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-21	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
7	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-22	37.00	210	15.20	203.90	97.10%
8	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-23	36.00	210	15.20	198.39	94.47%
9	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-24	38.00	210	15.20	209.41	99.72%
10	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-25	38.50	210	15.20	212.17	101.03%
11	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-26	38.50	210	15.30	209.41	99.72%
12	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-27	37.50	210	15.30	203.97	97.13%
13	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-28	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
14	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-29	36.00	210	15.10	201.03	95.73%
15	29/10/2016	26/11/2016	28	R-0.05-3-30	39.50	210	15.20	217.68	103.66%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **207.76 Kg/cm²**, correspondiente al 98.94 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 46: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	17/04/2017	12/06/2017	56	15,2	R-0.05-3-1	181,46	36970	203,738	12.680	210	97,02
2	17/04/2017	12/06/2017	56	15,2	R-0.05-3-2	181,46	37300	205,557	12.488	210	97,88
3	17/04/2017	12/06/2017	56	15,2	R-0.05-3-3	181,46	37835	208,505	12.521	210	99,29
4	17/04/2017	12/06/2017	56	15,2	R-0.05-3-4	181,46	36480	201,038	12.521	210	95,73

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 204.709 Kg/cm2, correspondiente al 97.48% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 47: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	17/04/2017	10/07/2017	84	15,3	R-0.05-3-5	183,85	37600	204,510	12.532	210	97,39
2	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-3-6	181,46	36260	199,825	12.500	210	95,15
3	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-3-7	181,46	37010	203,959	12.590	210	97,12
4	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-3-8	181,46	38010	209,470	12.590	210	99,75

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 204.44 Kg/cm2, correspondiente al 97.35% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 48: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f ^c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-1	30.00	210	15.10	167.52	79.77%
2	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-2	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
3	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-3	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
4	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-4	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
5	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-5	34.00	210	15.10	189.86	90.41%
6	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-6	34.50	210	15.20	190.13	90.54%
7	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-7	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
8	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-8	33.00	210	15.20	181.86	86.60%
9	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-9	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
10	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-10	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
11	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-11	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
12	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-12	30.50	210	15.30	165.89	79.00%
13	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-13	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
14	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-14	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
15	30/10/2016	13/11/2016	14	R-0.05-7-15	33.50	210	15.20	184.62	87.91%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **179.30 Kg/cm²**, correspondiente al 85.38 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 49: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-16	38,00	210	15,10	212,20	101,05%
2	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-17	38,50	210	15,20	212,17	101,03%
3	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-18	39,50	210	15,30	214,84	102,31%
4	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-19	40,00	210	15,20	220,44	104,97%
5	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-20	36,00	210	15,10	201,03	95,73%
6	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-21	36,50	210	15,20	201,15	95,78%
7	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-22	37,60	210	15,20	207,21	98,67%
8	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-23	37,50	210	15,20	206,66	98,41%
9	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-24	37,50	210	15,20	206,66	98,41%
10	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-25	36,50	210	15,20	201,15	95,78%
11	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-26	38,50	210	15,30	209,41	99,72%
12	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-27	36,50	210	15,30	198,53	94,54%
13	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-28	37,00	210	15,20	203,90	97,10%
14	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-29	35,50	210	15,10	198,24	94,40%
15	30/10/2016	27/11/2016	28	R-0.05-7-30	38,50	210	15,20	212,17	101,03%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **207.05Kg/cm²**, correspondiente al 98.60% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 50: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	17/04/2017	12/06/2017	56	15,2	R-0.05-7-1	181,46	38190	210,461	12.580	210	100,22
2	17/04/2017	12/06/2017	56	15,3	R-0.05-7-2	183,85	38080	207,121	12.563	210	98,63
3	17/04/2017	12/06/2017	56	15,3	R-0.05-7-3	183,85	37090	201,736	12.577	210	96,06
4	17/04/2017	12/06/2017	56	15,12	R-0.05-7-4	179,55	37060	206,401	12.777	210	98,29

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 206.430 Kg/cm², correspondiente al 98.30% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 51: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C ³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-7-5	181,46	37200	205,006	12.700	210	97,62
2	17/04/2017	10/07/2017	84	15,1	R-0.05-7-6	179,08	35890	200,415	12.420	210	95,44
3	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-7-7	181,46	35910	197,897	12.675	210	94,24
4	17/04/2017	10/07/2017	84	15,2	R-0.05-7-8	181,46	37960	209,194	12.529	210	99,62

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 203.128 Kg/cm², correspondiente al 96.73% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 52: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f ^c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-1	33.50	210	15.10	187.07	89.08%
2	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-2	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
3	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-3	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
4	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-4	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
5	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-5	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
6	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-6	31.00	210	15.20	170.84	81.35%
7	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-7	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
8	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-8	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
9	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-9	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
10	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-10	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
11	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-11	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
12	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-12	33.50	210	15.30	182.21	86.77%
13	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-13	34.50	210	15.20	190.13	90.54%
14	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-14	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
15	31/10/2016	14/11/2016	14	R-0.09-3-15	31.50	210	15.20	173.59	82.66%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **178.55 Kg/cm²**, correspondiente al 85.03% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 53: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f ^c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-16	37.50	210	15.10	209.41	99.72%
2	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-17	38.00	210	15.20	209.41	99.72%
3	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-18	36.70	210	15.30	199.62	95.05%
4	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-19	37.00	210	15.20	203.90	97.10%
5	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-20	36.50	210	15.10	203.82	97.06%
6	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-21	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
7	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-22	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
8	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-23	36.00	210	15.20	198.39	94.47%
9	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-24	38.50	210	15.20	212.17	101.03%
10	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-25	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
11	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-26	38.50	210	15.30	209.41	99.72%
12	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-27	37.50	210	15.30	203.97	97.13%
13	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-28	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
14	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-29	34.50	210	15.10	192.65	91.74%
15	31/10/2016	28/11/2016	28	R-0.09-3-30	37.50	210	15.20	206.66	98.41%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **203.23 Kg/cm²**, correspondiente al 96.78% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 54: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	18/04/2017	13/06/2017	56	15,1	R-0.09-3-1	179,08	35550	198,516	12.700	210	94,53
2	18/04/2017	13/06/2017	56	15,1	R-0.09-3-2	179,08	36020	201,141	12.591	210	95,78
3	18/04/2017	13/06/2017	56	15,2	R-0.09-3-3	181,46	37650	207,486	12.613	210	98,80
4	18/04/2017	13/06/2017	56	15,1	R-0.09-3-4	179,08	36190	202,090	12.619	210	96,23

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 202.308 Kg/cm², correspondiente al 96.34% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 55: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad

PROB.N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area secc. Probeta C³ Cm2	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm2	Peso en gr.	F'c Kg/cm2	% OBTENIDO
1	18/04/2017	11/07/2017	84	15,1	R-0.09-3-5	179,08	36900	206,055	12.744	210	98,12
2	18/04/2017	11/07/2017	84	15,2	R-0.09-3-6	181,46	36210	199,550	12.622	210	95,02
3	18/04/2017	11/07/2017	84	15,3	R-0.09-3-7	183,85	37000	201,247	12.609	210	95,83
4	18/04/2017	11/07/2017	84	15,1	R-0.09-3-8	179,08	35070	195,836	12.536	210	93,26

Donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 206.72 Kg/cm², correspondiente al 95.56% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 14 DIAS

Tabla 56: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 14 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f ^c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-1	34.50	210	15.10	192.65	91.74%
2	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-2	33.50	210	15.20	184.62	87.91%
3	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-3	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
4	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-4	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
5	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-5	32.50	210	15.10	181.48	86.42%
6	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-6	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
7	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-7	30.50	210	15.20	168.08	80.04%
8	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-8	33.00	210	15.20	181.86	86.60%
9	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-9	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
10	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-10	31.50	210	15.20	173.59	82.66%
11	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-11	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
12	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-12	32.50	210	15.30	176.77	84.18%
13	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-13	32.50	210	15.20	179.10	85.29%
14	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-14	31.50	210	15.10	175.90	83.76%
15	01/11/2016	15/11/2016	14	R-0.09-7-15	32.50	210	15.20	179.10	85.29%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **178.20 Kg/cm²**, correspondiente al 84.86% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 28 DIAS

Tabla 57: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 28 días de edad.

ENSAYO N°	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	CÓDIGO	CARGA DE ROTURA (Tn)	f'c (Kg/cm ²)	DIÁMETRO (cm)	RESISTENCIA MÁXIMA (Kg/cm ²)	% OBTENIDO
1	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-16	37.50	210	15.10	209.41	99.72%
2	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-17	35.50	210	15.20	195.64	93.16%
3	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-18	35.50	210	15.30	193.09	91.95%
4	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-19	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
5	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-20	37.50	210	15.10	209.41	99.72%
6	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-21	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
7	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-22	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
8	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-23	38.50	210	15.20	212.17	101.03%
9	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-24	37.50	210	15.20	206.66	98.41%
10	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-25	36.50	210	15.20	201.15	95.78%
11	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-26	37.00	210	15.30	201.25	95.83%
12	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-27	35.50	210	15.30	193.09	91.95%
13	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-28	36.00	210	15.20	198.39	94.47%
14	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-29	35.00	210	15.10	195.44	93.07%
15	01/11/2016	29/11/2016	28	R-0.09-7-30	37.50	210	15.20	206.66	98.41%

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de **202.45 Kg/cm²**, correspondiente al 96.41% de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 56 DIAS

Tabla 58: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 56 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area sec. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	18/04/2017	13/06/2017	56	15,2	R-0.09-7-1	181,46	38400	211,619	12.808	210	100,77
2	18/04/2017	13/06/2017	56	15,1	R-0.09-7-2	179,08	37110	207,227	12.769	210	98,68
3	18/04/2017	13/06/2017	56	15,2	R-0.09-7-3	181,46	35400	195,086	12.513	210	92,90
4	18/04/2017	13/06/2017	56	15,1	R-0.09-7-4	179,08	38950	217,502	12.600	210	103,57

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 198.150 Kg/cm², correspondiente al 94.36 % de la resistencia a la compresión de diseño.

EDAD DE 84 DIAS

Tabla 59: Ensayos a la compresión uniaxial de especímenes de concreto con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7% a los 84 días de edad.

PROB.N ^o	FECHA DE FABRICACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø	CÓDIGO	Area sec. Probeta C ^a Cm ²	Lectura del Dial	RESISTENCIA MÁXIMA Kg/cm ²	Peso en gr.	F'c Kg/cm ²	% OBTENIDO
1	18/04/2017	11/07/2017	84	15,1	R-0.09-7-5	179,08	34640	193,435	12.684	210	92,11
2	18/04/2017	11/07/2017	84	15,2	R-0.09-7-6	181,46	35700	196,739	12.766	210	93,69
3	18/04/2017	11/07/2017	84	15,2	R-0.09-7-7	181,46	36530	201,313	12.523	210	95,86
4	18/04/2017	11/07/2017	84	15,2	R-0.09-7-8	181,46	35020	192,992	12.523	210	91,90

De donde se puede obtener una resistencia a la compresión promedio de 196.120 Kg/cm², correspondiente al 93.30% de la resistencia a la compresión de diseño.

En los graficas de esfuerzo y deformación se apreció:

Diseño mezcla patrón

EDAD DE 14 DIAS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MEZCLA PATRÓN**

COD. ESPÉCIMEN: R-P-01
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.2
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 181.458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO O (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
4500	0.07	0.23	24.80	35.98	
6500	0.09	0.30	35.82	45.77	
7500	0.12	0.39	41.33	60.07	
9500	0.15	0.49	52.35	73.89	
12000	0.16	0.53	66.13	78.39	
16000	0.19	0.63	88.17	91.57	
19000	0.21	0.69	104.71	100.09	
20200	0.24	0.79	111.32	112.47	
21600	0.26	0.86	119.04	120.45	
26500	0.30	0.99	146.04	135.78	
28000	0.36	1.18	154.31	157.18	
30500	0.38	1.25	168.08	163.89	
31000	0.42	1.38	170.84	176.66	
32000	0.46	1.51	176.35	188.58	
33500	0.48	1.58	184.62	194.22	
34000	0.56	1.84	187.37	214.65	
35000	0.62	2.04	192.88	227.73	
35500	0.72	2.37	195.64	245.26	
33500	0.85	2.80	184.62	260.09	
32000	0.92	3.03	176.35	264.34	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-24.64 X ² + 164.34 X + -8.0511
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9914
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	195.64
MÓD. DE ELASTICIDAD:	209805.518
ECUACIÓN CORREGIDA:	-24.64 X ² + 161.91 X + 0

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MEZCLA PATRÓN

COD. ESPÉCIMEN: R-P-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.2
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 181.4583917

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
3500	0.05	0.16	19.29	25.73	
5200	0.09	0.30	28.66	45.40	
8500	0.12	0.39	46.84	59.62	
9200	0.13	0.43	50.70	64.26	
15000	0.19	0.63	82.66	91.03	
16000	0.24	0.79	88.17	111.94	
19500	0.26	0.86	107.46	119.94	
20500	0.29	0.95	112.97	131.58	
21000	0.32	1.05	115.73	142.75	
23000	0.34	1.12	126.75	149.95	
25300	0.39	1.28	139.43	167.05	
29000	0.44	1.45	159.82	182.88	
32500	0.46	1.51	179.10	188.85	
38100	0.49	1.61	209.97	197.44	
39000	0.68	2.24	214.93	241.20	
40000	0.74	2.43	220.44	251.21	
41000	0.85	2.80	225.95	264.82	
41500	0.96	3.16	228.70	272.28	
38000	1.05	3.45	209.41	273.82	
37000	1.15	3.78	203.90	270.70	
36000	1.20	3.95	198.39	267.24	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-23.46 X ² + 164.93 X + -16.023
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9856
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	228.70
MÓD. DE ELASTICIDAD:	226843.729
ECUACIÓN CORREGIDA:	-23.46 X ² + 160.31 X + 0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.01-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15,1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
5000	0,09	0,30	27,92	43,51	
6000	0,11	0,36	33,50	52,64	
7000	0,12	0,39	39,09	57,14	
8000	0,15	0,49	44,67	70,33	
9000	0,16	0,53	50,26	74,63	
12000	0,19	0,63	67,01	87,24	
15000	0,24	0,79	83,76	107,29	
16000	0,26	0,86	89,35	114,97	
19000	0,30	0,99	106,10	129,75	
24000	0,36	1,18	134,02	150,47	
25000	0,40	1,32	139,60	163,31	
29000	0,47	1,55	161,94	183,91	
32000	0,51	1,68	178,69	194,62	
32520	0,56	1,84	181,60	206,91	
32000	0,62	2,04	178,69	220,06	
31500	0,68	2,24	175,90	231,46	
31000	0,74	2,43	173,11	241,12	
30500	0,85	2,80	170,32	254,29	
30000	0,92	3,03	167,52	259,62	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-22,4 X^2 + 159,97 X + -22,311$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9916$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	181,60
MÓD. DE ELASTICIDAD:	202136,452
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-22,4 X^2 + 153,59 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.01-3-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7000	0.08	0.26	39.09	43.01
9000	0.12	0.39	50.26	63.27
15500	0.16	0.53	86.55	82.70
16000	0.19	0.63	89.35	96.72
19600	0.24	0.79	109.45	119.06
21500	0.26	0.86	120.06	127.63
24500	0.29	0.95	136.81	140.09
26900	0.35	1.15	150.21	163.61
28000	0.37	1.22	156.36	171.04
32500	0.42	1.38	181.48	188.69
34200	0.45	1.48	190.98	198.66
35600	0.49	1.61	198.80	211.22
36000	0.51	1.68	201.03	217.19
37500	0.58	1.91	209.41	236.44
38000	0.68	2.24	212.20	259.53
38500	0.72	2.37	214.99	267.31
37000	0.74	2.43	206.61	270.88
36500	0.82	2.70	203.82	283.11
35500	0.88	2.89	198.24	290.09
34000	0.96	3.16	189.86	296.50
33500	1.06	3.49	187.07	299.82

Gráfica Esfuerzo-Deformación

Esfuerzo (kg/cm²)

Deformación Unitaria*1000

$y = -37.361x^2 + 181.37x - 5.0146$
 $R^2 = 0.9883$

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-24 X ² + 172.08 X + -8.1868
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9931
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	214.99
MÓD. DE ELASTICIDAD:	219937.729
ECUACIÓN CORREGIDA:	-24 X ² + 169.78 X + 0

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.01-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 56 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15,2
 ALTURA (mm): 305
 ÁREA (cm²): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
12000	0,08	0,26	66,13	42,88	
14000	0,12	0,39	77,15	63,08	
16000	0,16	0,52	88,17	82,45	
18000	0,19	0,62	99,20	96,44	
20000	0,24	0,79	110,22	118,72	
24000	0,26	0,85	132,26	127,27	
26000	0,29	0,95	143,28	139,70	
28000	0,35	1,15	154,31	163,18	
30000	0,37	1,21	165,33	170,60	
32000	0,42	1,38	176,35	188,22	
34000	0,45	1,48	187,37	198,18	
36000	0,49	1,61	198,39	210,73	
38000	0,51	1,67	209,41	216,70	
38580	0,58	1,90	212,61	235,95	
38470	0,68	2,23	212,00	259,07	
38210	0,72	2,36	210,57	266,87	
38100	0,74	2,43	209,97	270,46	
37000	0,82	2,69	203,90	282,75	
36000	0,88	2,89	198,39	289,80	
34000	0,96	3,15	187,37	296,31	
32000	1,06	3,48	176,35	299,79	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-24 X ² + 172,08 X + -8,1868
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9931
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	212,61
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218717,656
ECUACIÓN CORREGIDA:	-24 X ² + 169,78 X + 0

EDAD DE 84

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.01-3-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm²):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGID O (kg/cm²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	<p style="text-align: center;">Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p style="text-align: center;">$y = -30.047x^2 + 159x + 16.348$ $R^2 = 0.9825$</p>
10000	0,07	0,23	55,11	45,52	
12000	0,09	0,30	66,13	57,82	
14000	0,12	0,39	77,15	75,70	
16000	0,15	0,49	88,17	92,88	
18000	0,19	0,63	99,20	114,70	
20000	0,21	0,69	110,22	125,15	
24000	0,26	0,86	132,26	149,90	
28000	0,32	1,05	154,31	177,05	
30000	0,38	1,25	165,33	201,41	
34000	0,42	1,38	187,37	216,09	
36000	0,46	1,51	198,39	229,54	
37000	0,51	1,68	203,90	244,60	
38000	0,52	1,71	209,41	247,38	
38830	0,55	1,81	213,99	255,25	
38000	0,58	1,91	209,41	262,43	
38120	0,62	2,04	210,08	270,91	
38760	0,68	2,24	213,60	281,30	
38000	0,72	2,37	209,41	286,68	
37500	0,92	3,03	206,66	294,97	
36000	1,05	3,45	198,39	283,71	
35000	1,16	3,82	192,88	263,95	
35000	1,18	3,88	192,88	259,35	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-35,837 X ² + 208,24 X + -6,701
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9941
ESF. ROTURA (kg/cm²):	213,99
MÓD. DE ELASTICIDAD:	219425,161
ECUACIÓN CORREGIDA:	-35,837 X ² + 205,92 X + 0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.03-7-1
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	14 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,1
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	<p>Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p>$y = -50.236x^2 + 191.73x - 0.6235$ $R^2 = 0.984$</p>
5000	0,03	0,10	27,92	14,93	
9000	0,09	0,30	50,26	43,57	
12000	0,12	0,39	67,01	57,27	
16000	0,19	0,63	89,35	87,66	
19000	0,24	0,79	106,10	108,01	
21000	0,26	0,86	117,27	115,83	
24000	0,29	0,95	134,02	127,21	
26000	0,30	0,99	145,19	130,92	
28000	0,34	1,12	156,36	145,29	
31000	0,36	1,18	173,11	152,20	
31500	0,49	1,61	175,90	192,70	
32000	0,51	1,68	178,69	198,25	
32620	0,55	1,81	182,15	208,81	
34000	0,60	1,97	189,86	220,98	
31000	0,68	2,24	173,11	238,09	
30000	0,74	2,43	167,52	249,02	
28000	0,79	2,60	156,36	256,88	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-21 X ² + 151,68 X + 6,139
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9879
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	189,86
MÓD. DE ELASTICIDAD:	206684,938
ECUACIÓN CORREGIDA:	-21 X ² + 153,37 X + 0

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.01-7-30
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	28 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,1
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
7000	0,05	0,16	39,09	29,96	
9000	0,09	0,30	50,26	52,83	
11000	0,15	0,49	61,43	85,34	
15000	0,19	0,63	83,76	105,80	
20000	0,24	0,79	111,68	130,02	
25000	0,28	0,92	139,60	148,32	
30000	0,30	0,99	167,52	157,10	
33000	0,34	1,12	184,28	173,94	
34000	0,36	1,18	189,86	182,00	
36000	0,42	1,38	201,03	204,73	
37000	0,46	1,51	206,61	218,68	
37500	0,49	1,61	209,41	228,50	
39490	0,55	1,81	220,52	246,52	
37500	0,60	1,97	209,41	259,88	
36000	0,67	2,20	201,03	276,05	
35000	0,73	2,40	195,44	287,55	
34000	0,81	2,66	189,86	299,51	
30000	0,96	3,16	167,52	311,53	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-27,9 X ² + 189,53 X + -9,4983
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9939
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	220,52
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222747,551
ECUACIÓN CORREGIDA:	-27,9 X ² + 186,71 X + 0

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.01% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.01-7-1
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	56 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
3000	0,04	0,13	16,53	20,88	
6000	0,09	0,30	33,07	45,82	
9000	0,13	0,43	49,60	64,85	
12000	0,16	0,53	66,13	78,58	
15000	0,19	0,63	82,66	91,85	
18000	0,21	0,69	99,20	100,44	
20000	0,25	0,82	110,22	117,00	
22000	0,29	0,95	121,24	132,73	
24000	0,34	1,12	132,26	151,25	
26000	0,42	1,38	143,28	178,19	
28000	0,46	1,51	154,31	190,43	
32000	0,49	1,61	176,35	199,07	
34000	0,51	1,68	187,37	204,58	
34500	0,61	2,01	190,13	229,00	
35000	0,68	2,24	192,88	243,04	
36000	0,74	2,43	198,39	253,07	
37000	0,81	2,66	203,90	262,43	
38450	0,91	2,99	211,89	271,43	
36000	1,01	3,32	198,39	275,29	
34000	1,08	3,55	187,37	274,93	
32000	1,16	3,82	176,35	271,43	
30000	1,17	3,85	165,33	270,76	
30000	1,18	3,88	165,33	270,04	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-23,8 X ² + 159,73 X + 7,0305
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9904
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	211,89
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218348,847
ECUACIÓN CORREGIDA:	-23,8 X ² + 161,81 X + 0

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire del de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.01-7-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
4000	0,06	0,20	22,04	32,11	
6000	0,12	0,39	33,07	62,25	
8000	0,16	0,53	44,09	81,24	
10000	0,19	0,63	55,11	94,92	
14000	0,21	0,69	77,15	103,76	
16000	0,28	0,92	88,17	132,97	
18000	0,31	1,02	99,20	144,67	
22000	0,34	1,12	121,24	155,88	
24000	0,38	1,25	132,26	170,06	
26000	0,42	1,38	143,28	183,36	
28000	0,49	1,61	154,31	204,52	
30000	0,51	1,68	165,33	210,08	
32000	0,59	1,94	176,35	230,10	
34000	0,62	2,04	187,37	236,71	
36000	0,67	2,20	198,39	246,62	
38000	0,74	2,43	209,41	258,20	
35000	0,85	2,80	192,88	270,97	
34000	0,92	3,03	187,37	275,65	
32000	1,05	3,45	176,35	277,22	
31000	1,12	3,68	170,84	274,23	
30000	1,16	3,82	165,33	271,31	
30000	1,17	3,85	165,33	270,45	
30000	1,19	3,91	165,33	268,55	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-25,3 X ² + 170,42 X + -9,1365
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9955
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	209,41
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217067,362
ECUACIÓN CORREGIDA:	-25,3 X ² + 167,68 X + 0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.03-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	<p>Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p>Y-axis: Esfuerzo (kg/cm²)</p> <p>X-axis: Deformación Unitaria*1000</p> <p>Equation: $y = -39.52x^2 + 170.47x + 5.3537$</p> <p>$R^2 = 0.9842$</p>
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28000	0.34	1.12	156.36	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
31000	0.49	1.61	173.11	192.70	
32000	0.51	1.68	178.69	198.25	
33000	0.55	1.81	184.28	208.81	
33500	0.60	1.97	187.07	220.98	
32500	0.68	2.24	181.48	238.09	
32000	0.74	2.43	178.69	249.02	
31500	0.79	2.60	175.90	256.88	
31000	0.91	2.99	173.11	271.11	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21 X^2 + 151.68 X + 6.139$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9879$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	187.07
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205159.567
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21 X^2 + 153.37 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.03-3-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
38000	0.46	1.51	212.20	218.68	
38500	0.49	1.61	214.99	228.50	
39000	0.55	1.81	217.78	246.52	
39500	0.60	1.97	220.57	259.88	
38500	0.67	2.20	214.99	276.05	
38000	0.73	2.40	212.20	287.55	
37500	0.81	2.66	209.41	299.51	
37000	0.96	3.16	206.61	311.53	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-27.9 X^2 + \frac{189.}{53} X + -9.4983$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9939$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	220.57
MÓD. DE ELASTICIDAD:	222775.752
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-27.9 X^2 + 186.71 X + 0$

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.
 ESPÉCIMEN: R-0.03-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 56 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15,2
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
3000	0,04	0,13	16,53	29,49	
5000	0,05	0,16	27,55	36,64	
7000	0,09	0,30	38,58	64,39	
8000	0,12	0,39	44,09	84,29	
10000	0,15	0,49	55,11	103,40	
12000	0,19	0,63	66,13	127,68	
16000	0,21	0,69	88,17	139,29	
20000	0,28	0,92	110,22	177,20	
22000	0,31	1,02	121,24	192,15	
24000	0,34	1,12	132,26	206,31	
26000	0,38	1,25	143,28	223,97	
28000	0,42	1,38	154,31	240,25	
30000	0,45	1,48	165,33	251,54	
32000	0,49	1,61	176,35	265,38	
34000	0,61	2,01	187,37	298,56	
36000	0,64	2,11	198,39	304,90	
38000	0,77	2,53	209,41	323,33	
31000	0,88	2,89	170,84	327,45	
30000	0,99	3,26	165,33	321,05	
30000	1,01	3,32	165,33	318,76	
29000	1,06	3,49	159,82	311,51	
28000	1,10	3,62	154,31	304,14	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-40,2 X^2 + 230,16 X + -2,221$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9931$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	209,41
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217067,362
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-40,2 X^2 + 229,38 X + 0$

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.
 ESPÉCIMEN: R-0.03-3-5
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 84 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15,2
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
4000	0,07	0,23	22,04	52,15	
6000	0,09	0,30	33,07	66,23	
8000	0,15	0,49	44,09	106,26	
10000	0,16	0,53	55,11	112,62	
12000	0,19	0,63	66,13	131,12	
14000	0,21	0,69	77,15	143,00	
16000	0,24	0,79	88,17	160,13	
18000	0,26	0,86	99,20	171,09	
20000	0,31	1,02	110,22	196,90	
24000	0,34	1,12	132,26	211,28	
26000	0,41	1,35	143,28	241,63	
28000	0,46	1,51	154,31	260,57	
30000	0,48	1,58	165,33	267,50	
32000	0,51	1,68	176,35	277,21	
34000	0,61	2,01	187,37	303,63	
36000	0,74	2,43	198,39	324,28	
38140	0,81	2,66	210,19	328,98	
35000	0,99	3,26	192,88	320,48	
32000	1,02	3,36	176,35	316,17	
31000	1,06	3,49	170,84	309,15	
30000	1,12	3,68	165,33	295,88	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-42,33 X ² + 243,76 X + -21,3
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9919
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	210,19
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217466,856
ECUACIÓN CORREGIDA:	-42,33 X ² + 236,25 X + 0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.03-7-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO RZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28000	0.34	1.12	156.36	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
31000	0.49	1.61	173.11	192.70	
32000	0.51	1.68	178.69	198.25	
33000	0.55	1.81	184.28	208.81	
33500	0.60	1.97	187.07	220.98	
34000	0.68	2.24	189.86	238.09	
34500	0.74	2.43	192.65	249.02	
33500	0.79	2.60	187.07	256.88	
33000	0.91	2.99	184.28	271.11	
32500	0.99	3.26	181.48	276.97	
32000	1.05	3.45	178.69	279.45	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21 X^2 + 151.68 X + 6.139$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9879$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	192.65
MÓD. DE ELASTICIDAD:	208199.134
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21 X^2 + 153.37 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX
200 incorporando un aire de 3% al 7%**

COD. ESPÉCIMEN: R-0.03-7-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
35000	0.46	1.51	195.44	218.68	
35500	0.49	1.61	198.24	228.50	
36000	0.55	1.81	201.03	246.52	
36500	0.60	1.97	203.82	259.88	
35000	0.67	2.20	195.44	276.05	
34500	0.73	2.40	192.65	287.55	
34000	0.81	2.66	189.86	299.51	
33500	0.96	3.16	187.07	311.53	
33000	1.03	3.39	184.28	312.48	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-27.9 X ² + 189.53 X + -9.4983
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9939
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	203.82
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214148.878
ECUACIÓN CORREGIDA:	-27.9 X ² + 186.71 X + 0

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.03-7-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 56 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15,2
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
6000	0,08	0,26	33,07	42,88	
10000	0,12	0,39	55,11	63,08	
12000	0,16	0,52	66,13	82,45	
14000	0,19	0,62	77,15	96,44	
16000	0,24	0,79	88,17	118,72	
18000	0,26	0,85	99,20	127,27	
20000	0,29	0,95	110,22	139,70	
25000	0,35	1,15	137,77	163,18	
26000	0,37	1,21	143,28	170,60	
28000	0,42	1,38	154,31	188,22	
30000	0,45	1,48	165,33	198,18	
32000	0,49	1,61	176,35	210,73	
34000	0,51	1,67	187,37	216,70	
36000	0,58	1,90	198,39	235,95	
37000	0,68	2,23	203,90	259,07	
35000	0,72	2,36	192,88	266,87	
34000	0,74	2,43	187,37	270,46	
33000	0,82	2,69	181,86	282,75	
32000	0,88	2,89	176,35	289,80	
31000	0,96	3,15	170,84	296,31	
30000	1,06	3,48	165,33	299,79	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-24 X^2 + 172,08 X + -8,1868$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9931$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	203,90
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214192,171
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-24 X^2 + 169,78 X + 0$

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.03% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.01-3-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	181,458

CARGA A (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
6000	0,07	0,23	33,07	45,52	
8000	0,09	0,30	44,09	57,82	
10000	0,12	0,39	55,11	75,70	
12000	0,15	0,49	66,13	92,88	
16000	0,19	0,63	88,17	114,70	
18000	0,21	0,69	99,20	125,15	
22000	0,26	0,86	121,24	149,90	
24000	0,32	1,05	132,26	177,05	
28000	0,38	1,25	154,31	201,41	
32000	0,42	1,38	176,35	216,09	
34000	0,46	1,51	187,37	229,54	
35000	0,51	1,68	192,88	244,60	
37000	0,52	1,71	203,90	247,38	
38110	0,55	1,81	210,02	255,25	
39000	0,58	1,91	214,93	262,43	
37000	0,62	2,04	203,90	270,91	
35000	0,68	2,24	192,88	281,30	
34000	0,72	2,37	187,37	286,68	
33000	0,92	3,03	181,86	294,97	
32000	1,05	3,45	176,35	283,71	
31000	1,16	3,82	170,84	263,95	
30000	1,18	3,88	165,33	259,35	

CUACIÓN (ESFUERZO):	$-35,837 X^2 + 208,24 X + -6,701$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9941$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	210.02
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217381,312
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-35,837 X^2 + 205,92 X + 0$

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.05-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28000	0.34	1.12	156.36	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
31000	0.49	1.61	173.11	192.70	
32000	0.51	1.68	178.69	198.25	
32500	0.55	1.81	181.48	208.81	
32000	0.60	1.97	178.69	220.98	
31500	0.68	2.24	175.90	238.09	
31000	0.74	2.43	173.11	249.02	
30500	0.79	2.60	170.32	256.88	
30000	0.91	2.99	167.52	271.11	
29500	0.99	3.26	164.73	276.97	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21 X^2 + 151.68 X + 6.139$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9879$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	181.48
MÓD. DE ELASTICIDAD:	202074.285
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21 X^2 + 153.37 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.05-3-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO-DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
38000	0.46	1.51	212.20	218.68	
38500	0.49	1.61	214.99	228.50	
39000	0.55	1.81	217.78	246.52	
39500	0.60	1.97	220.57	259.88	
40000	0.67	2.20	223.37	276.05	
39500	0.73	2.40	220.57	287.55	
39000	0.81	2.66	217.78	299.51	
38500	0.96	3.16	214.99	311.53	
38000	1.03	3.39	212.20	312.48	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-27.9 X ² + 189.53 X + -9.4983
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9939
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	223.37
MÓD. DE ELASTICIDAD:	224181.291
ECUACIÓN CORREGIDA:	-27.9 X ² + 186.71 X + 0

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.05-3-1
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	54 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
5000	0,03	0,10	27,55	14,93	
8000	0,09	0,30	44,09	43,57	
10000	0,11	0,36	55,11	52,75	
14000	0,18	0,59	77,15	83,46	
16000	0,23	0,76	88,17	104,03	
16000	0,25	0,82	88,17	111,94	
18000	0,28	0,92	99,20	123,46	
20000	0,29	0,95	110,22	127,21	
22000	0,33	1,09	121,24	141,76	
24000	0,35	1,15	132,26	148,77	
30000	0,48	1,58	165,33	189,86	
32000	0,50	1,64	176,35	195,50	
34000	0,53	1,74	187,37	203,62	
36970	0,59	1,94	203,74	218,64	
34000	0,67	2,20	187,37	236,11	
33000	0,70	2,30	181,86	241,92	
32000	0,76	2,50	176,35	252,30	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-21 X ² + 151,68 X + 6,139
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9879
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	203,74
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214105,319
ECUACIÓN CORREGIDA:	-21 X ² + 153,37 X + 0

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.	
ESPÉCIMEN:	R-0.05-3-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,3
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	183,854

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	<p>Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p>Esfuerzo (kg/cm²)</p> <p>Deformación Unitaria*1000</p> <p>$y = -40.972x^2 + 178.96x - 6.8383$ $R^2 = 0.9803$</p>
4000	0,04	0,13	21,76	20,88	
7000	0,09	0,30	38,07	45,82	
10000	0,13	0,43	54,39	64,85	
13000	0,16	0,53	70,71	78,58	
16000	0,19	0,63	87,03	91,85	
19000	0,21	0,69	103,34	100,44	
21000	0,25	0,82	114,22	117,00	
23000	0,29	0,95	125,10	132,73	
25000	0,34	1,12	135,98	151,25	
27000	0,42	1,38	146,86	178,19	
31000	0,46	1,51	168,61	190,43	
33000	0,49	1,61	179,49	199,07	
36000	0,51	1,68	195,81	204,58	
37600	0,61	2,01	204,51	229,00	
34000	0,68	2,24	184,93	243,04	
32000	0,74	2,43	174,05	253,07	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,8 X^2 + 159,73 X + 7,0305$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9904$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	204,51
MÓD. DE ELASTICIDAD:	214510,626
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,8 X^2 + 161,81 X + 0$

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.05-7-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO – DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28500	0.34	1.12	159.15	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
29500	0.49	1.61	164.73	192.70	
29000	0.51	1.68	161.94	198.25	
28500	0.55	1.81	159.15	208.81	
28000	0.60	1.97	156.36	220.98	
27500	0.68	2.24	153.56	238.09	
27000	0.74	2.43	150.77	249.02	
26500	0.79	2.60	147.98	256.88	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21 X^2 + 151.68 X + 6.139$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9879$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	167.52
MÓD. DE ELASTICIDAD:	194146.693
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21 X^2 + 153.37 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.05-7-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
35000	0.46	1.51	195.44	218.68	
35500	0.49	1.61	198.24	228.50	
36000	0.55	1.81	201.03	246.52	
36500	0.60	1.97	203.82	259.88	
37000	0.67	2.20	206.61	276.05	
37500	0.73	2.40	209.41	287.55	
38000	0.81	2.66	212.20	299.51	
37500	0.96	3.16	209.41	311.53	
37000	1.03	3.39	206.61	312.48	
36500	1.05	3.45	203.82	312.22	
36000	1.08	3.55	201.03	311.36	
35500	1.14	3.75	198.24	308.02	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-27.9 X^2 + 189.53 X + -9.4983$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9939$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	212.20
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218504.894
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-27.9 X^2 + 186.71 X + 0$

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.	R-0.05-7-1
ESPÉCIMEN:	PACASMAYO TIPO I
CEMENTO:	56 DÍAS
EDAD:	15,1
DIÁMETRO (cm):	304
ALTURA (mm):	179,079
ÁREA (cm ²):	

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
3000	0,06	0,20	16,75	32,11	
5000	0,12	0,39	27,92	62,25	
7000	0,16	0,53	39,09	81,24	
9000	0,19	0,63	50,26	94,92	
12000	0,21	0,69	67,01	103,76	
15000	0,28	0,92	83,76	132,97	
18000	0,31	1,02	100,51	144,67	
22000	0,34	1,12	122,85	155,88	
24000	0,38	1,25	134,02	170,06	
26000	0,42	1,38	145,19	183,36	
28000	0,49	1,61	156,36	204,52	
30000	0,51	1,68	167,52	210,08	
32000	0,59	1,94	178,69	230,10	
34000	0,62	2,04	189,86	236,71	
35000	0,67	2,20	195,44	246,62	
38800	0,74	2,43	216,66	258,20	
35000	0,85	2,80	195,44	270,97	
34000	0,92	3,03	189,86	275,65	
32000	1,05	3,45	178,69	277,22	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-25,3 X ² + 170,42 X + -9,1365
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9955
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	216,66
MÓD. DE ELASTICIDAD:	220792,966
ECUACIÓN CORREGIDA:	-25,3 X ² + 167,68 X + 0

EDAD DE 84 DÍAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.05% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.	
ESPÉCIMEN:	R-0.05-7-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,2
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	181,458

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
6000	0,07	0,23	33,07	38,65	
8000	0,13	0,43	44,09	69,54	
11000	0,16	0,53	60,62	84,22	
13000	0,19	0,63	71,64	98,39	
15000	0,21	0,69	82,66	107,54	
19000	0,26	0,86	104,71	129,44	
22000	0,29	0,95	121,24	141,89	
24000	0,30	0,99	132,26	145,92	
26000	0,34	1,12	143,28	161,50	
32000	0,36	1,18	176,35	168,94	
34000	0,42	1,38	187,37	189,90	
36000	0,49	1,61	198,39	211,76	
38600	0,51	1,68	212,72	217,49	
35000	0,62	2,04	192,88	244,92	
32000	0,70	2,30	176,35	260,54	
30000	0,78	2,57	165,33	272,49	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-26,389	X ²	+	176,51	X	+	-8,63
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9916						
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	212,72						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218774,340						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-26,389	X ²	+	173,91	X	+	0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.09-3-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28000	0.34	1.12	156.36	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
31000	0.49	1.61	173.11	192.70	
32000	0.51	1.68	178.69	198.25	
32500	0.55	1.81	181.48	208.81	
33000	0.60	1.97	184.28	220.98	
33500	0.68	2.24	187.07	238.09	
33000	0.74	2.43	184.28	249.02	
32500	0.79	2.60	181.48	256.88	
32000	0.91	2.99	178.69	271.11	
31500	0.99	3.26	175.90	276.97	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-21 X^2 + 151.68 X + 6.139$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9879$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	187.07
MÓD. DE ELASTICIDAD:	205159.567
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-21 X^2 + 153.37 X + 0$

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.09-3-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
35000	0.46	1.51	195.44	218.68	
36000	0.49	1.61	201.03	228.50	
36500	0.55	1.81	203.82	246.52	
37000	0.60	1.97	206.61	259.88	
37500	0.67	2.20	209.41	276.05	
37000	0.73	2.40	206.61	287.55	
36500	0.81	2.66	203.82	299.51	
36000	0.96	3.16	201.03	311.53	
35500	1.03	3.39	198.24	312.48	
35000	1.05	3.45	195.44	312.22	
34500	1.08	3.55	192.65	311.36	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-27.9	X ²	+	189.53	X	+	-9.4983
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9939						
ESF. ROTURA (kg/cm²):	209.41						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217062.602						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-27.9	X ²	+	186.71	X	+	0

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.09-3-1
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	56 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,1
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUE RZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	<p>Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p>Esfuerzo (kg/cm²)</p> <p>Deformación Unitaria*1000</p> <p>$y = -25.906x^2 + 147.06x - 5.6744$ $R^2 = 0.8274$</p>
7000	0,12	0,39	39,09	59,86	
9000	0,16	0,53	50,26	78,30	
16000	0,19	0,63	89,35	91,62	
18000	0,28	0,92	100,51	129,05	
20000	0,34	1,12	111,68	151,86	
24000	0,38	1,25	134,02	166,12	
26000	0,42	1,38	145,19	179,62	
28000	0,46	1,51	156,36	192,36	
30000	0,49	1,61	167,52	201,41	
33000	0,51	1,68	184,28	207,22	
34000	0,55	1,81	189,86	218,25	
36000	0,60	1,97	201,03	230,97	
38550	0,64	2,11	215,27	240,29	
36000	0,78	2,57	201,03	266,95	
35000	0,81	2,66	195,44	271,45	
34000	0,99	3,26	189,86	289,49	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-21,928	X ²	+	165,07	X	+	-17,7
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9871						
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	273,62						
MÓD. DE ELASTICIDAD:	248123,221						
ECUACIÓN CORREGIDA:	-21,928	X ²	+	160,30	X	+	0

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN:	R-0.09-3-5
CEMENTO:	PACASMAYO TIPO I
EDAD:	84 DÍAS
DIÁMETRO (cm):	15,1
ALTURA (mm):	304
ÁREA (cm ²):	179,079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
4000	0,03	0,10	22,34	14,93	
6000	0,09	0,30	33,50	43,57	
8000	0,12	0,39	44,67	57,27	
10000	0,19	0,63	55,84	87,66	
15000	0,24	0,79	83,76	108,01	
20000	0,26	0,86	111,68	115,83	
25000	0,29	0,95	139,60	127,21	
30000	0,30	0,99	167,52	130,92	
32000	0,34	1,12	178,69	145,29	
34000	0,36	1,18	189,86	152,20	
36000	0,49	1,61	201,03	192,70	
37930	0,51	1,68	211,81	198,25	
35000	0,55	1,81	195,44	208,81	
34000	0,60	1,97	189,86	220,98	
33000	0,68	2,24	184,28	238,09	
32000	0,74	2,43	178,69	249,02	
30000	0,79	2,60	167,52	256,88	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-21 X ² + 151,68 X + 6,139
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9879
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	211,81
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218303,547
ECUACIÓN CORREGIDA:	-21 X ² + 153,37 X + 0

EDAD DE 14 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.09-7-1
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 14 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGID O (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO – DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.03	0.10	27.92	14.93	
9000	0.09	0.30	50.26	43.57	
12000	0.12	0.39	67.01	57.27	
16000	0.19	0.63	89.35	87.66	
19000	0.24	0.79	106.10	108.01	
21000	0.26	0.86	117.27	115.83	
24000	0.29	0.95	134.02	127.21	
26000	0.30	0.99	145.19	130.92	
28500	0.34	1.12	159.15	145.29	
30000	0.36	1.18	167.52	152.20	
31500	0.49	1.61	175.90	192.70	
32000	0.51	1.68	178.69	198.25	
32500	0.55	1.81	181.48	208.81	
33000	0.60	1.97	184.28	220.98	
33500	0.68	2.24	187.07	238.09	
34000	0.74	2.43	189.86	249.02	
34500	0.79	2.60	192.65	256.88	
33500	0.91	2.99	187.07	271.11	
33000	0.99	3.26	184.28	276.97	
32500	1.05	3.45	181.48	279.45	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	-21 X ² + 151.68 X + 6.139
COEF. CORRELACIÓN:	R ² = 0.9879
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	192.65
MÓD. DE ELASTICIDAD:	208199.134
ECUACIÓN CORREGIDA:	-21 X ² + 153.37 X + 0

EDAD DE 28 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD. ESPÉCIMEN: R-0.09-7-16
 CEMENTO: PACASMAYO TIPO I
 EDAD: 28 DÍAS
 DIÁMETRO (cm): 15.1
 ALTURA (mm): 304
 ÁREA (cm²): 179.079

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0.00	0.00	0.00	0.00	
5000	0.05	0.16	27.92	29.96	
9000	0.09	0.30	50.26	52.83	
15000	0.15	0.49	83.76	85.34	
16000	0.19	0.63	89.35	105.80	
19500	0.24	0.79	108.89	130.02	
24000	0.28	0.92	134.02	148.32	
25500	0.30	0.99	142.40	157.10	
29000	0.34	1.12	161.94	173.94	
32600	0.36	1.18	182.04	182.00	
34800	0.42	1.38	194.33	204.73	
35000	0.46	1.51	195.44	218.68	
35500	0.49	1.61	198.24	228.50	
36000	0.55	1.81	201.03	246.52	
36500	0.60	1.97	203.82	259.88	
37000	0.67	2.20	206.61	276.05	
37500	0.73	2.40	209.41	287.55	
37000	0.81	2.66	206.61	299.51	
36500	0.96	3.16	203.82	311.53	
36000	1.03	3.39	201.03	312.48	
35500	1.05	3.45	198.24	312.22	
35000	1.08	3.55	195.44	311.36	
34500	1.14	3.75	192.65	308.02	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-27.9 X^2 + 189.53 X + -9.4983$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9939$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	209.41
MÓD. DE ELASTICIDAD:	217062.602
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-27.9 X^2 + 186.71 X + 0$

EDAD DE 56 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.	R-0.09-7-1
ESPÉCIMEN:	PACASMAYO TIPO I
CEMENTO:	56 DÍAS
EDAD:	15,2
DIÁMETRO (cm):	304
ALTURA (mm):	181,458
ÁREA (cm ²):	

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	
4000	0,04	0,13	22,04	20,88	
6000	0,09	0,30	33,07	45,82	
9000	0,13	0,43	49,60	64,85	
12000	0,16	0,53	66,13	78,58	
15000	0,19	0,63	82,66	91,85	
16000	0,21	0,69	88,17	100,44	
18000	0,25	0,82	99,20	117,00	
22000	0,29	0,95	121,24	132,73	
25000	0,34	1,12	137,77	151,25	
27000	0,42	1,38	148,79	178,19	
28000	0,46	1,51	154,31	190,43	
30000	0,49	1,61	165,33	199,07	
32000	0,51	1,68	176,35	204,58	
34000	0,61	2,01	187,37	229,00	
36000	0,68	2,24	198,39	243,04	
38400	0,74	2,43	211,62	253,07	
36000	0,81	2,66	198,39	262,43	
35000	0,91	2,99	192,88	271,43	
36000	1,01	3,32	198,39	275,29	
34000	1,08	3,55	187,37	274,93	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-23,8 X^2 + 159,73 X + 7,0305$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9904$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	211,62
MÓD. DE ELASTICIDAD:	218206,831
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-23,8 X^2 + 161,81 X + 0$

EDAD DE 84 DIAS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Diseño mezcla con concreto reciclado con dosificación de 0.09% de aditivo AIR MIX 200 incorporando un aire de 3% al 7%

COD.	R-0.09-7-5
ESPÉCIMEN:	PACASMAYO TIPO I
CEMENTO:	84 DÍAS
EDAD:	15,2
DIÁMETRO (cm):	304
ALTURA (mm):	181,458
ÁREA (cm ²):	

CARGA (kg)	DEF. (mm)	DEF. UNIT. (*1000)	ESFUERZO (kg/cm ²)	ESFUERZO CORREGIDO (kg/cm ²)	GRÁFICA ESFUERZO - DEFORMACIÓN
0	0,00	0,00	0,00	0,00	<p>Gráfica Esfuerzo-Deformación</p> <p>Esfuerzo (kg/cm²)</p> <p>Deformación Unitaria*1000</p> <p>$y = -26.802x^2 + 144.91x - 10.208$ $R^2 = 0.7546$</p>
3000	0,06	0,20	16,53	32,11	
6000	0,12	0,39	33,07	62,25	
9000	0,16	0,53	49,60	81,24	
12000	0,19	0,63	66,13	94,92	
15000	0,21	0,69	82,66	103,76	
18000	0,28	0,92	99,20	132,97	
21000	0,31	1,02	115,73	144,67	
24000	0,34	1,12	132,26	155,88	
27000	0,38	1,25	148,79	170,06	
29000	0,42	1,38	159,82	183,36	
31000	0,49	1,61	170,84	204,52	
3000	0,51	1,68	16,53	210,08	
34000	0,59	1,94	187,37	230,10	
36000	0,62	2,04	198,39	236,71	
37640	0,67	2,20	207,43	246,62	
35000	0,74	2,43	192,88	258,20	
34000	0,85	2,80	187,37	270,97	
32000	0,92	3,03	176,35	275,65	

ECUACIÓN (ESFUERZO):	$-25,3 X^2 + 170,42 X + -9,1365$
COEF. CORRELACIÓN:	$R^2 = 0.9955$
ESF. ROTURA (kg/cm ²):	207,43
MÓD. DE ELASTICIDAD:	216036,702
ECUACIÓN CORREGIDA:	$-25,3 X^2 + 167,68 X + 0$

Tabla 60: Resultados totales del aire incorporado en el concreto reciclado.

N° DE PRUEBA	DOSIFICACION	FECHA	N° DE GUIA	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE %
1	0	24/10/2016	1	4,5	12,0	1,5
2		24/10/2016	2	4,5	12,0	1,5
3		24/10/2016	3	4,5	12,0	1,5
4		24/10/2016	4	4,5	12,0	1,5
5		24/10/2016	5	4,5	12,0	1,5
6		24/10/2016	6	4,5	12,2	1,5
7		24/10/2016	7	4,5	12,0	1
8		24/10/2016	8	4,5	12,1	1
9		24/10/2016	9	4,5	12,0	1
10		24/10/2016	10	4,5	12,0	1
11		24/10/2016	11	4,5	12,0	1
12		24/10/2016	12	4,5	12,0	1
13		24/10/2016	13	4,5	12,0	1
14		24/10/2016	14	4,5	12,0	1
15		24/10/2016	15	4,5	12,0	1
16	0.01 %	25/10/2016	1	4,8	12,2	3,3
17		25/10/2016	2	4,8	12,2	3,3
18		25/10/2016	3	4,8	12,2	3,3
19		25/10/2016	4	4,8	12,2	3,3
20		25/10/2016	5	4,8	12,2	3,3
21		25/10/2016	6	4,8	12,2	3,3
22		25/10/2016	7	4,8	12,2	3,3
23		25/10/2016	8	4,8	12,2	3,3
24		25/10/2016	9	4,8	12,2	7,9
25		25/10/2016	10	4,8	12,2	7,9
26		25/10/2016	11	4,8	12,2	7,9
27		25/10/2016	12	4,8	12,2	7,9
28		25/10/2016	13	4,8	12,2	7,9
29		25/10/2016	14	4,8	12,2	7,9
30		25/10/2016	15	4,8	12,2	7,9

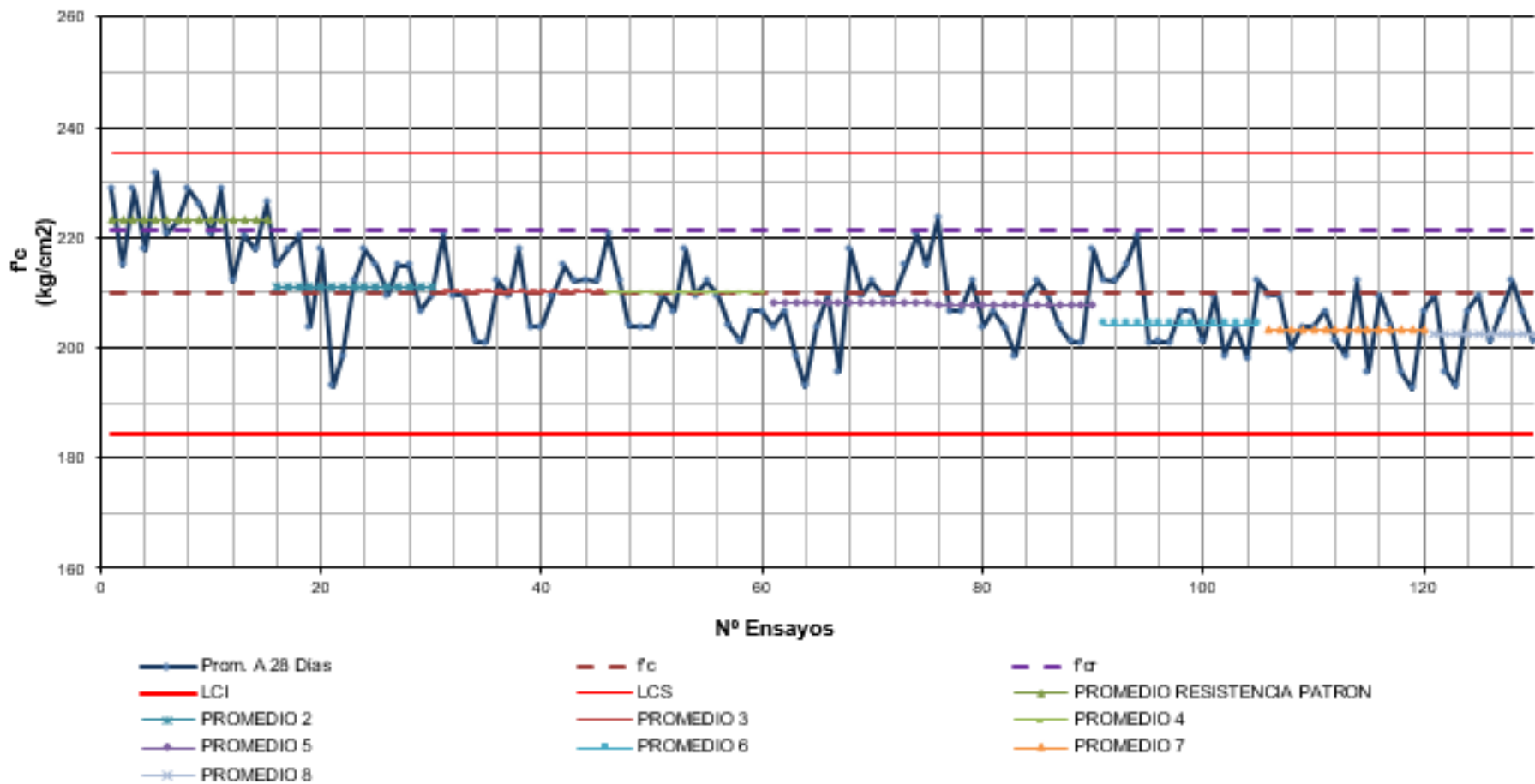
N° DE PRUEBA	DOSIFICACION	FECHA	N° DE GUIA	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE %
31	0.03 %	26/10/2016	1	3,5	12,0	3,1
32		26/10/2016	2	3,5	12,0	3,1
33		26/10/2016	3	3,5	12,0	3,1
34		26/10/2016	4	3,5	12,0	3,1
35		26/10/2016	5	3,5	12,0	3,1
36		26/10/2016	6	3,5	12,0	3,1
37		26/10/2016	7	3,5	12,0	3,1
38		26/10/2016	8	3,5	12,0	3,1
39		26/10/2016	9	3,5	12,0	7,4
40		26/10/2016	10	3,5	12,0	7,4
41		26/10/2016	11	3,5	12,0	7,4
42		26/10/2016	12	3,5	12,0	7,4
43		26/10/2016	13	3,5	12,0	7,4
44		26/10/2016	14	3,5	12,0	7,4
45		26/10/2016	15	3,5	12,0	7,4
46	0.07 %	27/10/2016	1	3,7	11.8	4,1
47		27/10/2016	2	3,7	11.8	4,1
48		27/10/2016	3	3,7	11.8	4,1
49		27/10/2016	4	3,7	11.8	4,1
50		27/10/2016	5	3,7	11.8	4,1
51		27/10/2016	6	3,7	11.8	4,1
52		27/10/2016	7	3,7	11.8	4,1
53		27/10/2016	8	3,7	11.8	4,1
54		27/10/2016	9	3,7	11.8	6,9
55		27/10/2016	10	3,7	11.8	6,9
56		27/10/2016	11	3,7	11.8	6,9
57		27/10/2016	12	3,7	11.8	6,9
58		27/10/2016	13	3,7	11.8	6,9
59		27/10/2016	14	3,7	11.8	6,9
60		27/10/2016	15	3,7	11.8	6,9

N° DE PRUEBA	DOSIFICACION	FECHA	N° DE GUIA	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE %
61	0,09%	28/10/2016	1	3,9	12.2	2,9
62		28/10/2016	2	3,9	12.2	2,9
63		28/10/2016	3	3,9	12.2	2,9
64		28/10/2016	4	3,9	12.2	2,9
65		28/10/2016	5	3,9	12.2	2,9
66		28/10/2016	6	3,9	12.2	2,9
67		28/10/2016	7	3,9	12.2	7,8
68		28/10/2016	8	3,9	12.2	7,8
69		28/10/2016	9	3,9	12.2	7,8
70		28/10/2016	10	3,9	12.2	7,8
71		28/10/2016	11	3,9	12.2	7,8
72		28/10/2016	12	3,9	12.2	7,8
73		28/10/2016	13	3,9	12.2	7,8
74		28/10/2016	14	3,9	12.2	7,8
75		28/10/2016	15	3,9	12.2	7,8
76	0.01%	29/10/2016	1	3,7	12,0	4,2
77		29/10/2016	2	3,7	12,0	4,2
78		29/10/2016	3	3,7	12,0	4,2
79		29/10/2016	4	3,7	12,0	4,2
80		29/10/2016	5	3,7	12,0	4,2
81		29/10/2016	6	3,7	12,0	4,2
82		29/10/2016	7	3,7	12,0	4,2
83		29/10/2016	8	3,7	12,0	6,9
84		29/10/2016	9	3,7	12,0	6,9
85		29/10/2016	10	3,7	12,0	6,9
86		29/10/2016	11	3,7	12,0	6,9
87		29/10/2016	12	3,7	12,0	6,9
88		29/10/2016	13	3,7	12,0	6,9
89		29/10/2016	14	3,7	12,0	6,9
90		29/10/2016	15	3,7	12,0	6,9

N° DE PRUEBA	DOSIFICACION	FECHA	N° DE GUIA	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE %
91	0.03 %	30/10/2016	1	3,8	11,0	6,8
92		30/10/2016	2	3,8	11,0	3,7
93		30/10/2016	3	3,8	11,0	3,7
94		30/10/2016	4	3,8	11,0	3,7
95		30/10/2016	5	3,8	11,0	3,7
96		30/10/2016	6	3,8	11,0	3,7
97		30/10/2016	7	3,8	11,0	3,7
98		30/10/2016	8	3,8	11,0	3,7
99		30/10/2016	9	3,8	11,0	7,4
100		30/10/2016	10	3,8	11,0	7,4
101		30/10/2016	11	3,8	11,0	7,4
102		30/10/2016	12	3,8	11,0	7,4
103		30/10/2016	13	3,8	11,0	7,4
104		30/10/2016	14	3,8	11,0	7,4
105		30/10/2016	15	3,8	11,0	7,4
106	0.07%	31/10/2016	1	3,5	12.5	2,7
107		31/10/2016	2	3,5	12.5	2,7
108		31/10/2016	3	3,5	12.5	2,7
109		31/10/2016	4	3,5	12.5	2,7
110		31/10/2016	5	3,5	12.5	2,7
111		31/10/2016	6	3,5	12.5	2,7
112		31/10/2016	7	3,5	12.5	2,7
113		31/10/2016	8	3,5	12.5	2,7
114		31/10/2016	9	3,5	12.5	7,8
115		31/10/2016	10	3,5	12.5	7,8
116		31/10/2016	11	3,5	12.5	7,8
117		31/10/2016	12	3,5	12.5	7,8
118		31/10/2016	13	3,5	12.5	7,8
119		31/10/2016	14	3,5	12.5	7,8
120		31/10/2016	15	3,5	12.5	7,8

N° DE PRUEBA	DOSIFICACION	FECHA	N° DE GUIA	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE %
121	0.09 %	01/11/2016	1	3,8	12,0	4,2
122		01/11/2016	2	3,8	12,0	4,2
123		01/11/2016	3	3,8	12,0	4,2
124		01/11/2016	4	3,8	12,0	4,2
125		01/11/2016	5	3,8	12,0	4,2
126		01/11/2016	6	3,8	12,0	4,2
127		01/11/2016	7	3,8	12,0	4,2
128		01/11/2016	8	3,8	12,0	8,3
129		01/11/2016	9	3,8	12,0	8,3
130		01/11/2016	10	3,8	12,0	8,3
131		01/11/2016	11	3,8	12,0	8,3
132		01/11/2016	12	3,8	12,0	8,3
133		01/11/2016	13	3,8	12,0	8,3
134		01/11/2016	14	3,8	12,0	8,3
135		01/11/2016	15	3,8	12,0	8,3

**CARTA DE CONTROL PARA PROMEDIO DE 3 PRUEBAS CONSECUTIVAS (D.S=3)
DE RESISTENCIA A 28 DIAS**



Área del

ENSAYO DE ABRASION A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019
--

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS f_c : 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

MUESTRA CONCRETO RECICLADO

"GRADACION B"

MUESTRA		1
TAMIZ		PESO (gr)
PASA	RETENIDO	
3/4"	1/2"	3298
1/2"	3/8"	3105
TOTAL		6403
RET. TAMIZ N° 12		3590
% DESGASTE		43,93

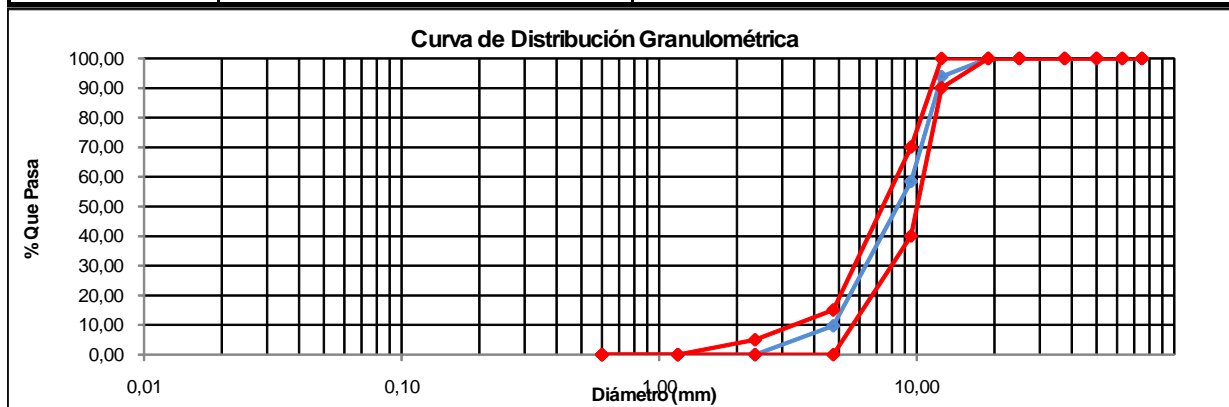
TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

MUESTRA: CONCRETO RECICLADO

PESO SECO INICIAL =		3744,00 gr.		MÓDULO DE FINURA	6,32
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		0,00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	230,00	6,14	6,14	93,86
3/8"	9,50	1326,00	35,42	41,56	58,44
N° 4	4,75	1826,00	48,77	90,33	9,67
N° 8	2,36	362,00	9,67	100,00	0,00
N° 16	1,18	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,60	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,30	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,15	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
CAZOLETA	--	0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		3744,00			



D60 =	10,00	D30 =	6,80	D10 =	5,00
	Cu =	2,00	Cc =	0,92	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO
ASTM C 127 / NTP 400.021

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

MUESTRA: CONCRETO RECICLADO

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	4315,65	4313,25	4314,85	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr)	4589,15	4586,88	4581,12	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr)	2682,29	2685,62	2678,28	
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm ³)	2,642	2,650	2,637	2,64
PESO ESPECIFICO MASA (gr/cm ³)	2,263	2,269	2,268	2,27
PESO ESPECIFICO SSS (gr/cm ³)	2,407	2,413	2,408	2,41
ABSORCIÓN (%)	6,337	6,344	6,171	6,28

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO
ASTM C - 29 / NTP 400.017

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

MUESTRA CONCRETO RECICLADO

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4585,00	4585,00	4585,00
Peso del recipiente + material (gr.)	8615,00	8612,00	8611,00
Peso del material (gr.)	4030,00	4027,00	4026,00
Factor (f)	313,518	313,518	313,518
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m ³)	1263	1263	1262
P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =	1263		Kg/m³

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS
A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012**

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

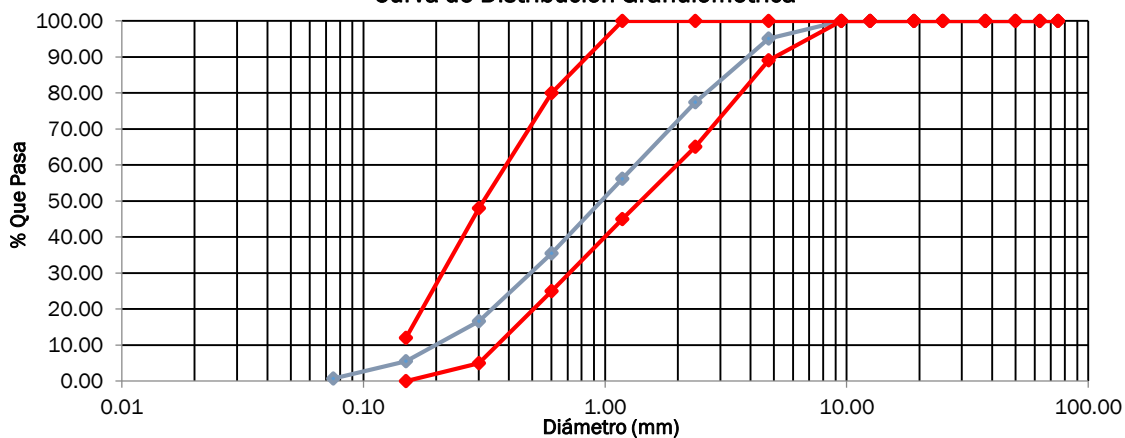
MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

PESO SECO INICIAL =		1987,00 gr.		MÓDULO DE FINURA	3,14
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		14,00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,75	98,00	4,93	4,93	95,07
N° 8	2,36	352,00	17,72	22,65	77,35
N° 16	1,18	421,00	21,19	43,83	56,17
N° 30	0,60	412,00	20,73	64,57	35,43
N° 50	0,30	374,00	18,82	83,39	16,61
N° 100	0,15	221,00	11,12	94,51	5,49
N° 200	0,075	95,00	4,78	99,30	0,70
CAZOLETA	--	14,00	0,70	100,00	0,00

Curva de Distribución Granulométrica



D60 =	1,30	D30 =	0,49	D10 =	0,19
	Cu =	6,84	Cc =	0,97	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
ASTM C 128 / NTP 400.022

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	491,40	490,34	490,42	
PESO DEL FRASCO CON AGUA (gr)	1058,12	1055,12	1058,12	
PESO DEL AGREGADO FINO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (gr)	500,00	500,00	500,00	
PESO FRASCO CALIBRADO + MUESTRA + AGUA (gr)	1367,83	1365,99	1363,14	
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm ³) =	2,705	2,732	2,645	2,69
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm ³) =	2,582	2,593	2,515	2,56
PESO ESPECIFICO SSS(gr/cm ³) =	2,628	2,644	2,564	2,61
ABSORCION (%) =	1,75	1,97	1,953	1,89

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200
A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3
Peso seco de la muestra original (gr.)	500,00	500,00	500,00
Peso seco de la muestra lavada (gr.)	484,00	487,00	480,00
Peso de material que pasa el tamiz N° 200 (gr.)	16,00	13,00	20,00
% de material que pasa el tamiz N° 200	3,20%	2,60%	4,00%
PROMEDIO	3,27%		

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

NTP 400.017 / ASTM C - 29

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4585,00	4585,00	4585,00
Peso del recipiente + material (gr.)	10405,00	10397,00	10413,00
Peso del material (gr.)	5820,00	5812,00	5828,00
Factor (f)	313,518	313,518	313,518
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m ³)	1825	1822	1827
P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =		1825	Kg/m³

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO
ASTM C - 29 / NTP 400.017**

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4585,00	4585,00	4585,00
Peso del recipiente + material (gr.)	9935,00	9945,00	9942,00
Peso del material (gr.)	5350,00	5360,00	5357,00
Factor (f)	313,518	313,518	313,518
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m ³)	1677	1680	1680
P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =		1679	Kg/m ³

ENSAYO DE ABRASION A.S.T.M. C 131 / NTP 400.019
--

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

"GRADACION B"

MUESTRA		1
TAMIZ		PESO (gr)
PASA	RETENIDO	
3/4"	1/2"	2598
1/2"	3/8"	2305
TOTAL		4903
RET. TAMIZ N° 12		3590
% DESGASTE		26,78

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS
A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012

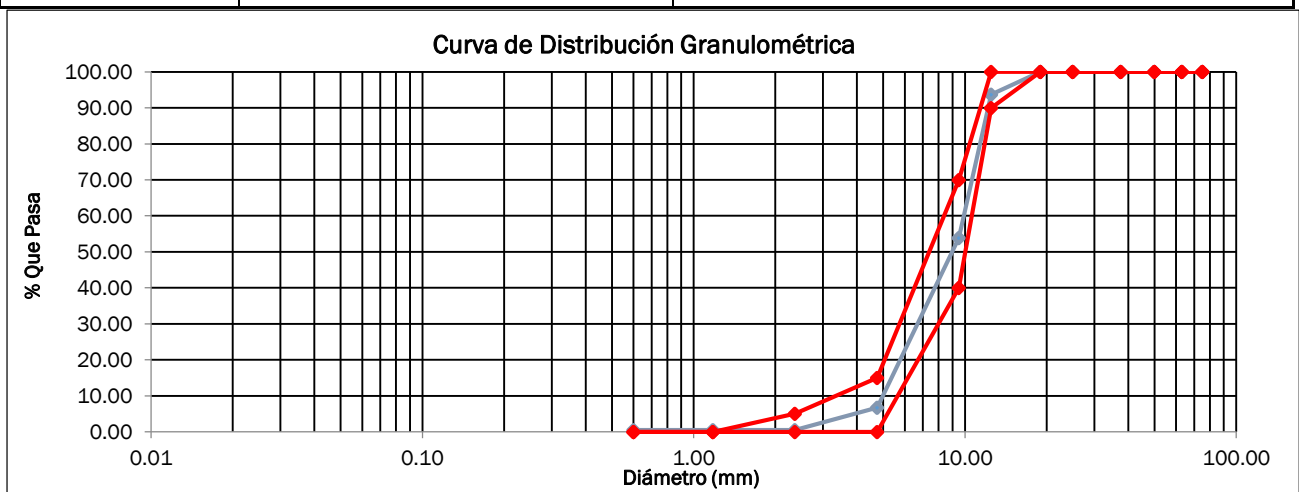
TESIS: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS f_c : 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR: Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA: ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

PESO SECO INICIAL =		4083,00 gr.	MÓDULO DE FINURA		6,37
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		21,00 gr.			
TAMIZ N°	ABERTURA TAMIZ (mm.)	PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO		PORCENTAJE QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	258,00	6,32	6,32	93,68
3/8"	9,50	1626,00	39,82	46,14	53,86
N° 4	4,75	1926,00	47,17	93,31	6,69
N° 8	2,36	252,00	6,17	99,49	0,51
N° 16	1,18	0,00	0,00	99,49	0,51
N° 30	0,60	0,00	0,00	99,49	0,51
N° 50	0,30	0,00	0,00	99,49	0,51
N° 100	0,15	0,00	0,00	99,49	0,51
N° 200	0,075	0,00	0,00	99,49	0,51
CAZOLETA	--	21,00	0,51	100,00	0,00
TOTAL		4083,00			



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**ASTM C 127 / NTP 400.021**

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS f_c : 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

MUESTRA: CONCRETO RECICLADO

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr)	4315,65	4313,25	4318,85	
PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr)	4389,15	4388,88	4391,12	
PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SATURADA (gr)	2692,29	2695,62	2693,28	
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm ³)	2,658	2,666	2,657	2,66
PESO ESPECIFICO MASA (gr/cm ³)	2,543	2,547	2,544	2,54
PESO ESPECIFICO SSS (gr/cm ³)	2,587	2,592	2,586	2,59
ABSORCIÓN (%)	1,703	1,753	1,673	1,71

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200
A.S.T.M. C 117 / NTP 400.018

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO N°	1	2	3
Peso seco de la muestra original (gr.)	3250,00	3250,00	3250,00
Peso seco de la muestra lavada (gr.)	3239,00	3245,00	3244,00
Peso de material que pasa el tamiz N° 200 (gr.)	11,00	5,00	6,00
% de material que pasa el tamiz N° 200	0,34%	0,15%	0,18%
PROMEDIO		0,23%	

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C - 29 / NTP 400.017

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4585,00	4585,00	4585,00
Peso del recipiente + material (gr.)	9778,00	9765,00	9770,00
Peso del material (gr.)	5193,00	5180,00	5185,00
Factor (f)	313,518	313,518	313,518
Peso Unitario Seco Compactado (Kg/m ³)	1628	1624	1626
P. UNITARIO S. COMPACTADO PROMEDIO =		1626	Kg/m ³

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO
ASTM C - 29 / NTP 400.017**

TESIS : EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DEL ADITIVO AIR MIX 200 EN EL CONTENIDO TOTAL DE AIRE Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETOS RECICLADOS $f'c$: 210 Kg/cm²

MAESTRISTA: IRVING ROYBERT FERNÁNDEZ GÁLVEZ

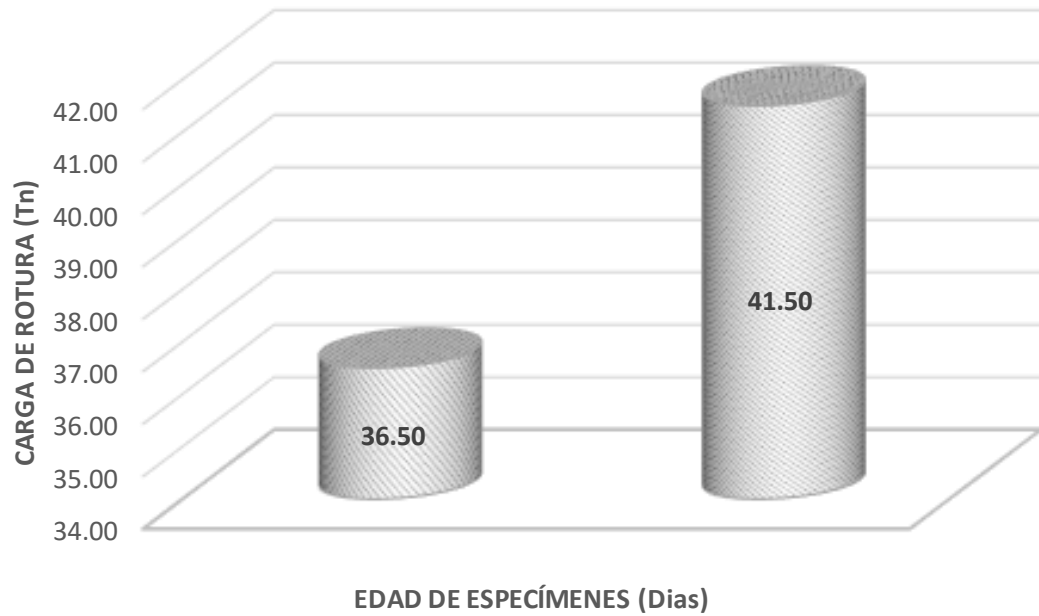
ASESOR : Dr. ING. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

CANTERA : ACOSTA (RIO CHONTA - BAÑOS DEL INCA)

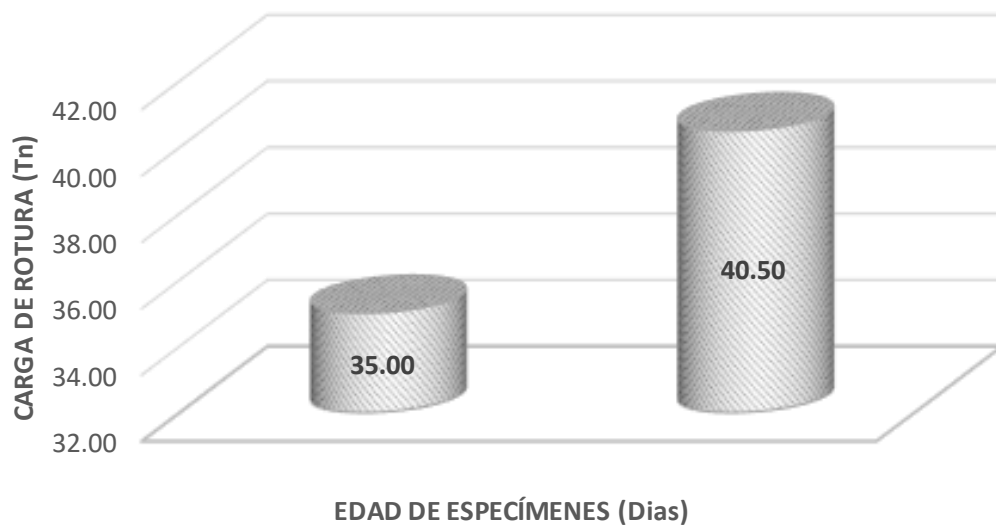
ENSAYO N°	1	2	3
Peso del recipiente (gr.)	4585,00	4585,00	4585,00
Peso del recipiente + material (gr.)	9333,00	9292,00	9176,00
Peso del material (gr.)	4748,00	4707,00	4591,00
Factor (f)	313,518	313,518	313,518
Peso Unitario Seco Suelto (Kg/m ³)	1489	1476	1439
P. UNITARIO S. SUELTO PROMEDIO =		1468	Kg/m³

ANEXO ESTADÍSTICO

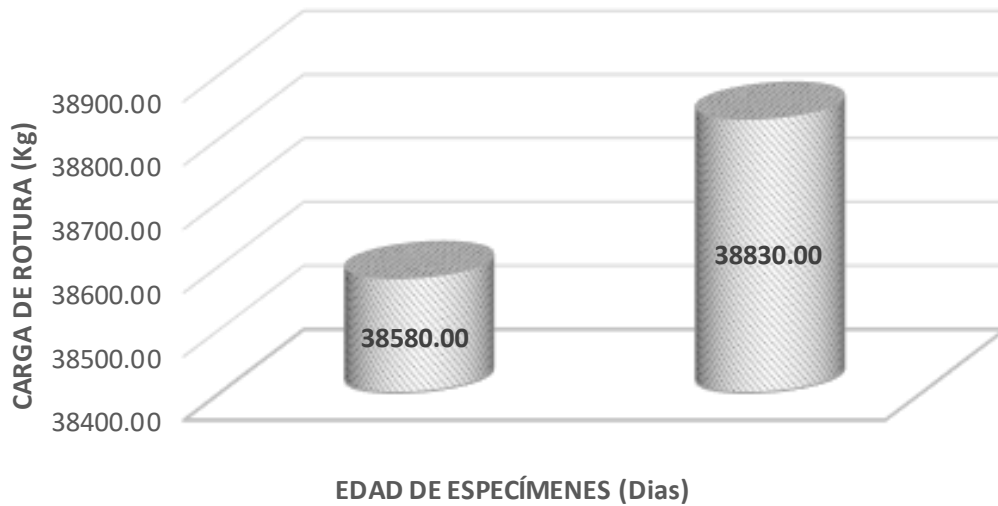
MEZCLA PATRÓN



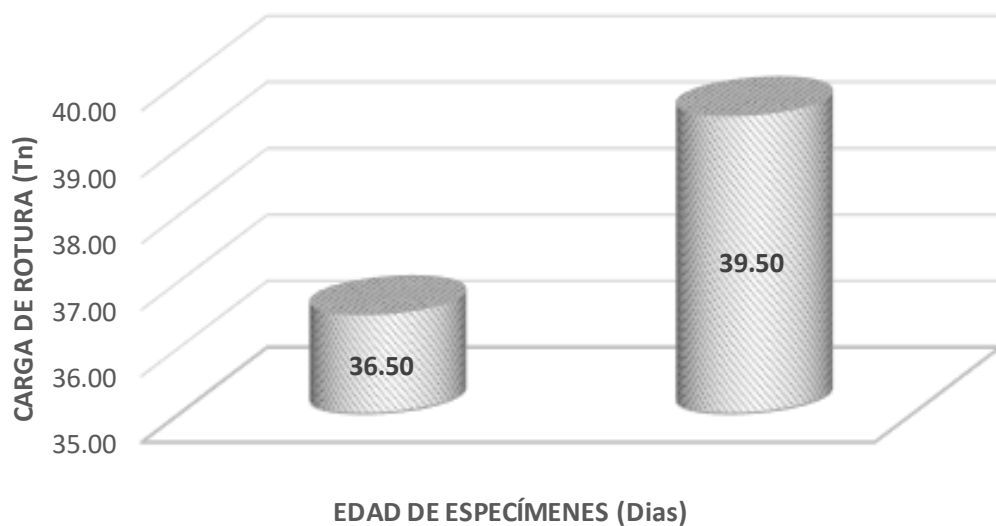
DM CONCRETO RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.01% DE ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 3% A LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD



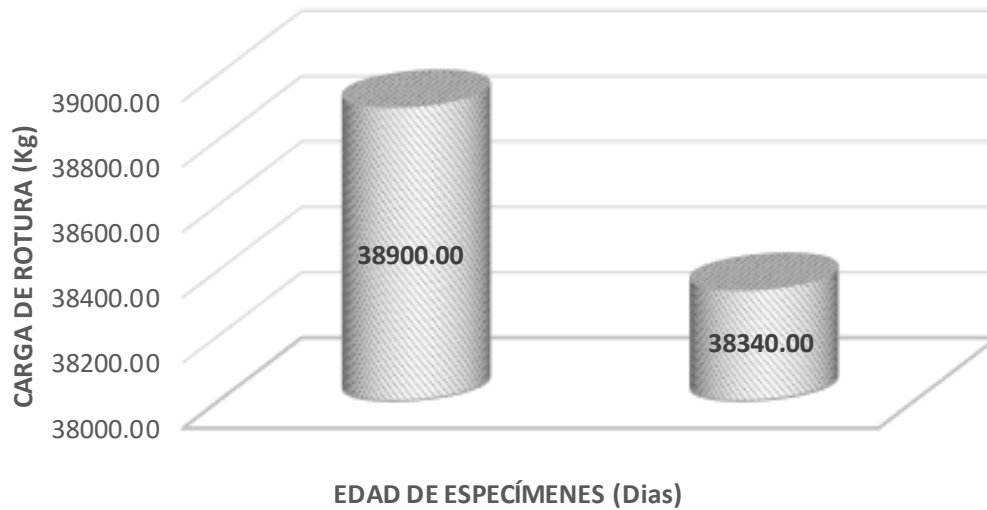
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.01% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 3% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



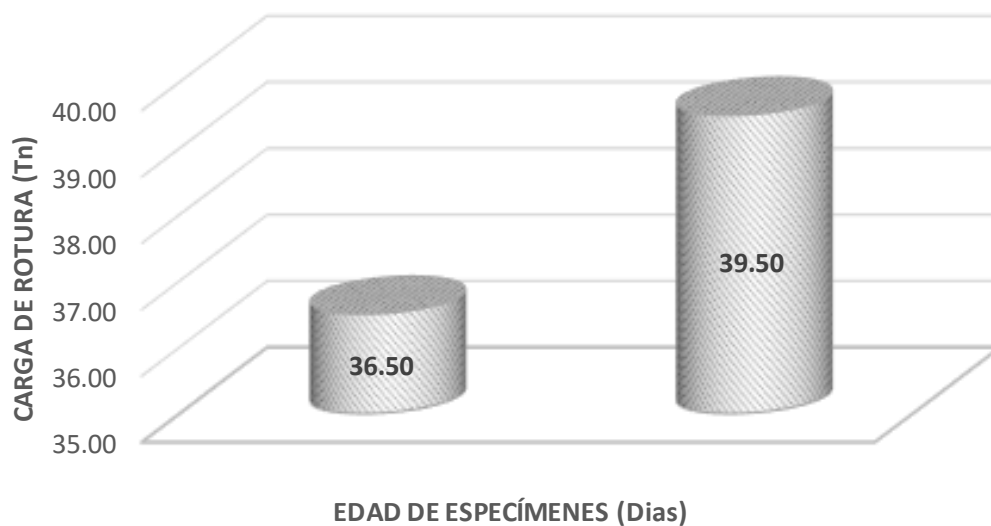
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.01% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 7% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



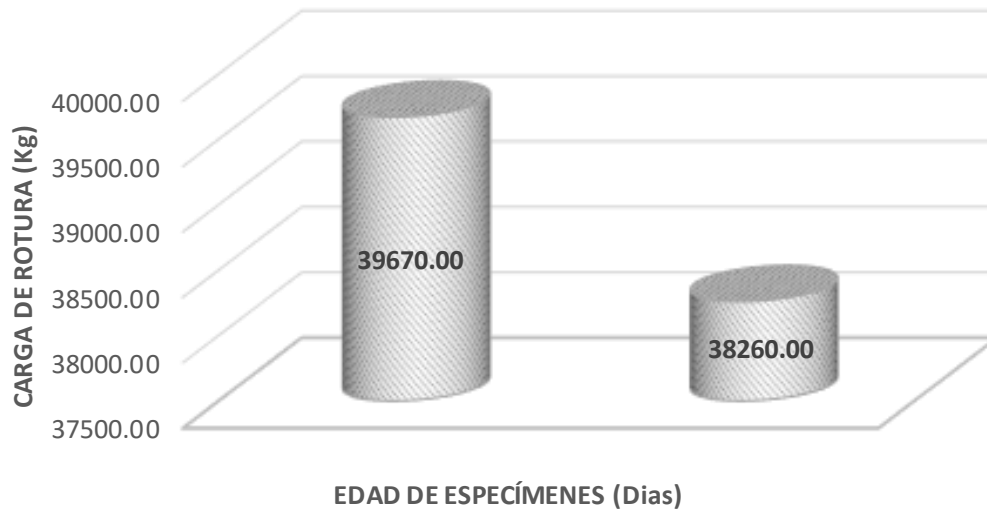
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.01% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 7% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



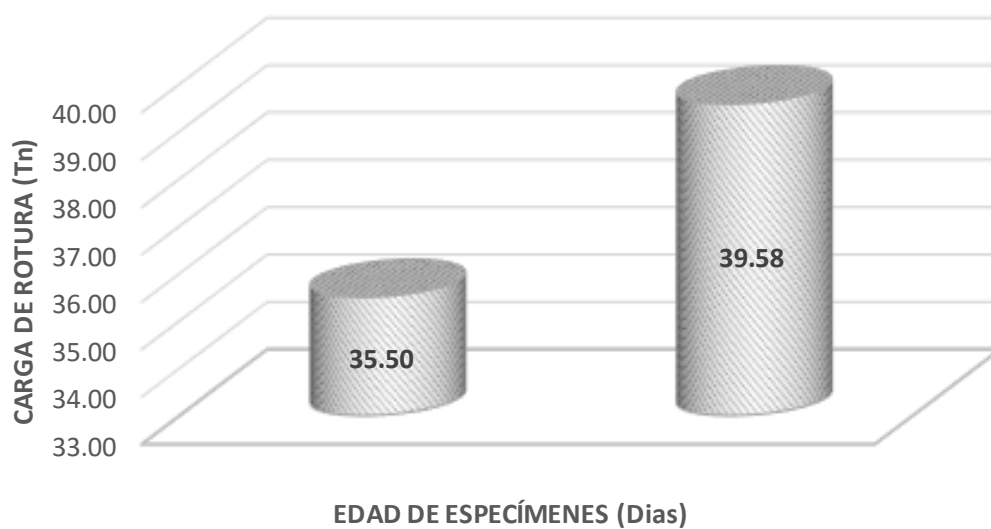
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.03% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 3% A LOS
14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



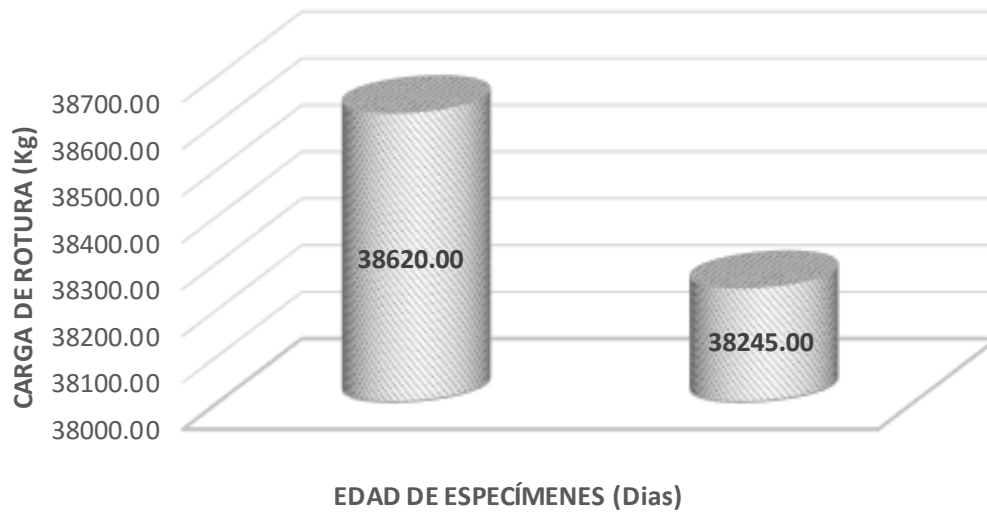
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.03% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 3% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



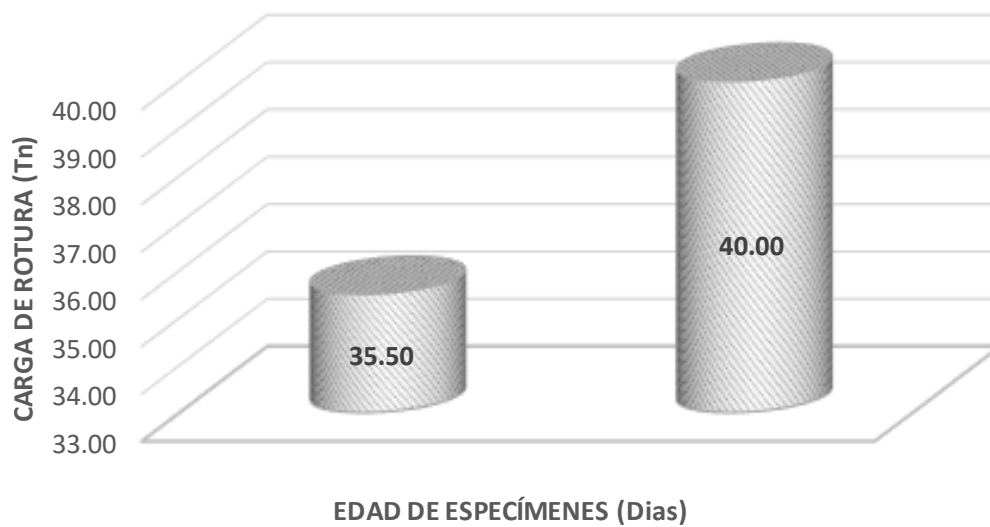
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.03% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 7% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



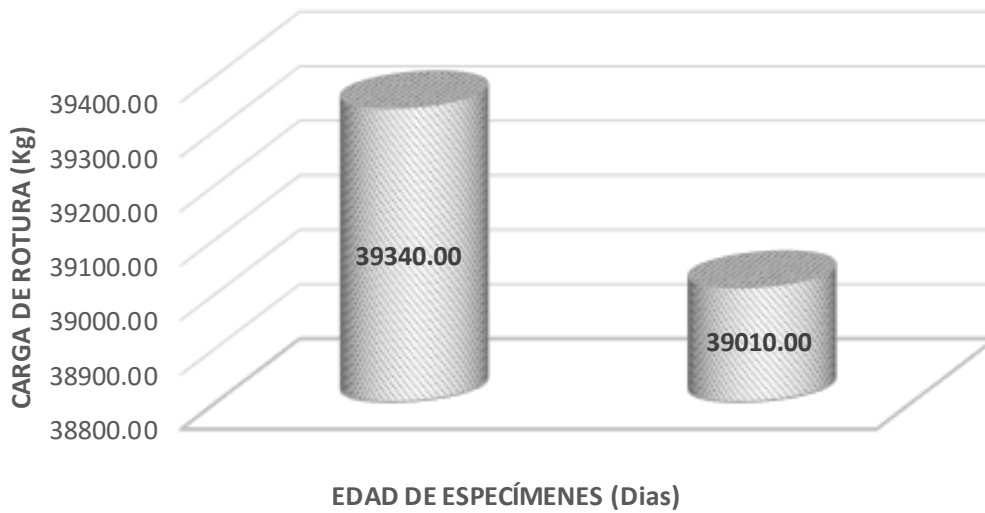
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.03% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 7% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



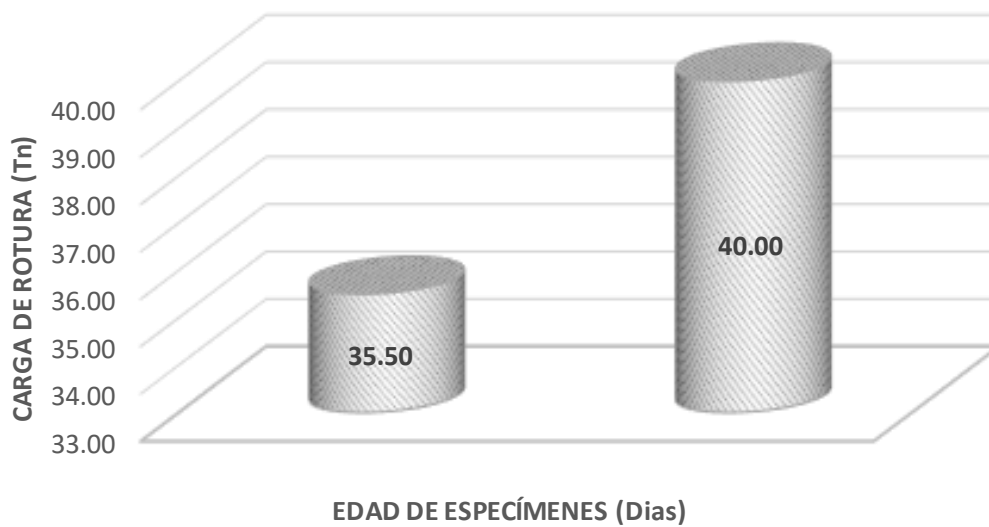
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.05% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 3% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



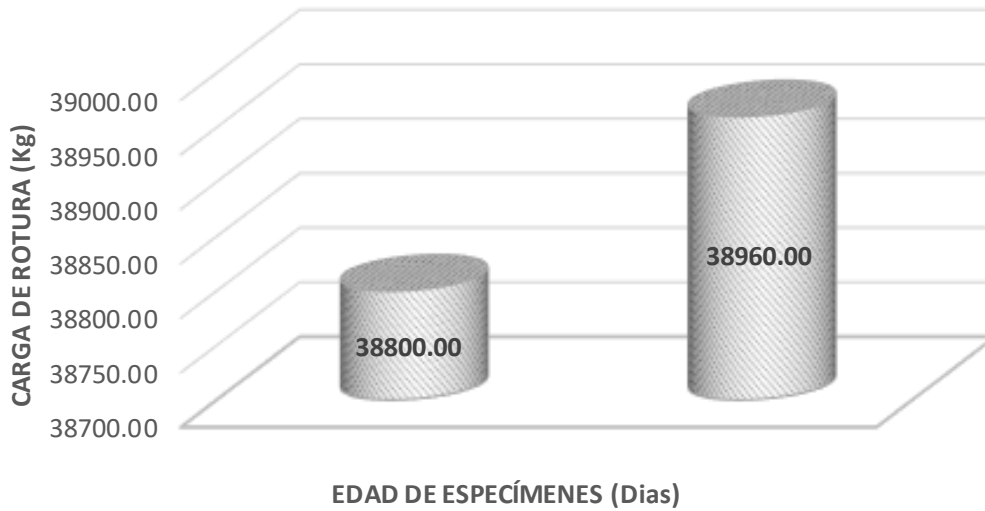
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.05% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 3% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



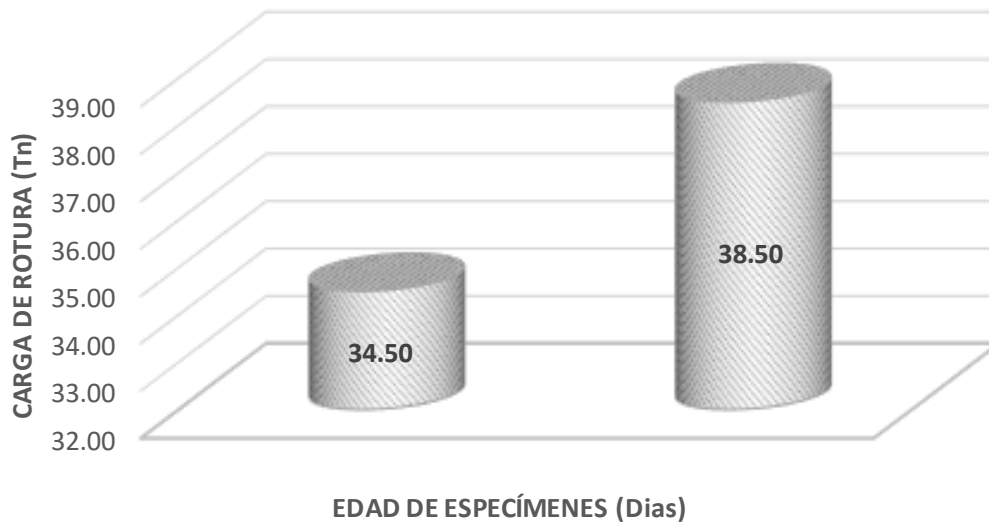
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.05% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 7% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



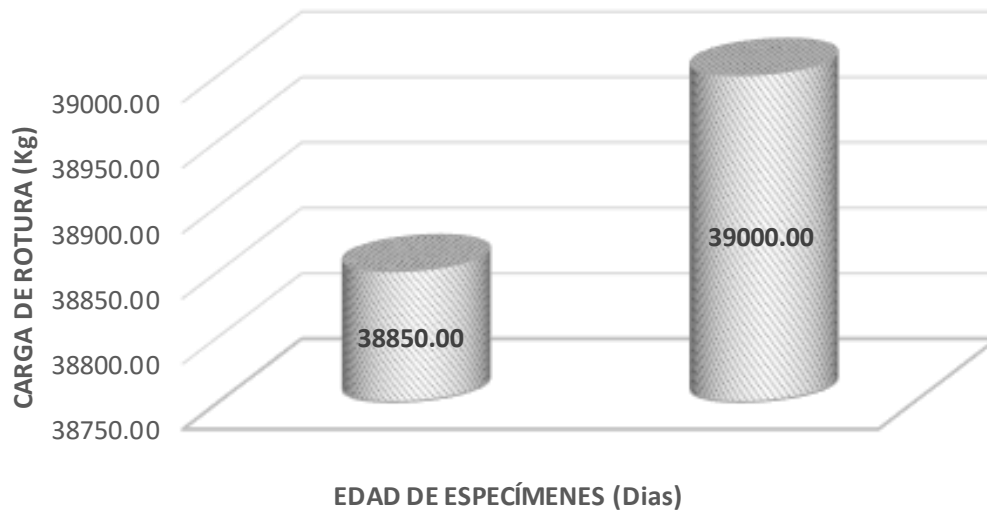
**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.05% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 7% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



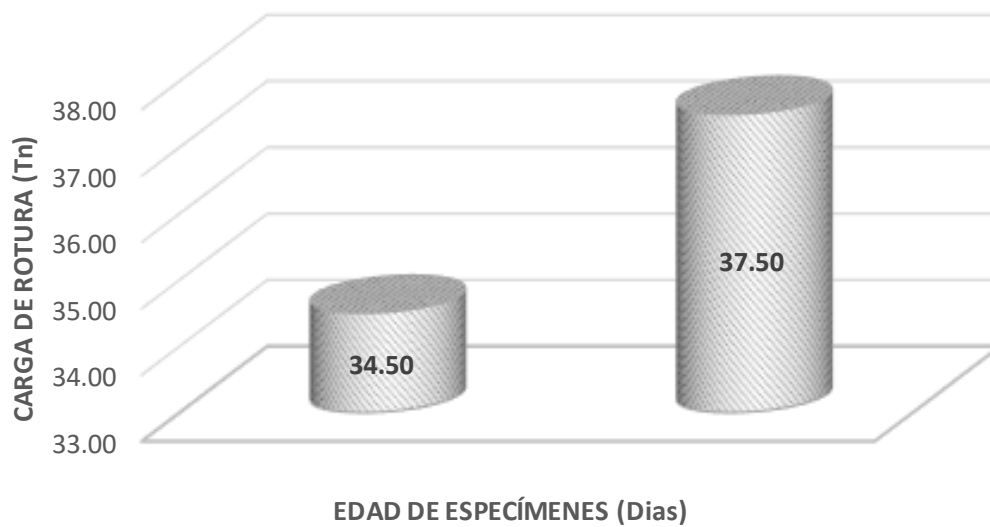
**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.09% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 3% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.09% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 3% A LOS 56 DIAS Y 84 DÍAS DE EDAD**



**DM CONCRETO RECICLADO CON
DOSIFICACIÓN DE 0.09% DE ADITIVO AIR MIX
200 E INCORPORANDO UN AIRE DEL 7% A
LOS 14 DIAS Y 28 DÍAS DE EDAD**



**ENSAYOS A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL DE
ESPECÍMENES DE CONCRETO CON CONCRETO
RECICLADO CON DOSIFICACIÓN DE 0.09% DE
ADITIVO AIR MIX 200 E INCORPORANDO UN AIRE
DEL 7% A LOS 56 DÍAS Y 84 DÍAS DE EDAD**

