

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**USO DEL CONCRETO RÍGIDO RECICLADO COMO
AGREGADO GRUESO EN LA ELABORACIÓN DEL
CONCRETO PARA PISTAS Y VEREDAS EN LA
CIUDAD DE SANDIA-PUNO 2017.**

Presentado por:

Bach. GUILLEN SALAS, Leoncio

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2017



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS
MUESTRA : AGREGADOS
CANtera : RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

I.- DATOS

1	PESO DEL PICNOMETRO	388.60
2	PESO DEL ENRASADOR	164.62
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	498.95
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1353.54
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1627.46
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	489.51

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $6/(4+3-5)$	2.18
	Promedio	2.18
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. $(3/(4+3-5))$	2.22
	Promedio	2.22
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $6/(4+6-5)$	2.27
	Promedio	2.27
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS $((3-6)/6)*100$	1.93
	Promedio	1.93

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.15
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5987.45
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3683.04

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS $((2-1)/1)*100$	1.86



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Eduardo Cahuapaza Velarde
Eduardo Cahuapaza Velarde
INGENIERO CIVIL CIP 84573
E GEOTECNIA

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**USO DEL CONCRETO RÍGIDO RECICLADO COMO
AGREGADO GRUESO EN LA ELABORACIÓN DEL
CONCRETO PARA PISTAS Y VEREDAS EN LA
CIUDAD DE SANDIA-PUNO 2017.**

Presentado por

Bach. GUILLEN SALAS, Leoncio

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2017

ACTA DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Juliaca, siendo las 10:00 Hrs. del 22 de abril del 2017, bajo la presidencia del catedrático:

Ing. JUAN VARGAS RAMOS

Se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente, para obtener el Título Profesional de **INGENIERO CIVIL**, bajo la modalidad de Sistema de Tesis (Resolución 3175-2003-R-UAP), en la que:

GUILLEN SALAS, LEONCIO

Sustento la Tesis titulada:

“USO DEL CONCRETO RÍGIDO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO PARA PISTAS Y VEREDAS EN LA CIUDAD DE SANDIA - PUNO 2017”

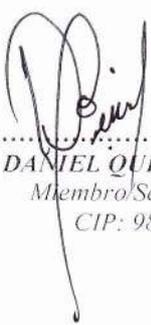
Ante el Jurado integrado por los señores catedráticos:

Ing. JUAN VARGAS RAMOS	(Presidente)
Ing. DANIEL QUISPE MAMANI	(Miembro/Secretario)
ING. GILMER SALAS MADERA	(Miembro)

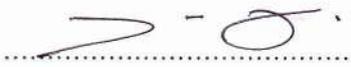
Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el Señor Presidente y los demás miembros del Jurado.


.....
Ing. DANIEL QUISPE MAMANI
Miembro/Secretario
CIP: 98548


.....
ING. GILMER SALAS MADERA
Miembro
CIP: 86417


.....
Ing. JUAN VARGAS RAMOS
Presidente
CIP: 182267

DEDICATORIA

A mi Señor Jesucristo por darme la fortaleza, inteligencia, sabiduría, amor y por confiar siempre en mí y no abandonarme durante esta vida.

A mi padre Santiago que en paz descanse, y mi madre en vida Paulina, por su comprensión, dedicación y paciencia que tuvieron con mi persona.

AGRADECIMIENTO

Con gratitud agradezco a las Autoridades de la Universidad Alas Peruanas, en especial a la Dirección adjunto de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil donde culminé mis estudios de pre grado satisfactoriamente.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido dosificado con el concreto reciclado en la resistencia del concreto en obras civiles en el distrito de Sandia.

Los métodos y materiales de estudio son la metodología de estudio es de tipo cuantitativo, aplicado, con diseño experimental factorial, con una muestra de 80 briquetas que se rompe para demostrar la resistencia del concreto.

Para lograr el diseño del Concreto de resistencia variada, se inició con un diseño de concreto de $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ haciendo uso de las tablas que nos proporciona el método del comité 211 del ACI, al cual se le hicieron dosificaciones con agua potable, estas pruebas de diseño fueron sometidas a ensayos de compresión realizadas a los 28 días, en el diseño de mezclas se ha considerado dos aspectos importantes del concreto: Trabajabilidad (Asentamiento) y Resistencia a Compresión.

Se realizó las pruebas de Asentamiento y Compresión Simple, del Concreto de Resistencia variada, con las tres resistencias de compresión $f'c$ kg/cm^2 planteadas ya indicadas para determinar el comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a compresión.

La resistencia del concreto promedio varia significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso de concreto reciclado, cae en la región de rechazo y concluimos que los puntajes promedio de la resistencia del concreto promedio varia significativamente a los 28 días de edad según el diseño

de mezcla con el uso de concreto reciclado, es decir no es igual entre ellas y difiere significativamente, durante el proceso experimentación.

La conclusión más importante es el uso del concreto reciclado A un nivel de significación del 5% cae en la región de rechazo, y concluimos que los puntajes promedio del uso del concreto reciclado tienen efectos significativos y positivos en la resistencia del concreto en el distrito de Sandía, durante el proceso experimentación.

ABSTRACT

The present work aims to evaluate the properties of fresh and hardened concrete dosed with recycled concrete in the concrete strength in civil works in the Sandia district.

The methods and study materials are the study methodology is quantitative, applied, with experimental experimental design, with a sample of 80 briquettes that is broken to demonstrate the resistance of the concrete.

In order to achieve the design of the Concrete of varied resistance, it was started with a concrete design of $f'c = 140\text{kg} / \text{cm}^2$, $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ making use of the tables provided by the method Of the ICA 211 committee, which was dosed with potable water, these design tests were subjected to compression tests performed at 28 days, in the design of mixtures have been considered two important aspects of concrete: Workability (Settlement) and Compression Resistance.

The Settlement and Simple Compression tests of the Mixed Resistance Concrete were performed with the three compression strengths $f'c \text{ kg} / \text{cm}^2$ already indicated to determine the behavior of the workability and compressive strength.

The average concrete strength varies significantly at 28 days of age according to the mix design with the use of recycled concrete, it falls in the rejection region and we conclude that the average resistance scores of the average concrete vary significantly at 28 days of Age according to the mix design with the use of recycled concrete, ie it is not equal between them and differs significantly, during the experimentation process.

The most important conclusion is the use of recycled concrete. At a significance level of 5% it falls in the rejection region, and we conclude that the average use of recycled concrete has significant and positive effects on concrete strength in the district of Sandia, during the experimentation process.

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vii
INDICE	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I.....	16
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	16
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.2.1 Delimitación espacial	17
1.2.2 Delimitación temporal	17
1.2.3 Delimitación social/conductual.....	17
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.3.1 Problema General.....	17
1.3.2 Problemas Específicos	17
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos	18
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.5.1 Hipótesis General	19
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	19
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.1 Variable independiente	19
1.6.2 Variables dependientes	20
1.6.3 Operacionalización de Variables.	20
1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.7.1 Tipo y nivel de Investigación.....	21
1.7.2 Diseños y métodos de Investigación	21

1.7.3	Población y muestra de la investigación	22
1.7.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
1.8	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.8.1	Justificación	23
1.8.2	Importancia.....	23
1.9	LIMITACIONES.....	24
CAPÍTULO II.....		25
MARCO TEÓRICO		25
1.10	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
1.10.1	Antecedentes Internacionales	25
1.10.2	Antecedentes nacionales	31
1.11	BASES TEÓRICAS.....	32
1.11.1	CONCRETO.....	32
1.11.2	COMPUESTOS QUÍMICOS DEL CEMENTO	33
1.11.3	Clasificación del cemento portland.....	36
1.11.4	El agua	38
1.11.5	Los agregados.....	42
1.11.6	Propiedades físicas de los agregados.....	43
1.11.7	Clasificación de los agregados.....	48
1.11.8	Propiedades químicas de los agregados.....	50
1.12	CONCRETO	52
1.12.1	DEFINICIÓN DEL CONCRETO	52
1.12.2	Factores que afectan la resistencia:.....	53
1.12.3	Propiedades del concreto fresco	54
1.13	DISEÑO DE MEZCLAS	63
1.13.1	Método del ACI.....	64
1.13.2	MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.....	65
1.14	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	65
CAPÍTULO III.....		67
PROPUESTA TÉCNICA		67
1.15	FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	67
1.15.1	Ubicación.....	67

1.15.2	Accesibilidad	69
1.16	Ensayo de los Materiales	69
1.16.1	<i>Muestreo Del Agua</i>	69
1.16.2	LOS AGREGADOS	71
1.16.3	ENSAYOS DE LABORATORIO.	73
1.16.4	ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES	97
1.16.5	Selección de las proporciones del concreto	98
1.16.6	Diseño de mezclas del concreto por el método del comité 211 del ACI 98	
1.17	FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS.....	121
1.17.1	Determinación de la cantidad de probetas	121
1.17.2	Tipología de probetas fabricadas en laboratorio	121
1.18	ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO	125
1.18.1	ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO	125
1.18.2	TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO	131
1.18.3	EXUDACIÓN	134
1.19	ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO	137
1.19.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	137
CAPÍTULO IV		142
PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		142
1.20	PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	142
1.21	Prueba de Hipótesis General	149
1.21.1	Prueba de Hipótesis Especifica uno	150
1.21.2	Prueba de Hipótesis Especifica dos	152
1.21.3	Prueba de Hipótesis Especifica tres	154
1.22	Cálculos	155
CONCLUSIONES		157
RECOMENDACIONES		158
FUENTES DE INFORMACIÓN		159

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Operacionalización de Variables	20
Tabla N° 2 Componentes Químicos Del Cemento	34
Tabla N° 3 Componentes Principales De Cemento En Porcentaje	34
Tabla N° 4 Clasificación Del Tipo De Cemento ASTM	37
Tabla N° 5 Parámetros Químicos Para Agua	39
Tabla N° 6 Límites permisibles de contenidos y sustancias disueltas.....	40
Tabla N° 7 Límites de sustancias dañinas.	44
Tabla N° 8 Límites granulométricos para agregado fino.	48
Tabla N° 9 Límites granulométricos para agregados gruesos.....	50
Tabla N° 10 Límites máximos permisibles en el contenido de cloruros del concreto recién mezclado.	51
Tabla N° 11 Consistencia y/o Slump	58
Tabla N° 12 Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas	60
Tabla N° 13 accesibilidad.....	69
Tabla N° 14 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	75
Tabla N° 15 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO RECICLADO	75
Tabla N° 16 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	76
Tabla N° 17.....	79
Tabla N° 18	83
Tabla N° 19 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINO.....	87
Tabla N° 20 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO	88
Tabla N° 21 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO	89
Tabla N° 22.....	89
Tabla N° 23 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.....	95
Tabla N° 24 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.....	96
Tabla N° 25 Características De Materiales Utilizados Para Diseño De Mezcla...	99
Tabla N° 26.....	101
Tabla N° 27 Resistencia A La Compresión Promedio	101

Tabla N° 28 Selección del volumen unitario de agua, según A.C.I.	102
Tabla N° 29 Selección del volumen unitario de agua, según U.N.I.	103
Tabla N° 30 Contenido de aire atrapado	104
Tabla N° 31 Relación Agua/Cemento por Resistencia	105
Tabla N° 32 Factor de Cemento y cantidad de bolsas/m ³	107
Tabla N° 33 Módulo de Finesa de la combinación de agregados	108
Tabla N° 34 Módulos de fineza para cada condición	113
Tabla N° 35 Volumen Absoluto de Agregado fino y grueso	115
Tabla N° 36 Peso seco de los agregados	116
Tabla N° 37 Valores de diseño Preliminar.....	117
Tabla N° 38 Correcciones por Humedad.....	119
Tabla N° 39 Proporciones finales para todas las Condiciones	120
Tabla N° 40 Cantidad de probetas cilíndricas de 4" x 8"	121
Tabla N° 41. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL C° FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN.....	132
Tabla N° 42 EXSUDACION DEL CONCRETO	135
Tabla N° 43.	138
Tabla N° 44. Resultados muestrales de los puntajes obtenidos durante el proceso de experimentación	144
Tabla N° 45. Análisis de Varianza para el Diseño Factorial Completamente al Azar.....	145
Tabla N° 46. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas.....	152
Tabla N° 46. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 40% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas.....	153
Tabla N° 47. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 60% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Prueba de Revenimiento Slump.....	56
Figura N° 2 Ubicación del Area del Estudio Distrito de Sandia.	68
Figura N° 4 apisonado del agregado Fino para determinar su estado S.S.S.	81
Figura N° 5 Pesado del picnómetro, muestra y agua.	82
Figura N° 6 Tamizado del agregado grueso.....	85
Figura N° 7 Tamizado del agregado fino.....	86
Figura N° 7 Llenado de Briquetetas con concreto.....	124
Figura N° 8 Ensayo de Asentamiento y/o consistencia	128
Figura N° 10 Falla tipo cono, falla cortante y falla por fisura	141

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene por objetivo principal evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con concreto rígido reciclado y determinar su potencial de uso, para lo cual se ha recopilado y analizado información inherente al tema de estudio y se verificó que reciclar los residuos de construcción es una importante alternativa para un desarrollo sostenible y amigable con el medio ambiente, los cuales fueron lavados en sus diferentes fases, analizados y finalmente triturados para un tamaño máximo nominal de 3/4", todo esto con el objetivo de producir un agregado con propiedades que cumplan con las normas correspondientes. Tanto los agregados naturales, también usados en esta investigación, como los reciclados han sido ensayados en el laboratorio, en donde se analizaron sus propiedades físicas y químicas; como: contenido de humedad, peso específico, peso unitario, granulometría y abrasión. Realizado esto, se desarrolló un diseño de mezclas para cuatro resistencias 140, 175, 210 kg/cm²; cada una de ellas posee cuatro grupos con diferentes condiciones, pasado su fase de curado, fueron ensayados a compresión a los 28 días; las propiedades del concreto fresco también fueron analizadas para cada una de las condiciones. Además de los estudios de los componentes y del concreto en sí, se realizó un análisis de costos para cada condición de concreto.

El trabajo de investigación está organizado en función de seis capítulos. El Capítulo I: Planteamiento de problema, en el cual se aborda los aspectos básicos de la investigación como el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos y la hipótesis de la investigación. El Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual, donde se describe conceptos generales de la tecnología del concreto y sus variantes en relación al tema de investigación. El Capítulo III: Metodología de Investigación, donde se detalla las características de los materiales empleados y el procedimiento experimental utilizado para obtener los resultados de la investigación. El Capítulo IV: Análisis de Resultados, donde se detalla los resultados obtenidos de cada una de las pruebas realizadas en laboratorio y su interpretación. El Capítulo V: Análisis Estadístico y Validación de Hipótesis, donde se someten los resultados obtenidos a la prueba de hipótesis a través de fórmulas

estadísticas elegidas. Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones, donde se da informe sobre las conclusiones obtenidas en la investigación y las recomendaciones para ampliar en un futuro la investigación. Bibliografía: donde se describen los textos consultados. Todos estos capítulos son complementados con información incluida en la parte final denominada Anexo.

Se concluyó que aunque el agregado reciclado proveniente del concreto rígido presenta ciertas cualidades inferiores al agregado natural, este tiene una calidad adecuada para producir concreto aunque el uso de este en una proporción mayor al 20% del agregado grueso es riesgoso, ya que a mayor cantidad de árido reciclado la resistencia a compresión disminuye, las propiedades del concreto fresco y endurecido son similares en los grupos patrón y experimentales, además los agregados reciclados produjeron concretos más livianos que un concreto convencional, sin embargo es viable su uso en un 20% , el uso estará sujeto a las condiciones y capacidades de la obra.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la región de puno y especialmente en la provincia de Sandia se acostumbra a utilizar los escombros o los Residuos de Construcción y Demolición para rellenos en nuevas edificaciones y no son valorados y muchas veces se descartan, el caso de otros países como México, Colombia o Chile, donde se realizan estudios a nivel de pre y postgrado para lograr el reciclado de los Residuos de construcción y así hacer un uso responsable de sus recursos; así mismo en España se maneja una guía para la gestión de Residuos de construcción y demolición. Sin embargo, tenemos el deber de abordar este tema y comenzar a ser más conscientes con nuestro medio ambiente, como sociedad y como constructores. Si bien es cierto, nuestro país tiene abundantes recursos, con referencia específicamente a los agregados, estos deben ser utilizados con mayor responsabilidad; y más aún si estos ya fueron utilizados en concreto y ahora forman parte de residuos que producen contaminación y daño ambiental.

Los concretos no son ajenos a esta realidad; estos están sujetos a la acción continua del tráfico y los factores ambientales. Estos dos factores, junto con el envejecimiento natural de los materiales, hacen que la concreta sufra un proceso de progresivo deterioro. Este envejecimiento y deterioro conlleva a una disminución paulatina en los niveles de seguridad y confort del tráfico, que al sobrepasar ciertos valores hacen necesaria una operación de conservación o reemplazo.

La conservación de la red vial es en la actualidad un aspecto de gran importancia debido a los recursos que moviliza. El presupuesto necesario para el mantenimiento, así como los problemas ambientales que de él se derivan, justifican la búsqueda de nuevas técnicas que permitan reducir costos y sean respetuosas con el medio.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Delimitación espacial

Esta investigación se desarrolló en la región Puno, provincia de Sandía del distrito de Sandía.

1.2.2 Delimitación temporal

La investigación se llevó a cabo entre los meses de setiembre a noviembre del 2016, tiempo que permitió el desarrollo de trabajo de investigación.

1.2.3 Delimitación social/conductual

Esta investigación se llevó a cabo con los pobladores del distrito de Sandía en el aprovechamiento de otros materiales para la elaboración del concreto el cual se puede utilizar en cualquier construcción.

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017

1.3.2 Problemas Específicos

- ¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de

mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?

- ¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 175Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?
- ¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 210Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Determinar el efecto de uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017

1.4.2 Objetivos Específicos

- Establecer el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?
- Analizar el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 175Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?
- analizar el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 210Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

El uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso tiene efectos significativos de acuerdo a la proporción en el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso tiene efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas.
- EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones 40% como agregado grueso tiene efectos significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas
- EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones 60 % a más como agregado grueso tiene efectos poco significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable independiente

- Concreto reciclado

Indicadores:

- Materiales
- Especificaciones técnicas
- Diseño de mezcla

1.6.2 Variables dependientes

- Resistencia del concreto

Indicadores:

- Resistencia a 140kg/cm
- Resistencia a 175kg/cm²
- Resistencia a 210kg/cm²

1.6.3 Operacionalización de Variables.

Tabla N° 1 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente Concreto reciclado	Materiales	Arena fina Arena gruesa Cemento otros
	Especificaciones técnicas	Norma técnica Norma técnica Norma técnica
	Diseño de agregado grueso	20% 40% 60%
Variable dependiente Resistencia del concreto	Resistencia a 140kg/cm	Menores a 20% 40% 60% a más
	Resistencia a 175kg/cm ²	Menores a 20% 40% 60% a más
	Resistencia a 210kg/cm ²	Menores a 20% 40% 60% a más

Fuente: Elaboración Propia.

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo y nivel de Investigación

a) Tipo de investigación

El presente estudio asume el enfoque cuantitativo, se recolectará los datos con instrumentos estandarizados y por el propósito de estudio es de tipo aplicado está orientado a comprobar la utilidad de concreto reciclado en la mejora de la resistencia del concreto en obras civiles y la naturaleza de estudio es experimental, debido que se trabaja con variable independiente (concreto reciclado) y la variable dependiente (resistencia del concreto) con un examen pre test y post test.

b) Nivel de investigación

Por el objeto de estudio y características de diferentes procedimientos de aplicación que se debe realizar corresponde al nivel de investigación experimental debido que se aplica el curado convencional como una técnica para analizar la resistencia del concreto. No solamente abarca una descripción de conceptos sino de esta dirigida a demostrar analizar y evaluar los resultados de la aplicación en porcentajes durante 2 edades a los 21 y 28 días en diferentes momentos de la realidad de la resistencia del concreto.

1.7.2 Diseños y métodos de Investigación

a) Diseño de investigación

En la presente Investigación por sus características peculiares posee la validez interna y externa, consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una de medición de una o más variables para observar cuál es el efecto del concreto reciclado en las resistencias del concreto para obras civiles. Dado que los objeto no se asignan al azar sino a los grupos, ni se emparejan,

porque tal grupo ya existe como grupo intacto como comenta (Estévez Culléll, 2004) corresponde al diseño factorial, correspondiente a los diseños experimental puro como manifiesta Hernández y Baptista (Hernández, Baptista, & Fernández, 2006), debido a que se manipula dos variable Independiente; como factor 01, 02, (bloque; 1,2,3) para conocer la eficacia los resultados que se desea en la variable dependiente (ponderación ensayos de laboratorio) en la población en estudio, para lo cual se utilizó el siguiente esquema:

1.7.3 Población y muestra de la investigación

1.7.3.1.1 Población

La población estaba considerada por 90 testimonios de diseños de mezcla de concreto realizadas con los concretos reciclados para obras civiles de Sandia.

1.7.3.1.2 Muestra

La muestra se consideró por 60 testimonios de diseños de mezcla de concreto realizadas con los concretos reciclados para obras civiles de Sandia. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia de acuerdo a las características.

1.7.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

Observación: Este procedimiento nos permitió conocer el diseño de mezcla con roca minera el concreto, Hernández et al. (2014) refieren que consiste en el registro sistemático, válido y confiable del comportamiento o de la conducta presentada, la cual puede utilizarse en muy diversas circunstancias (p. 501).

Ensayos. Es un procedimiento que permite realizar las pruebas de compresión a la resistencia del concreto a los 28 días de edad en 140, 175 y 210 kg /cm².

1.7.4.1.1 Instrumentos

Fichas de observación: Este instrumento nos permitirá recoger información del diseño de mezcla realizado y los materiales utilizados.

Certificaciones: En las certificaciones se anotamos diferentes ensayos con diferentes factores en los laboratorios.

1.8 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Justificación

El Presente trabajo de Investigación que se efectuará en el distrito de Sandía, tiene como fin utilizar concreto reciclado para la elaboración del concreto y analizar la resistencia que logre.

Los concretos no son ajenos a esta realidad; estos están sujetos a la acción continua del tráfico y los factores ambientales. Estos dos factores, junto con el envejecimiento natural de los materiales, hacen que la concreta sufra un proceso de progresivo deterioro. Este envejecimiento y deterioro conlleva a una disminución paulatina en los niveles de seguridad y confort del tráfico, que al sobrepasar ciertos valores hacen necesaria una operación de conservación o reemplazo.

1.8.2 Importancia

Es necesario tener presente que la utilización de concreto reciclado para la elaboración del concreto sería un éxito de un proyecto, razones que señalarían que la investigación propuesta ayudaría en la solución de problemas en la toma de decisiones correctas de plantear un sistema eficiente de las operaciones para optimizar los costos para la

elaboración del concreto, el presente Plan de tesis tiene como fin el contribuir a que las personas cuenten con modelos para selección y reemplazamiento los materiales de agregado, minimizando la pérdida de tiempo, el costo de elaboración, aumentando la eficiencia de resistencia del concreto.

1.9 LIMITACIONES

Este Plan de Investigación se limitará solamente para el distrito de Sandía, en la elaboración del concreto aplicando el reciclaje del concreto y obteniendo los resultados de resistencia a la Compresión f_c .

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.10 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Antecedentes Internacionales

Cantillo Maita, (2012). Con el propósito de satisfacer la gran demanda de concreto del país se llevó a cabo este estudio de factibilidad de la sustitución parcial de la arena en mezclas de concreto por polvillos de roca Pizarra, Gneis Granítico de las canteras Con piedra y Concepción de Cemex Venezuela S.A.C.A. en una proporción de 15, 20 y 25% con la finalidad de optimizar las materias primas usadas en su producción. Se estableció para ello un diseño de mezcla para la obtención de una resistencia a la compresión a los 28 días de 250 Kgf/cm² y 5 pulg. De asentamiento. Para reducir los costos de producción del concreto, sin comprometer sus propiedades, se implementó un método de diseño de mezcla mixto que consistió en el uso del riguroso diseño granulométrico y de las fórmulas de cálculo de los componentes del concreto del método del Manual del Concreto Estructural de J. Porrero, y, la cantidad de agua, cemento y el volumen de aire atrapado del método 211 del Comité del American Concrete Institute (ACI-211). Este último método, en efecto, tiene el atractivo económico de usar menos cemento que el método de Porrero, aunque recurre a un control menos riguroso de los agregados. Una vez establecidos los parámetros del diseño, se

realizaron (4) mezclas de concreto con cada polvillo, una (1) patrón y tres (3) con las sustituciones parciales de la arena evaluando sus propiedades en estado fresco (asentamiento y segregación) y, finalmente, se elaboraron y curaron cilindros con las mezclas para la evaluación de sus propiedades en estado endurecido (resistencia a la compresión y superficie de falla). Se obtuvo que a los 28 días la resistencia a la compresión para ambos polvillos superó en más del 200% la resistencia de diseño, además el asentamiento fue de 7+1 pulg. con el polvillo Con piedra y de 5,9+0,6 pulg. con el polvillo Concepción. Se pueden usar por tanto ambos polvillos hasta un 25% de sustitución de la arena, pero se recomienda ampliar el estudio con mayores porcentajes para determinar el máximo de sustitución.

Ríos González, (2011). En mención del autor indica que trabajando con Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar. “El concreto se puede definir como un material compuesto que consiste en un medio de enlace dentro del cual se embeben partículas o fragmentos de agregado, para ello se utiliza un cemento hidráulico, agua, triturado y arena.

Las obras de ingeniería que se realizan en la mayoría de los países desarrollados o medianamente desarrollados, utilizan como material de construcción el concreto en sus diversas formas. Como consecuencia debido al volumen de materiales que se extraen, procesan, elaboran y consumen, el impacto ambiental que se genera es importante y si se considera la cantidad de material de desecho, producto de la demolición de obras fuera de servicio, el resultado es aún mayor.

Por su condición de estar constituido por materiales abundantes a lo largo del planeta, de fácil obtención, económico y de uso muy difundido y aceptado, es difícil pensar en alternativas viables, al menos en un futuro próximo, que modifiquen sensiblemente el consumo de cemento y agregados.

Es por eso que se debe enfrentar el desafío de reformular en lo posible todo el ciclo constructivo de manera que nos permita contribuir al

objetivo generalizado de encaminar nuestra actividad con productos, diseños y procesos que aseguren la vía de la sustentabilidad.

Es dentro de este contexto que aparece la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA), la cual es un subproducto no metálico obtenido de la fabricación de azúcar. Su composición química tiene propiedades similares a la del cemento Portland, lo cual la hace un material de desecho altamente interesante para su uso de la fabricación del concreto, el cual en esta investigación va hacer utilizada como agregado fino (arena)”

Díaz Ferreira, (2009), ha desarrollado una metodología que permitió el aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto. El material seleccionado estuvo conformado por arena extraída de río y triturado proveniente de una planta trituradora; escombros que fueron clasificados como Escombros Grueso (E1), Escombros Fino (E2) y muestras de ladrillo que fueron trituradas manualmente y separadas por el tamiz No.4 (4.75mm) en tamaños finos (E3) y gruesos (E4). Con estos agregados se prepararon 4 tipos de mezclas (A, B, C y D) y una mezcla (E) considerada como testigo.

El diseño de mezcla se basó en la combinación de agregados que arrojara el menor porcentaje de vacíos. Las proporciones seleccionadas tuvieron porcentajes de vacíos que oscilaron entre 28.3 y 31%. El módulo de fineza de los materiales finos, evidenció que los valores de los escombros recuperados, (E2= 2.45 y E3=2.71), corresponde al módulo de fineza para agregados finos o arenas, y es un valor cercano al valor de la arena que se tiene proveniente de río. Respecto al tamaño máximo nominal de los materiales gruesos, el escombros grueso (E1) obtuvo un T.M.N. de 1” (25mm), este valor es similar al del agregado grueso, y el T.M.N. del escombros (E4) fue de 1½” (38.1mm); esto era de esperarse porque el escombros de ladrillo fue triturado manualmente en los laboratorios.

Los resultados del concreto en estado fresco muestran que el peso unitario del concreto tuvo valores que corresponden a mezclas de trabajabilidad buena. Al concreto en estado endurecido, se le realizaron las pruebas mecánicas de resistencia a la compresión y flexión. Los resultados a compresión muestran que la proporción de mezcla A4, fue la que presentó los mayores resultados reportando una resistencia a los 28 días de 223.56 kg/cm² frente a 200.68 kg/cm² de la mezcla testigo.

Cruz García. & Velázquez Yáñez., (2004). Hay antecedentes del uso de los escombros reciclados, "En la actualidad la alternativa más extendida para la eliminación de estos residuos de construcción y demolición es el vertido, es importante tener en cuenta que estos ocupan un gran volumen dentro de los vertederos lo cual reduce el tiempo de vida útil de los mismos, generando a su vez un gran problema debido a la falta de lugares de depósito apropiados y esto se convierte en un grave problema ya que si no se gestionan correctamente pueden comportar impactos ambientales provocando deterioro de los recursos naturales, contaminación, destrucción de flora y fauna etc.

Los escombros son los residuos producidos en obras de demolición, remodelación y construcción. Habitualmente son clasificados como residuos urbanos, aunque más relacionados con una actividad industrial que doméstica.

Volumétricamente significan la mayor fuente de residuos industriales generada por un país desarrollado, evaluándose en torno a 450 Kg. Por habitante al año.

El reciclaje presenta grandes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales. La gran ventaja es que soluciona a un mismo tiempo la eliminación de unos materiales de deshecho y que, mediante el aprovechamiento de éstos residuos para obtener una nueva materia prima, por lo tanto, se reducen la cantidad de recursos naturales primarios a extraer.

Una alternativa de suministro en las sociedades avanzadas se encuentra en el reciclado y aprovechamiento de diferentes tipos de residuos. Algunos materiales de diferentes tipos de procesos productivos o por el contrario son de origen urbano o procedente del derribo de antiguas construcciones y obras. Todos ellos constituyen una fuente complementaria como materiales de construcción, ayudando su reciclaje además a la protección del medio ambiente

El concreto de desecho origina tanto agregados finos como gruesos, cuyo potencial de uso es de gran diversidad en diferentes obras. Para la elaboración del concreto reciclado se debe contar con maquinaria especial que triture los desechos de demolición y genere un nuevo agregado con una variedad de granulometría adecuada para cada uso específico al que vaya a ser destinado.”

Ruelas Paredes, (2015). Aunque el árido reciclado procedente de concretos rígidos presenta ciertas cualidades inferiores al árido natural y de acuerdo a los resultados de ensayos que se realizaron a los mismos, se afirma que este tiene una calidad adecuada para producir concreto, sin embargo, su uso en proporciones mayores a 20% del árido grueso es riesgoso, ya que tiende a disminuir considerablemente su resistencia a compresión. Las propiedades del concreto fresco de los grupos patrón y experimentales resultaron ser similares con resultados dentro de los límites recomendados. Se verificó, también, que el concreto incorporado con árido reciclado es más liviano que el concreto convencional.

Se ha logrado obtener áridos reciclados a partir del concreto rígido, los cuales han demostrado tener características similares a las de un agregado natural. Aunque la resistencia a la abrasión y peso unitario resultaron ser las características físicas más deficientes, los áridos reciclados obtenidos se declaran aptos para la producción de concreto ya que tales deficiencias no superan los límites recomendados.

Las propiedades del concreto fresco han demostrado ser similares en los grupos patrón y experimentales. El asentamiento, con algunas

excepciones, se ha cumplido para todas las condiciones. Ninguno de los grupos ha excedido el volumen exudado máximo que se recomienda sea el 2% del agua utilizada para la mezcla.

Se verificó que para la resistencia de 140kg/cm², el árido reciclado puede ser utilizado hasta en un 40% del árido grueso, se estima que los concretos de baja resistencia alcanzaron mejores resultados debido al coeficiente que se le suma al $f'c$ para obtener el $f'cr$ que es más significativo en estos concretos. En general se afirma que el árido reciclado puede usarse hasta en un 20%, sin provocar deficiencias en la resistencia de diseño del concreto.

Fernández y Navas, (2008). Los primeros usos reconocidos del concreto permeable se dieron en Europa en el siglo XIX. Sin embargo, sus aplicaciones crecieron especialmente al concluir la Segunda Guerra Mundial, como una respuesta ante la necesidad de reconstruir edificaciones y carreteras con medios limitados. La escasez de materiales, así como el alto costo de estos y su transporte, dieron paso a la utilización de un concreto sin finos que disminuía los contenidos de cemento (pasta) en las mezclas y permitía reciclar escombros.

En Estados Unidos, el concreto permeable surgió en la década del 70 como una respuesta ante el aumento en los niveles de escorrentía superficial producto de un aumento en áreas urbanizadas con coeficientes de escorrentía altos. Con el tiempo, se dio paso al uso de un material poroso que permitiera transformar la escorrentía superficial en infiltración y además cumpliera una función práctica dentro del desarrollo urbano. (Fernández et al., 2008).

Javier Castro, Hernán de Solminihac, Carlos Videla y Bonifacio Fernández en el vol. 24 N° 3 de la revista de investigación "Ingeniería de Construcción" presentan el trabajo: "Estudio de dosificaciones en laboratorio para concretos porosos de hormigón", realizada en la Pontificia Universidad Católica de Chile 2009. Los investigadores durante este estudio mostraron la deducción de una ecuación que

permite dosificar hormigones porosos en función de la razón agua-cemento y del porcentaje de vacíos interconectados que se requieren en el hormigón endurecido. Usando esta ecuación los autores analizaron el comportamiento de 18 mezclas de hormigón poroso, conteniendo razones agua-cemento entre 0,29 y 0,41. Las probetas fueron fabricadas en laboratorio y compactadas con rodillo pesado simulando el proceso constructivo en terreno. Los resultados permitieron caracterizar de buena forma el comportamiento estructural e hidráulico de estas mezclas.

Relaciones entre el porcentaje de vacíos en el hormigón endurecido y la tasa de infiltración, la resistencia a flexotracción y la densidad en estado fresco fueron presentadas.

1.10.2 Antecedentes nacionales

Azañedo Medina Wiston H., Chávez Juanito Helard y Muñoz Valdivia, Richard G. (2007) denominada la tesis: "Diseño de Mezcla de Concreto Poroso con Agregados de la Cantera la Victoria, Cemento Pórtland Tipo I con Adición de Tiras de Plástico, y su Aplicación en Concretos Rígidos, en la Ciudad de Cajamarca", realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Cajamarca 2007. Los investigadores, durante este trabajo elaboraron mezclas, empleando: Cementos Pórtland Tipo I y Tipo ICo, agua potable, agregados de la Cantera La Victoria, tiras de plástico y aditivo reductor de agua, en distintas combinaciones y dosificaciones. Preparando a cada espécimen de prueba (cilindros y vigas) para realizar ensayos de resistencia a compresión y flexión, respectivamente y determinar de esta manera, la mezcla con el mejor comportamiento ante estos esfuerzos. Para luego, analizar los resultados estadísticamente, concluyéndose cuál es el diseño de mezcla óptimo que cumpla los requisitos mecánicos (esfuerzos de compresión y flexión) para ser utilizados en concretos. Finalmente, los autores realizaron el diseño del Concreto de Concreto Permeable, usando los parámetros necesarios del terreno y las condiciones de tráfico que

soportará. En suma, la investigación expresa el diseño de mezcla del Concreto Poroso, las propiedades y características del mismo; y las consideraciones que se deben de tomar en cuenta para su uso en concretos de la ciudad de Cajamarca.

Ruelas Paredes Erick Christian (2015) es su tesis "Uso De Pavimento Rígido Reciclado De La Ciudad De Puno, Como Agregado Grueso Para La Producción De Concreto" menciona que. Las propiedades del concreto fresco han demostrado ser similares en los grupos patrón y experimentales. El asentamiento, con algunas excepciones, se ha cumplido para todas las condiciones. Ninguno de los grupos ha excedido el volumen exudado máximo que se recomienda sea el 2% del agua utilizada para la mezcla. Se verificó que para la resistencia de 140kg/cm², el árido reciclado puede ser utilizado hasta en un 40% del árido grueso, se estima que los concretos de baja resistencia alcanzaron mejores resultados debido al coeficiente que se le suma al f'_c para obtener el f'_{cr} que es más significativo en estos concretos. En general se afirma que el árido reciclado puede usarse hasta en un 20%, sin provocar deficiencias en la resistencia de diseño del concreto.

1.11 BASES TEÓRICAS

1.11.1 CONCRETO

El concreto es un material constituido en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados, aire y opcionalmente de aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel Carbajal, 1998).

1.11.1.1 COMPONENTES DEL CONCRETO

Para poder dominar el uso del concreto no solo hay que conocer las manifestaciones del producto resultante sino también de los

componentes y su interrelación, ya que son en mayor instancia los que le confieren su particularidad.

1.11.1.2 CEMENTO PORTLAND GRIS

Un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (Abanto Castillo, 1995)

1.11.2 COMPUESTOS QUÍMICOS DEL CEMENTO

Los componentes químicos del cemento Portland se expresa en porcentaje de óxidos que contienen. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de estos del 95% al 97%, aproximadamente. En pequeñas cantidades, también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia. Así tenemos:

Tabla N° 2 Componentes Químicos Del Cemento

COMPUESTO	FORMULA
SILICATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$
SILICATO BICALCICO	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$
ALUMINATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{C}_3\text{A}$
FERRROALUMINATO TRICALCICO	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$

Fuente: (Abanto Castillo, 1995)

Normalmente se acepta que los porcentajes límites de los compuestos principales estén dentro de los siguientes valores: TABLA N° . Porcentajes de los compuestos del cemento.

Tabla N° 3 Componentes Principales De Cemento En Porcentaje

COMPUESTO	FORMULA
C3S	30% a 60%
C2S	15% a 37%
C3A	7% a 15%
C4AF	8% a 10%

Fuente: (Abanto Castillo, 1995)

Estos compuestos, denominados potenciales, no son verdaderos compuestos en el sentido químico pues no se encuentran aislados sino en fases las que contienen algunas impurezas, sin embargo, las proporciones calculadas de estos compuestos revelan valiosa información en cuanto a las propiedades del cemento.

1.11.2.1 Silicato tricálcico (c3s).

El Silicato Tricálcico contribuye de manera muy importante a las resistencias iniciales, siendo su velocidad de hidratación alta, así también desarrolla un alto calor de hidratación, se estima que su calor de hidratación completa en 120 cal/gr.

Experimentalmente se ha comprobado que los concretos elaborados con cementos con mayor porcentaje de Silicato Tricálcico presentan una mejor acción a los ciclos de hielo deshielo. Se recomienda su uso en zonas de climas fríos dado su alto calor de hidratación, sin embargo, no en construcciones masivas por la baja estabilidad volumétrica que pueden producir.

1.11.2.2 Silicato bicálcico (c2s)

También denominado Belita, es la segunda fase en importancia en el Clinker, y se compone de 65.1% de cal y 34.9% de ácido silícico. Este compuesto presenta cristales relativamente anchos, de contornos redondeados y tamaño variable.

El Silicato Bicálcico tiene una lenta velocidad de hidratación y desarrollo de calor bajo 62 cal/gr, dada su lenta velocidad de endurecimiento, la contribución del silicato bicálcico a las resistencias iniciales es muy pequeña, siendo su efecto posterior la fuente principal de resistencia. Su estabilidad química es bastante buena.

Por lo que el uso de cementos con alto contenido de Silicato Bicálcico para producir concretos resistentes al ataque de sulfatos es muy recomendable.

1.11.2.3 Aluminato tricálcico (c3a).

El Aluminato Tricálcico se compone de 62.3% de cal y 37.7% de alúmina. Este compuesto presenta un color oscuro ante el examen microscópico del Clinker, después de los álcalis, los aluminatos son los compuestos del cemento que primero reaccionan con el agua. Su fraguado ocurre a una velocidad de hidratación muy alta, hasta el punto de ser casi instantáneo, es por esta razón que la adición de sulfato de calcio se hace necesaria para controlar esta velocidad de hidratación.

1.11.2.4 Ferroaluminato tetracálcico (c4af)

El Ferroaluminato Tetracálcico se compone de 46.1% de cal, 21% de alúmina y 32.9% de óxido de hierro. También es denominado Celita clara o Ferrito. Este compuesto presenta un calor de hidratación de 100 cal/gr y una alta estabilidad química.

Los cementos ricos en este compuesto tienen condiciones de empleo específicas en todos aquellos casos en que importe más la durabilidad frente a los agresivos químicos que las resistencias mecánicas.

1.11.3 Clasificación del cemento portland

Cuando las proporciones de los componentes del cemento se varían, el comportamiento del concreto hidratado también, es por eso que se genera diversos tipos de cemento para necesidades específicas. La siguiente tabla da un resumen de los tipos de cemento portland existentes.

Tabla N° 4 Clasificación Del Tipo De Cemento ASTM

TIPO	ASTM	DESCRIPCION
TIPO I	C 150 - 84	Portland común
TIPO II	C 150 - 84	Portland con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación
TIPO III	C 150 - 84	Portland de endurecido rápido.
TIPO	ASTM	DESCRIPCION
TIPO IV	C 150 - 84	Portland de bajo calor hidratación.
TIPO V	C 150 - 84	Portland resistente al sulfato.
TIPO IP	C 595 - 85a	Portland puzolánico de 15 a 40 % puzolana.

Fuente: (ABANTO CASTILLO, 1995)

1.11.3.1 Cemento portland tipo i.

Es el destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifica la utilización de los otros 4 tipos de cemento.

1.11.3.1.1.1 Cemento portland tipo ii.

Es el cemento destinado a obras de concreto en general, y obras expuestas a la acción moderada del sulfato o donde se requiere moderado calor de hidratación.

1.11.3.1.1.1.2 Cemento portland tipo iii.

Es el cemento de alta resistencia inicial. El concreto hecho con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días igual a la que desarrolla en 28 días, con concreto hecho con cemento tipo I o tipo II.

1.11.3.1.1.1.3 Cemento portland tipo v

Es el que desarrolla bajo calor de hidratación.

1.11.3.1.1.1.4 Cemento portland tipo iv

Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

1.11.4 El agua

En relación a su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de la mezcla y como medio de curado de las estructuras recién construidas. En el primer caso es de uso interno como agua de mezclado, y en el segundo se emplea exteriormente cuando el concreto se cura con agua. (UNAM, 1994).

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. Además, precisa que, el agua a emplearse en la preparación de concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. (ABANTO CASTILLO, 1995).

Tabla N° 5 Parámetros Químicos Para Agua

	AGUA PARA EL DISEÑO (PPM)	AGUA PARA EL CURADO
Cloruros	300	1000
Sulfatos	300	600
Sales de magnesio	150	-
Sales solubles totales	1500	-
PH	mayor a 7	5.5 - 8
Sólidos en suspensión	1500	-
Materia orgánica	10	3
Residuo insoluble	-	5000
Carbonatos	-	1000

Fuente: La NTP 339.088 y ASTM C 109M.

El agua se constituye como el elemento preponderante en la elaboración de concreto, gracias a la importante función que cumple durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido. Su referencia en la mezcla para concreto no solo es importante en cuanto a la relación a/c, dependiendo de las necesidades de resistencia y trabajabilidad, también es de vital importancia tomar en consideración la calidad química y física del agua a utilizar en la mezcla. (GARCÍA CALDERÓN, 2010).

La Norma Peruana NTP 339.088:2014. Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Considera aguas aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas cuyos contenidos y sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

Tabla N° 6 Límites permisibles de contenidos y sustancias disueltas

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLES
Sólidos en suspensión	5 000 ppm máximo
Materia Orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	100 ppm máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1000 ppm máximo
PH	5 a 8 máximo

Fuente: NORMA PERUANA NTP 339.088.2014

1.11.4.1 Agua de mezclado

Se define como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en este volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. (Sánchez de Guzmán, 1987, pág. 73)

El agua de mezclado es aquella que se adiciona junto con los agregados y el cemento, y dependiendo de su cantidad, será posible obtener una fluidez determinada de la pasta de cemento. Al endurecerse la pasta de cemento, una parte del agua quedará fija como parte de la estructura, y otra parte permanecerá como agua

Libre, en términos generales, estas dos formas básicas de agua presentes en la pasta hidratada se conocen como Agua de Hidratación, la cual forma parte químicamente del gel de cemento: y Agua Evaporable, correspondiente al agua restante que existe en la pasta, evaporable a 0% de humedad relativa del ambiente y a 110°C. En estudios más profundos, normalmente se mencionan: las Aguas de Absorción, conocida como agua activa debido a su influencia directa en el comportamiento del concreto bajo carga; el Agua Capilar, la cual ocupa los poros capilares de la pasta; y el Agua Libre, la cual puede evaporarse con facilidad.

1.11.4.2 Agua de curado

Por definición, el proceso de curado hace referencia al conjunto de condiciones como humedad temperatura, requeridas para la hidratación no interrumpida de la pasta hasta que la totalidad del cemento se hidrate permitiendo así que el concreto alcance sus propiedades potenciales. El objetivo principal del proceso de curado es entonces el de mantener el concreto lo más próximo posible a la saturación, permitiendo que los espacios inicialmente saturados por agua, sean ocupados por los productos derivados de la hidratación del cemento, conocido comúnmente como —gell. (García Calderón, 2010, pág. 20)

La pureza del agua de curado debe ser considerada con el fin de evitar impurezas que puedan eventualmente atacar o deteriorar el concreto.

1.11.4.3 Ensayos del agua

Se cuentan con ensayos ya estandarizados para medir y determinar la calidad del agua a utilizarse en una mezcla de concreto, y son los siguientes:

- Calcio y Magnesio en el Agua. NTP. 339.088.2014 Norma ASTM D-15
- Cloruros. Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-512

- Sulfatos. Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-516
- PH del Agua. Norma NTP. 339.088.2014 ASTM D-1239

1.11.5 Los agregados.

Los agregados representan la mayor cantidad en volumen del concreto, debe ser seleccionada adecuadamente y debe tener una granulometría uniforme, se clasifican en agregados gruesos y agregados finos, son obtenidos generalmente en forma natural y artificial.

Los agregados como los elementos inertes del concreto son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, luego las calidades de estos tienen una importancia primordial en el producto final. La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente, así como la trabajabilidad adecuada. (Pasquel Carbajal, 1999).

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial que se emplean para la elaboración de concreto. Son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan aproximadamente las $\frac{2}{3}$ partes de una unidad cúbica de concreto.

Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500kg/m³) deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C 33, así como los de las especificaciones del proyecto (Rivva López, 2010).

1.11.5.1 Cantera.

En construcción, se define como los afloramientos rocosos de los que se extrae un material específico, que puede ser piedra, grava, suelo, etc. Si este material es usado para fines constructivos, este debe pasar un riguroso control de calidad tanto físico, químico y mecánico para poder garantizar su eficiencia en obra.

En el caso de la tecnología del concreto, su importancia aumenta considerando que el agregado ocupa entre el 65 a 80% del volumen total del concreto, por lo tanto, su influencia en las propiedades del concreto fresco y endurecido, es esencial para obtener un concreto de calidad.

1.11.5.2 Origen.

Las canteras ubicadas en el departamento de Puno son en su mayoría de origen sedimentario. La acción erosiva de las aguas fluviales y la fuerza hidráulica son las que originan un agregado redondeado, denominado canto rodado que se utiliza masivamente para producir concreto en nuestra ciudad.

1.11.6 Propiedades físicas de los agregados

1.11.6.1 Granulometría.

Es la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas. El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33.

1.11.6.2 Módulo de fineza

Es un índice aproximado del tamaño medio de los agregados. Cuando este índice es bajo quiere decir que el agregado es fino, cuando es alto es señal de lo contrario. El módulo de fineza no distingue de granulometrías, pero en caso de agregados que estén entre los porcentajes especificados en las normas granulométricas, sirve para controlar la uniformidad de los mismos.

El módulo de fineza de un agregado se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividiendo entre 100. (Abanto Castillo, 1995).

1.11.6.3 Material que pasa la malla N° 200

Norma ASTM C 117. Este factor es importante si el porcentaje es material arcilloso, orgánico u otro material dañino que pueda afectar la adherencia pasta-agregado, manteniendo un límite de 3 a 5% máximo.

Tabla N° 7 Límites de sustancias dañinas.

	Agregado Fino	Agregado grueso
Material más fino que la malla Nro. 200.	3%	5%
Carbón y lignito max. %	5%	1%
Materia orgánica	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme a la norma ITINTEC 400.013, se deberá considerar satisfactorio, el agregado fino que no cumple con el ensayo anterior podrá ser usado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero ITINTEC 400.024 la resistencia relativa a los 7 días no es menor de 95%.	

Fuente: Norma ASTM C 117

1.11.6.4 Tamaño máximo.

Según Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

El tamaño máximo del agregado grueso se determina a partir de un análisis por tamices y generalmente, se acepta que es el que corresponde al tamiz inmediatamente superior a aquel en el cual queda 15% o más de material acumulado retenido.

1.11.6.5 Tamaño máximo nominal

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal 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
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo.

1.11.6.6 Peso específico.

El peso específico de los agregados que se expresa también como densidad, según la norma NTP 400.022:2002 se define como la relación de la masa (o peso en aire) de una unidad de volumen de material respecto a una masa de agua del mismo volumen a una temperatura determinada, expresada en las siguientes tres formas:

- Peso específico de masa. Se refiere al volumen del material sólido, incluidos todos los poros.
- Peso específico de masa saturado superficialmente seco. Se refiere al volumen del material cuando todos los poros del agregado están llenos de agua.
- Peso específico aparente. Se refiere al volumen del material sólido, incluidos los poros impermeables, aunque no los capilares.

1.11.6.7 Absorción.

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente se expresa generalmente en porcentaje. (Abanto Castillo, 1995)

Se representa por la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Absorción} = \%a = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Donde:

H : Peso del agregado húmedo.

S : Peso del agregado en condición seca.

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

1.11.6.8 Peso unitario.

Se denomina peso unitario del agregado al peso que alcanza un determinado volumen unitario, ya sea suelto o compactado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso los incrementos en el contenido de humedad incrementan el peso unitario. En el agregado fino los incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente secos pueden disminuir el peso unitario debido a que la película superficial de agua origina que las partículas estén juntas facilitando la compactación con incremento en el volumen y disminución del peso unitario. La importancia es mayor si el diseño de mezclas se realizara por volumen.

La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

1.11.6.9 Contenido de humedad.

El contenido de humedad del suelo, se define como la cantidad de agua presente en el suelo al momento de efectuar el ensayo, relacionado al peso de su fase sólida. (Rodríguez & Lazo, 2005)

Se representa por la siguiente expresión:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} = \frac{W_h - W_s}{W_s}$$

Donde:

W : Humedad

W_h : Peso de muestra húmeda

W_s : Peso de muestra seca

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

Cantidad de agua absorbida más la cantidad de agua superficial con que cuenta el agregado en un momento dado. Permite controlar la cantidad de agua requerida por el diseño de mezclas.

El estado de humedad de un agregado puede estar comprendido dentro de las 04 condiciones que tenemos a continuación:

- Seco, que es aquella condición en la que toda la humedad, tanto interna como externa, ha desaparecido, generalmente por calentamiento a 100 °C.
- Semiseco o secado al ambiente, que es aquella condición en la cual no hay humedad superficial sobre las partículas, pero todos los poros dentro de ellas están llenos de agua.
- Saturado o húmedo, que es aquella condición en que el agregado se encuentra saturado y con agua libre o superficial sobre las partículas.

El contenido de humedad o agua total del agregado es la diferencia entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.

1.11.7 Clasificación de los agregados.

1.11.7.1 Agregado fino.

Es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz N°200, y cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

Sin embargo, el Manual de ensayo de materiales (EM 2000) del MTC, manual que sirve de guía para varios ensayos pertinentes a la investigación; distingue al material fino como aquel que pasa la malla de apertura 4.75mm (N°4) y al grueso como aquel que se retiene en mencionado tamiz. Por lo tanto, para la presente investigación, se manejará al tamiz N°4 como el encargado de separar el agregado grueso del fino. (Rivva López, 2010).

Tabla N° 8 Límites granulométricos para agregado fino.

MALLA	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA
3/8"	100 a 100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: NORMA NTP 400.037.

1.11.7.2 Agregado grueso

La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para

garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de concreto.

El agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado.

La forma de las partículas más pequeñas de agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser preferentemente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 o en la norma ASTM C33, los cuales están indicados en la siguiente tabla.

Tabla N° 9 Límites granulométricos para agregados gruesos

N° AS T	Tamaño Nominal	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE AGREGADO GRUESO													
		100m	90m	75m	63	50m	37.5	25m	19m	12.5	9.5	4.75	2.36	1.15	30
		4	3 1/2	3	2	2	1 1/2	1pu	3/4	1/2	3/8	Nº4	Nº8	Nº	Nº5
1	1/2 pulg	100	90 a	-	25	-	0 a	-	0 a	-	-	-	-	-	-
2	1/2 pulg	-	-	100	90	35 a	0 a	-	0 a	-	-	-	-	-	-
3	2 pulg a	-	-	-	100	90 a	35 a	0 a	-	0 a	-	-	-	-	-
3	2 pulg a	-	-	-	100	95 a	-	35 a	-	10 a	-	0 a	-	-	-
4	1 1/2 pulg	-	-	-	-	100	90 a	20 a	0 a	-	0 a	-	-	-	-
4	1 1/2	-	-	-	-	100	95 a	-	35 a	-	10 a	0 a	-	-	-
5	1 pulg a	-	-	-	-	-	100	90 a	20 a	0 a	0 a	-	-	-	-
5	1 pulg a	-	-	-	-	-	100	90 a	40 a	10 a	0 a	0 a	-	-	-
5	1 pulg a	-	-	-	-	-	100	90 a	-	25 a	-	0 a	0 a	-	-
6	3/4 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a	20 a	0 a	0 a	-	-	-
6	3/4 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a	-	20 a	0 a	0 a	-	-
7	1/2 pulg	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a	40 a	0 a	0 a	-	-
8	3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a	10 a	0 a	0 a	-
8	3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a	25 a	5 a	0 a	0 a
9	Nº4 a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a	10 a	0 a	0 a

Fuente: (Rivva López, 2010)

1.11.8 Propiedades químicas de los agregados

La resistencia que los agregados gruesos oponen a sufrir desgaste, rotura o desintegración de partículas por medio de la abrasión, es una característica que suele considerarse como un índice de su calidad en general, en particular de su capacidad para producir concretos durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo. Asimismo, se le considera un buen indicio de su aptitud para aportar sin daño, las acciones de quebrantamiento que frecuentemente recibe el agregado grueso en el curso de su manejo previo a la fabricación del concreto.

La prueba con que se califica de ordinario la resistencia de los agregados gruesos a la abrasión, se lleva a cabo en la máquina Los

Ángeles mediante dos procedimientos, uno para tamaños menores a 38mm (ASTM C131) y otro para los tamaños entre 38 y 76mm (ASTM C535). En esta prueba se cuantifica como pérdida por abrasión, la cantidad de finos que se originan como resultado de someter un conjunto de partículas de grava a los efectos combinados del impacto y la abrasión producidos por una carga de esferas metálicas dentro de un cilindro giratorio, al cabo de un determinado número de revoluciones.

Las especificaciones de uso común (ASTM C33) establecen una pérdida máxima permisible de 50% de esta prueba. (UNAM, 1994).

Tabla N° 10 Límites máximos permisibles en el contenido de cloruros del concreto recién mezclado.

Condiciones de exposición y servicio de la estructura	Máximo contenido permisible de cloruros en el concreto, kg(Cl-)/m³	
	Reforzado	Preesforzado
Concreto en ambiente húmedo y expuesto a la acción de los cloruros	30%	15%
Concreto en ambiente húmedo y sin estar expuesto a la acción de los cloruros	50%	25%
Construcciones sobre el nivel del terreno, en donde el concreto permanece seco	Sin limitación especial	0.35

Fuente: (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994)

1.12 CONCRETO

1.12.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO

1.12.1.1 Definición.

(Abanto castillo, 1995). El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

El concreto es un material artificial que se obtiene mezclando cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y aire en determinadas proporciones; este al pasar a su estado endurecido adquiere una gran resistencia a compresión, motivo por el cual se usa masivamente en muchas obras de construcción de la actualidad.

1.12.1.2 Componentes del concreto

Para poder dominar el uso del concreto no solo hay que conocer las manifestaciones del producto resultante sino también de los componentes y su interrelación, ya que son en mayor instancia los que le confieren su particularidad.

1.12.1.3 Cemento.

Un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (Abanto Castillo, 1995).

Para la elaboración del Clinker portland se emplean materias primas capaces de aportar principalmente cal y sílice, y accesoriamente óxido de fierro y alúmina, para lo cual se seleccionan materiales calizos y

arcillosos de composición adecuada. Estos materiales se trituran, dosifican, muelen y mezclan íntimamente hasta su completa homogenización, ya sea en seco o en húmedo. (UNAM, 1994).

El cemento mezclado IP, Cemento Portland-Puzolana; se emplea en las construcciones de concreto en general. Su contenido de puzolana puede variar entre 15 y 40%. (UNAM, 1994).

1.12.1.4 Definición de resistencia del concreto

La resistencia de concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión. (Abanto Castillo, 1995).

- La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.
- La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de mezclas debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste; pueden ser tanto más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra. (Rivva López, 2010)

1.12.2 Factores que afectan la resistencia:

1.12.2.1 Relación agua/cemento (a/c).

Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con

o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

1.12.2.2 El contenido de cemento.

La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

1.12.2.3 El tipo de cemento.

La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

1.12.2.4 Las condiciones de curado.

Dado que las relaciones de hidratación del cemento solo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. (Abanto Castillo, 1995).

1.12.3 Propiedades del concreto fresco

1.12.3.1 Trabajabilidad.

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado, y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. (Abanto Castillo, 1995).

Conforme se expuso previamente, la trabajabilidad de las mezclas de concreto se define en función de las facilidades que ofrecen para ser utilizadas sin perder homogeneidad, lo cual involucra todos los aspectos relacionados con la fabricación y uso del concreto, desde que se le dosifica y mezcla hasta que finalmente se encuentra colocado y compactado, formando parte de la estructura.

De acuerdo con el Comité 309, hay tres principales características funcionales del concreto en estado fresco que determinan la trabajabilidad.

a) ***Pruebas de trabajabilidad***

Desafortunadamente no existe una prueba aceptable para medir la manejabilidad tal como ha sido definida. Los métodos proporcionan una medida aplicable sólo en referencia al método específico que se emplee. Sin embargo, tienen una aceptación y su mérito principal reside en la sencillez de la operación, con una capacidad para detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones nominales específicas. Dentro de estas pruebas tenemos: Prueba de revenimiento o slump test (utilizada en esta investigación), prueba del factor de compactación, prueba de la mesa de flujo y la prueba de penetración de la esfera de Kelly.

1.12.3.2 Prueba de revenimiento o ´ slump test.

(NTP 339.035:2009 Ó ASTM C 143-78):

El molde para la prueba de revenimiento es un cono truncado de 305 mm. de altura, La base de 203 mm. y la abertura superior de un diámetro de 102 mm. que se le coloca sobre una superficie plana. El recipiente se llena con concreto en tres capas, cada una de ellas apisonada 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm. de diámetro redondeada en el extremo. En la superficie superior se va eliminando enrasando y haciendo rodar una varilla por encima. El molde debe quedar firmemente sujeto a su base durante toda la operación; esto se facilita colocando unas abrazaderas soldadas.

En una mezcla pobre con tendencia a la aspereza, el desplome puede cambiar fácilmente al cortante o incluso colapsarse, y puede obtenerse valores muy diferentes de revenimiento en varias muestras de la misma mezcla; por lo tanto, la prueba no es confiable con mezclas pobres. (Neville & Brooks, 1997)

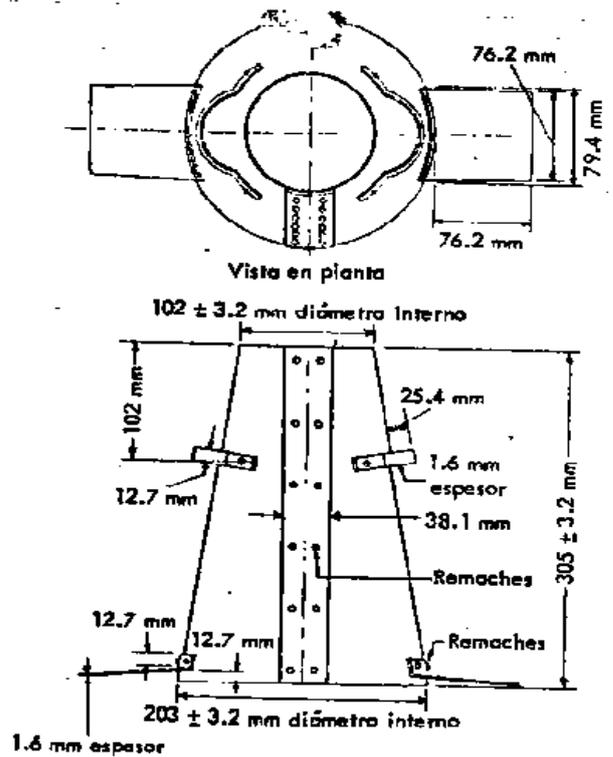


Figura N° 1 Prueba de Revenimiento Slump

Fuente: Instituto del concreto asoconeto, 1997. — tecnología y concreto

1.12.3.3 Estabilidad

Esta característica se refiere a la resistencia que las mezclas oponen para segregarse y exudar agua (sangrado); en otras palabras, representa su disposición para conservarse homogéneas.

1.12.3.4 Compactibilidad.

Corresponde a la facilidad con que las mezclas de concreto permiten la remoción del aire atrapado durante el moldeo, a fin de lograr un alto grado de compactación en el concreto endurecido.

1.12.3.5 Movilidad.

Representa la aptitud de las mezclas de concreto para deformarse y fluir; tal característica depende de la cohesión, viscosidad y ángulo de fricción

interna del concreto fresco. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 2., 1994)

1.12.3.6 Consistencia.

Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

En su definición de términos, el comité ACI 116 identifica la consistencia del concreto recién mezclado con su relativa movilidad para fluir y admite que la manera más usual para evaluarla es por medio de la prueba de revenimiento. Por su parte el comité ACI 309 opina que la consistencia de las mezclas de concreto, es una característica que se relaciona principalmente con el tercer aspecto de la trabajabilidad, definido como “movilidad”, pero también considera que esta característica determina la facilidad con que una mezcla puede ser compactada, es decir, que también tiene relación con el segundo aspecto de la trabajabilidad, designado como “compactabilidad”, conviene observar, entonces, que en ningún caso se asocia la consistencia de las mezclas de concreto con el aspecto de su estabilidad, o aptitud para conservarse homogéneas.

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o “Slump Test” es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue aprobada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1987.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncónico, midiendo el asiento de la mezcla luego de retirar el molde.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su “consistencia”, es decir, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de mezcla.

Es 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 en obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

Tabla N° 11 Consistencia y/o Slump

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Métodos de compactacion
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente: (Abanto Castillo, 1995)

1.12.3.7 Segregación

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero.

Es un fenómeno perjudicial para el concreto produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc.

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es.

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante

el aumento de finos (cemento o agregado fino) y de la consistencia de la mezcla.

Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas. La segregación ocurre cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado se precipite al fondo mientras que la “lechada” asciende a la superficie. Cuando se suelta el concreto de alturas mayores de medio metro el efecto es semejante. También se produce segregación cuando se permite que el concreto corra por canaletas, es máxima si estas presentan cambios de dirección. El excesivo vibrado de la mezcla produce segregación. (Abanto Castillo, 1995)

1.12.3.8 Exudación

Es el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos y de la temperatura; en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

La exudación es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia de este fenómeno la superficie de contacto durante la colocación de una capa sobre otra puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua/cemento en esta zona.

Como producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso y poco durable. (Abanto Castillo, 1995).

1.12.3.9 Propiedades del concreto endurecido.

La resistencia del concreto a la compresión es comúnmente considerada como la característica más valiosa, aunque en muchos casos son otras, como la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad de volumen, las que pueden ser importantes. Sin embargo, la resistencia a la compresión suele dar un panorama general de calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta del cemento. (Neville A.M. & Brooks J.J., 1998)

1.12.3.10 Desarrollo de la resistencia a la compresión.

Para obtener un concreto de buena calidad, después del mezclado le sigue un curado adecuado durante las primeras etapas de su endurecimiento. En la siguiente tabla se muestra la relación entre la resistencia del concreto a una determinada edad y su resistencia a los 28 días.

Tabla N° 12 Relación entre la resistencia a la compresión del concreto en diferentes etapas

Tiempo	7 días	14 días	28 días	90 días	6 meses	1 año	2 años	5 años
$\frac{F_c(t)}{F_c(28)}$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

e

nte: Teodoro e. Harmsen —diseño de estructuras de concreto armado.

1.12.3.11 Pruebas de resistencia a la compresión.

Se realiza a través del ensayo de un cilindro estándar, cuya altura deberá ser siempre el doble del diámetro. El espécimen debe permanecer en el molde 20 +/-4 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo.

El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo este periodo puede alterarse si se especifica, durante la prueba el cilindro es cargado a un ritmo uniforme de 2.45 Kg./cm²/s. La resistencia a la compresión (f'_c) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días. NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

1.12.3.12 Ensayo a compresión de cilindros de concreto

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto, dada la importancia que reviste esta propiedad, dentro de una estructura convencional de concreto reforzado, la forma de expresarla es, en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm² y con alguna frecuencia lb/pulg²(p.s.i). La equivalencia que hay entre los dos es que 1 psi es igual a 0.07kg/cm². Aunque hoy en día se ha acogido expresarla en MPa de acuerdo con el sistema internacional de unidades.

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas.

El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Las razones generales para la elección de uno u otro tipo de ensayo se establecieron. Asimismo, un numero de principios generales se desarrolló a través de la sección sobre el ensayo de tensión sobre los cuales son igualmente aplicables al ensayo de compresión. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente

concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva, Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúa a medida que la carga prosigue. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición de ensayo no estuviera presente. Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una máquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada. Se supone que se desean las características simples del material y no la acción de los miembros estructurales como columnas, de modo que la atención se limita aquí al bloque de compresión corto.

El ensayo más universalmente reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión simple es el ensayo de probetas cilíndricas, las cuales se funden en moldes especiales de acero o hierro fundido que tienen 150mm de diámetro por 300mm de altura (relación diámetro: altura 1:2). Los procedimientos relativos a este ensayo se encuentran especificados en las normas NTC 550 y 673 que hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.

1.12.3.13 Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufrido por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la

impermeabilidad de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácido acético y carbónico y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto. Cuando puede ocurrir contacto entre estos agentes y el concreto, se debe proteger el concreto con un revestimiento resistente; para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento Portland tipo V. La resistencia al desgaste, por lo general, se logra con un concreto denso, hecho con agregados duros. (Abanto Castillo, 1995)

1.13 DISEÑO DE MEZCLAS

Es la selección de las proporciones de los materiales que conforman el concreto, para que este posea propiedades que se exigen en obra, tanto para el estado fresco como para el endurecido.

1. La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o las especificaciones de obra.
2. En la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, el diseñador debe recordar que la composición de la misma está determinada por:
 - a. Las propiedades que debe tener el concreto endurecido, las cuales son determinadas por el ingeniero estructural y se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.

b. Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.

c. El costo de la unidad cúbica de concreto. (Rivva Lopéz, 2010)

1.13.1 Método del ACI.

Para la realización de los diseños de mezclas de concreto se partió del diseño por el método ACI, pero al realizar estas mezclas nos fuimos dando cuenta que este método tiende a producir concretos pedregosos, ya que responde a la idea tradicional de la época en que se originó, de que estos son los diseños más económicos pues necesitan menos agua y consecuentemente menos cemento para obtener determinada resistencia. Las causas de este hecho las detallamos a continuación.

El método ACI es utilizado para elaborar diseños de mezcla de concreto con agregados que cumplan las normas correspondientes, hecho que no siempre se da en nuestro medio, ya que los agregados utilizados no se encuentran completamente limpios; ni tampoco se cuenta con unas granulometrías correctas. Es por esta causa que en general el método ACI nos da mezclas más secas de lo previsto y pedregosas, pero afortunadamente existen correcciones, las cuales no sólo son de agua, sino también de agregados.

Este método tiene una gran limitación, y es que no distingue las distintas formas en las que se presentan los agregados (redondeados, chancados, angulosos, etc). Una de las alternativas para la corrección de slump es:

- Corregir la cantidad de agua, pero al tratar de conservar la misma relación agua/cemento involucraba que la cantidad de agregado grueso se mantenga constante y en algunos casos ya se obtiene mucha piedra.

- Otra alternativa, mencionada anteriormente es modificar la cantidad de agregado grueso; es decir, disminuir la cantidad de agregado grueso en un rango de 5% a 10% y compensar con la cantidad de arena. Cabe mencionar que no se ha profundizado mucho en esta alternativa ya que esta es muy parecida al método de Pesos Unitarios Compactados usado y detallado a continuación. (Rivva López, 2010).

1.13.2 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS

Este método logra que la relación de agregados grueso-fino se modifique en relación al contenido de pasta en consideración al contenido de cemento de esta.

Staton Walker, conjuntamente con el grupo de investigación del laboratorio de concreto de la universidad de Maryland, ha formulado un procedimiento de selección de las proporciones de la unidad cúbica de concreto en el cual los porcentajes de agregado fino y grueso se modifican en función de sus propios módulos de fineza, medida indirecta de sus granulometrías y superficies específicas, a partir de la determinación del módulo de fineza de la mejor combinación de agregados para las condiciones planteadas por las especificaciones de obra. (Rivva López, 2010).

1.14 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

CONCRETO RECICLADO Agregado Grueso

A.G. Agregado grueso

A.F. Agregado fino

BRIQUETAS Especímenes de muestra de concreto

N.T.P. Norma Técnica Peruana.

A.S.T.M.	American Society of Testing Materials.
A.C.I	American Concrete Institute.
T.M.N.	Tamaño Máximo nominal.
TARAR	Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco.
P.U.	Peso unitario.
R.N.E.	Reglamento Nacional de Edificaciones.
P.E.	Peso específico.
Huso gruesos)	Sector, parte o grupo. (Inherente a los agregados gruesos)

CAPÍTULO III

PROPUESTA TÉCNICA

1.15 FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

1.15.1 Ubicación

El Distrito de Sandia se encuentra ubicada en:

- Distrito : Sandia.
- Provincia : Sandia.
- Departamento : Puno.

El área de estudio está a 260 kilómetros al Norte del lago Titicaca en la vertiente Sur Oeste de la cordillera Oriental con las siguientes coordenadas:

Coordenadas geográficas UTM:

- Este : 449814
- Norte : 8416618
- Elevación : 2150-2,800 m.s.n.m.

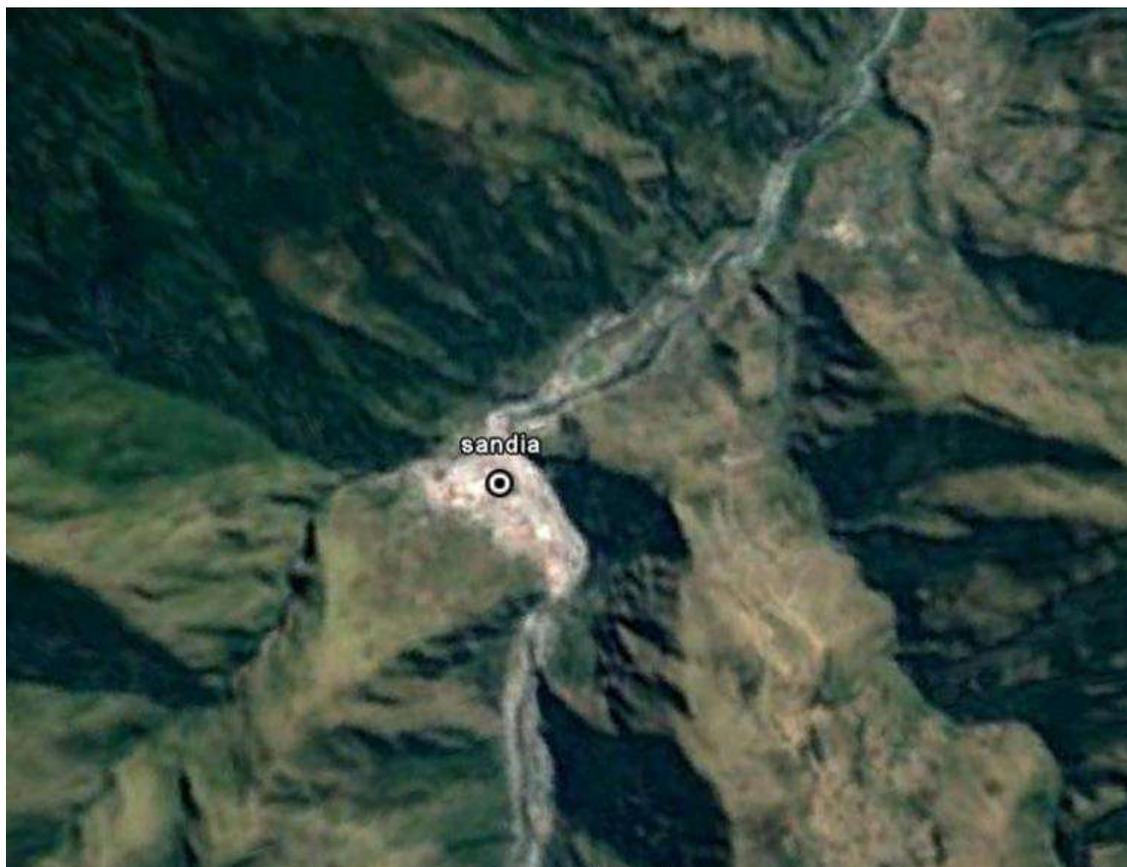
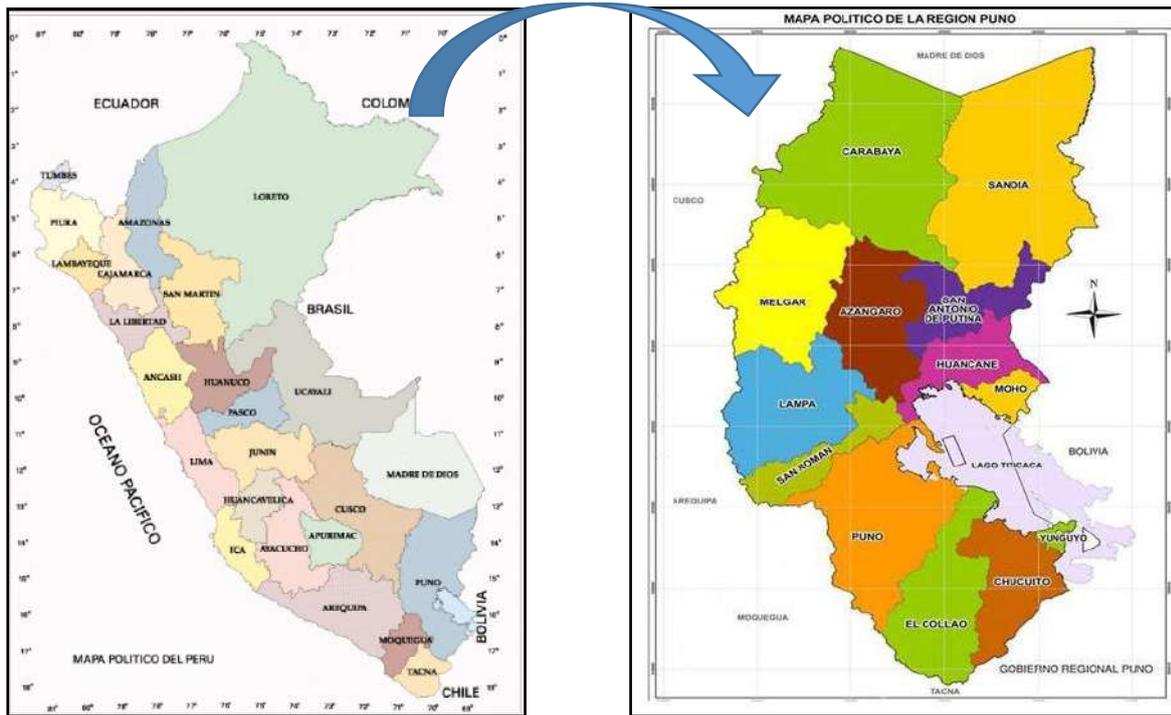


Figura N° 2 Ubicación del Area del Estudio Distrito de Sandia.
 Fuente: Google Earth.

1.15.2 Accesibilidad

Al Distrito de Sandia es accesible desde la ciudad de Puno:

Tabla N° 13 accesibilidad

Fuente: Propia.

Nº	UBICACIÓN	TIEMPO	KM.	TIPO DE VIA
01	Puno - Juliaca	45 ´	42	Carretera asfaltada(doble via)
02	(Juliaca)-DV. Huancané	50´	43	Carretera asfaltada (doble via)
03	DV. Huancané - Putina	1 horas	47	Asfaltada yTrocha carrozable (doble via)
04	Putina - DV. Ananea	40´	57	Carretera asfaltada (una via)
05	DV. Ananea - Cuyocuyo	1 horas	55	Carretera asfaltada (una via)
	Cuyocuyo - Sandia	1 horas	34	Asfaltada yTrocha carrozable (una via)
TOTAL		5 horas 15”	278	

1.16 Ensayo de los Materiales

Todos los ensayos referidos a hallar las propiedades físicas necesarias para realizar el diseño y la elaboración del concreto, fueron realizados en el laboratorio de materiales y construcciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano con la supervisión del personal técnico.

1.16.1 Muestreo Del Agua

1.16.1.1 MATERIALES DE CAMPO

✓ **Para el monitoreo fisicoquímico**

• GPS (Sistema de Posicionamiento Global) Garmin marca Etrex

• Disco de Secchi

- Cámara digital marca SONY
- Lancha con motor fuera de borda
- 02 Botellas de 625 ml
- Guantes de jebe
- Wincha de 10 m.
- Palo de 7m
- Cintas maski.
- Otros.

✓ **Materiales de laboratorio**

Bureta graduada

- Vaso precipitado de 50 ml
- Tubos de Durhan
- Pipetas volumétricas de 10 ml
- Frasco tapa rosca de vidrio de 500 ml
- Matraz de Erlenmeyer de 50 a 1000 ml

✓ **Equipos de laboratorio**

- Un potenciómetro marca Thermo Scientipic modelo ORION STAR A211
- Medidor Multiparametro S7765 SensION5 marca HACH
- Medidor Multiparametro DRB 200 marca HACH
- Reactivos para nitratos
- Reactivos para fosfatos



Fig. 1 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGUA, PARA SU ANÁLISIS QUÍMICO EN EL LABORATORIO.

1.16.2 LOS AGREGADOS

Realizar un adecuado muestreo es importante para el ensayo de los agregados en la elaboración del concreto, por lo tanto, se deberá tener siempre la precaución de obtener muestras lo más representativas posibles.

- ✓ NTP 400.010, ASTM D-75
- ✓ Los ensayos mencionados a continuación se realizaron basándose en el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), estos se hicieron tanto para el agregado fino como para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual.

a) Fuentes de abastecimientos de agregados

Las fuentes de abastecimiento de agregados son los depósitos fluviales, eólicos, lacustres, canteras y almacenes de plantas de procesamiento o fabricación de agregados artificiales.

✓ **Depósitos fluviales.**

Se localizan en los playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación, generalmente puede contener elevados porcentajes de materia orgánica, limos y arcillas que pueden afectar la calidad del arterial.

Descripción de los botaderos del concreto reciclado.

En la figura siguiente se muestra la acumulación en grandes cantidades el acopio de rocas mineras en lugares llamados botaderos, lugar donde se llevó a cabo las demoliciones y obras mencionadas en el ítem anterior.

Todos los botaderos de desmonte de roca presentan acumulación de material de roca volada en interior mina.

b) Equipos

- Plancha
- Pala
- Bandejas
- Brocha

c) Muestreo

Para realizar el muestreo del agregado grueso, se obtiene porciones de material aproximadamente iguales, se tomó la muestra de la parte inferior, media y superior de la pila. Estas porciones se combinarán para formar una muestra de campo.

En el caso del agregado fino, deben eliminarse las capas superficiales, porque puede haber segregaciones, se debe tomar muestras representativas de la pila también al igual que el caso de agregado grueso.

Se almacena el material muestreado de manera que se evite la pérdida de finos durante el transporte hacia el lugar donde será cuarteado y posteriormente ensayado.

d) Cuarteo

Para lograr uniformidad en la muestra deberá removerse bien la muestra, luego se procede a realizar la reducción o cuarteo del material, la cual se hace sobre una lona esto para evitar la pérdida de finos además que se contamine la muestra.

Con el total de material se forma una pila cónica y con la plancha se quita el material de la misma y se forma otra pila, este proceso se repite tres veces. Luego se aplanan cuidadosamente con la plancha hasta que su espesor sea uniforme.

Se trazan dos diámetros perpendiculares quedando la muestra dividida en tres partes, se desechan dos opuestas y se seleccionan las restantes, las cuales deben ser nuevamente mezcladas y reducidas de la forma explicada hasta obtener la muestra de ensayo.

1.16.3 ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos mencionados a continuación se realizaron basándose en el Manual de Ensayo de Materiales de la NTP, estos se hicieron tanto para el agregado fino como para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual. El desmonte de roca minera, que ya pasó por un proceso como lo indica la anterior sección, es ahora considerado un agregado; al cual también se le realizó ensayos, considerándose este como agregado grueso.

1.16.3.1 ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

a) Norma

NTP 339.185, ASTM C 566

b) Método

La norma técnica establece el procedimiento para determinar el porcentaje de humedad en una muestra por secado.

c) Equipo

- ✓ Balanza con aproximación de 0.01g si la muestra es menor de 200gr y 0.1gr si es mayor de 200gr.
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C
- ✓ Taras
- ✓ Bandeja

d) Procedimiento

- ✓ Realizar el muestreo y extraer la muestra a ensayar.
- ✓ El tamaño de la muestra para agregados fino y agregados gruesos de TM = 1" será aproximadamente 500gr.
- ✓ Se registra el peso de la tara más el material "húmedo" y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.
- ✓ Se toman 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.

e) Cálculos:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del Suelo}} * 100$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad del agregado fino y del agregado grueso, agregados empleados en la elaboración de concreto de la presente tesis con el uso de la fórmula antes mencionada.

Tabla N° 14 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO			
Nro. Tara	P - 22	B - 11	V - 12
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.22	318.35	255.71
Peso de Tara + M. seca	261.6	314.26	250.35
Peso de Agua	2.62	4.09	5.36
Peso de Muestra Seca	233.81	284.18	218.62
Contenido de humedad W%	1.12	1.44	2.45
Promedio contenido de Humedad W%	1.67%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla N° 15 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO RECICLADO

AGREGADO RECICLADO			
Nro. Tara	A - 1	P - 02	J - 10
Peso de Tara	30.85	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	262.51	298.62	286.9
Peso de Tara + M. seca	256.37	290.61	280.62
Peso de Muestra Seca	225.52	259.55	248.35
Peso del agua	6.14	8.01	6.28
Contenido de humedad W%	2.72	3.09	2.53
Promedio contenido de Humedad W%	2.78%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla N° 16 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

AGREGADO FINO			
Nro. Tara	A - 1	P - 02	J - 10
Peso de Tara	30.84	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	273.20	270.36	297.72
Peso de Tara + M. seca	268.02	265.42	292.17
Peso de Muestra Seca	237.18	234.36	259.90
Peso del agua	5.18	4.94	5.55
Contenido de humedad W%	2.18%	2.11%	2.14%
Promedio contenido de Humedad W%	2.14%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

1.16.3.2 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

a) Norma

El presente ensayo se realizó con NTP 400.021, ASTM C 127.

b) Método

Este método establece el procedimiento para determinar el peso específico en sus tres estados y la absorción del agregado grueso, después de ser sumergido en agua por 24 horas.

c) Equipo

- ✓ Tamiz normalizado N° 4
- ✓ Depósito de agua.
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C

d) Procedimiento

- ✓ Tamizamos el material por la malla N° 4 descartar la totalidad del pasante de esta malla.
- ✓ La muestra aproximadamente es de 5000gr de agregado grueso, el cual debe de ser seco.
- ✓ Se procedió a sumergir el material en agua por 24 horas, pasando este tiempo, se removió el material del agua, para hacerla rodar sobre un paño de gran absorbencia(franela), hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, hasta que podamos visualizar que el material a perdido el brillo superficial.
- ✓ Se pesó la muestra obteniéndose entonces el peso de la muestra bajo condiciones de saturación con superficie seca, se determinó este y todo los demás con aproximación de 0.5gr.
- ✓ Se pesó la canastilla completamente sumergida en el depósito de agua, marcar hasta donde se sumerge la canastilla, además de colocar en cero el peso de la canastilla sumergida en agua.
- ✓ Colocamos la muestra saturada superficialmente seca en la canastilla y sumergirla completamente de tal manera que llegue a la marca anterior descrita, luego este es el peso de la muestra saturada en agua.
- ✓ Una vez retirada la muestra de la cesta de alambre, esta se lleva al horno a una temperatura entre 100 ± 5 °C para obtener el peso de la muestra seca.

e) Resultados:

Su importancia radica en que influye en el concreto reduciendo el agua de mezcla, modificando propiedades resistentes y la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Según ASTM C – 127 y 128 la metodología para obtener la capacidad de adsorción se determina por la siguiente expresión.

Peso Específico de la masa seca (Gb):

$$G_b = \frac{A}{B - C}$$

Peso Específico saturado superficialmente seco (Gsss)

$$G_{sss} = \frac{B}{B - C}$$

Peso Específico Aparente (Ga)

$$G_a = \frac{A}{A - C}$$

Absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{B - A}{A}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca

C: Peso de la muestra saturada

Tabla N° 17.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</u>		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.15
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5987.45
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3683.04
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	1.86
<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 20% DE A.R</u>		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5732.46
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5863.54
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3692.84
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.64
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.70
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.81
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	2.29

<u>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 40% DE A.R</u>		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5692
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5886.56
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.58
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.67
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.83
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	3.42

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 60% DE A.R.		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5716.5
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5918.62
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.56
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.65
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.81
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% \text{ ABS}((2-1)/1)*100$	3.54

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Interpretación. Mientras más alto sea el valor del peso específico, éste será más estable y menos poroso. Además, que el peso específico deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

1.16.3.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

a) Norma

El presente ensayo se realizó con NTP 400.022, ASTM C 128.

b) Método

El método determina el peso del agregado por unidad de volumen sin considerar sus vacíos, también se determina el porcentaje de absorción o contenido de agua que el agregado fino requiere para saturar sus vacíos.

c) Equipo

- ✓ Balanza
- ✓ Picnómetro
- ✓ Molde cónico (cono de absorción)
- ✓ Varilla para apisonado metálica
- ✓ Bandejas
- ✓ Horno.

d) Procedimiento

Se selecciona una muestra de 1500 kg aproximadamente, asegurándose que es el material pasante de la malla N°4, a continuación, este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.

Una vez saturado, se decanta cuidadosamente el agua y comienza el proceso de desecado, poniendo el material fino en un recipiente metálico y suministrándole calor a través de una cocinilla eléctrica graduable tratando, todo el tiempo, de que este proceso sea homogéneo y constante.

A continuación, se toma el material y se rellena el tronco de cono cuidadosamente y se apisona sin mayor fuerza con 25 golpes sobre la superficie, se retira el cono y se verificará el primer desmoronamiento lo cual indica el estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado, que es el objetivo de esta sección del ensayo.



*Figura N° 3 apisonado del agregado Fino para determinar su estado S.S.S.
Fuente: Propia*



*Figura N° 4 Pesado del picnómetro, muestra y agua.
Fuente: Propia*

Se toma el material resultante del proceso anterior y se introduce una cantidad adecuada, en el picnómetro previamente tarado y se determina su peso; en seguida se llena de agua hasta un 90% aproximadamente de su capacidad y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.

Finalmente, el picnómetro lleno hasta el total de su capacidad se pesa, se decanta nuevamente el agua y el agregado se retira a una tara para ser secado al horno por 24 y se determina también el peso seco de este material.

e) Resultados:

Peso Específico:

$$\text{Peso específico nominal P.E.} = \frac{W_{ss}}{W_a + W_{ss} - W_p}$$

Dónde:

W_{ss} : Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

W_a : Peso del picnómetro + agua.

W_p : Peso del picnómetro + agua + muestra.

Absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{B - A}{A}$$

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca

Tabla N° 18

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
I.- DATOS		
1	PESO DEL PICNOMETRO	388.6
2	PESO DEL ENRASADOR	164.62
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	498.95
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1353.54
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1627.46
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	489.51
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $6/(4+3-5)$	2.18
	Promedio	2.18
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. $(3/(4+3-5))$	2.22
	Promedio	2.22
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $6/(4+6-5)$	2.27
	Promedio	2.27
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% \text{ ABS}((3-6)/6)*100$	1.93
	Promedio	1.93

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Interpretación. Mientras más alto sea el valor del peso específico, éste será más estable y menos poroso. Además, que el peso específico deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

1.16.3.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

a) Norma

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 204 – 2000; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C136. (E-204, 2000).

b) Método

Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas cuadradas, que se encuentran estandarizadas por la Norma Técnica Peruana.

c) Equipo

- ✓ Balanza con aproximación a 0.1% del peso del material ensayado.
- ✓ Tamices normalizados (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, base y tapa)
- ✓ Horno a 105 +/- 5°C

d) Procedimiento

✓ Agregado Grueso y reciclados

Con respecto al agregado grueso se tomó cantidades de muestra aproximada según al T. M. del agregado, para TM= 1" se tomó aproximadamente 6 kg. Para este ensayo, la muestra de agregado grueso tiene que estar seca; por lo cual se lleva al horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Luego de que el agregado este completamente seco, se procede a colocar el material en la tamizadora, donde ya deben estar colocados los tamices, de mayor a menor abertura. El tamaño de la muestra para agregados fino y agregados gruesos de TM = 1" será aproximadamente 500gr.

La suma de las cantidades retenidas en los tamices debe ser comparada con la cantidad inicial, si esta diferencia es mayor a 0.3% del peso, el ensayo no será aceptado.

Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.

Para el agregado grueso, por ser mayor la cantidad, el total de la muestra se pasará por cada tamiz.

Una vez finalizado el tamizado, se pesa los retenidos de cada malla, comenzando de la malla superior.



*Figura N° 5 Tamizado del agregado grueso.
Fuente: Propia*



*Figura N° 6 Tamizado del agregado fino.
Fuente: Propia*

✓ **Agregado Fino**

En el caso del agregado fino, la muestra aproximada para el ensayo de granulometría debe ser 1500gr, la cual debe estar totalmente seca. Luego de que el agregado este completamente seco, se procede a colocar el material en los tamices, de mayor a menor abertura. Una vez que el material ha sido colocado en los tamices, el zarandeo debe durar por lo menos 2 min. Cada cantidad retenida de agregado se pesa, incluyendo lo que queda en la base; además se deberá pesar el total del material antes de comenzar la operación y compararla con la suma de los retenidos en las mallas, que como se explicó, esta diferencia no excederá el 0.3%.

e) Resultados:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino y del agregado grueso. Para el tamizado del agregado grueso se utilizó clasificación granulométrica con uso ASTM N° 6, ya que el análisis granulométrico se encuentra dentro de estos límites.

Tabla N° 19 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINO

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO					
Peso inicial del agregado					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525	0	0	0	100
1/4"	6.350	0	0	0	100
N°4	4.760	0	0	0	100
N°8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21
N°10	2.000				
N°16	1.190	282.74	12.2	26	74
N°20	0.840				
N°30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89
N°40	0.420				
N°50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149	471.62	20.36	97.3	2.7
N°200	0.074	62.41	2.69	100	0
BASE		0.08	0	100	0
TOTAL		2316.6	100		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla N° 20 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO					
Peso inicial del agregado		6480			
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0			
3/4"	19.050	1854.62	29.21	29.21	70.79
1/2"	12.700	1556.92	24.52	53.73	46.27
3/8"	9.525	921.2	14.51	68.23	31.77
1/4"	6.350	1445.6	22.77	91.00	9.00
N°4	4.760	469.82	7.40	98.40	1.60
N°8	2.380				
N°10	2.000				
N°16	1.190				
N°20	0.840				
N°30	0.590				
N°40	0.420				
N°50	0.300				
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
BASE		225	3.54	100	0
TOTAL		6473.16			
PERDIDA		6.84			

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

De acuerdo a la Tabla del marco teórico, utilizando los porcentajes pasantes del anterior ensayo granulométrico, se verifica que esta granulometría correspondiente al agregado grueso natural se ajusta para un Huso 57.

Tabla N° 21 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO RECICLADO PURO					
Peso inicial del agregado		6350			
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0			
3/4"	19.050	470.3	7.41	7.41	92.59
1/2"	12.700	2234.4	35.19	42.59	57.41
3/8"	9.525	1762.1	27.75	70.34	29.66
1/4"	6.350	1191.9	18.77	89.11	10.89
N°4	4.760	461.2	7.26	96.38	3.62
N°8	2.380				
N°10	2.000				
N°16	1.190				
N°20	0.840				
N°30	0.590				
N°40	0.420				
N°50	0.300				
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
BASE		225	3.54	100	0
TOTAL		6344.9			
PERDIDA		5.10			

De acuerdo a la Tabla 2.3 del marco teórico, utilizando los porcentajes pasantes del ensayo granulométrico anterior, se verifica que esta granulometría correspondiente al agregado grueso reciclado puro se ajusta para un Huso 67.

Tabla N° 22

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO CON 20% DE AG.RECICLADO					
Peso inicial del agregado		6500			
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0			
3/4"	19.050	1119.96	17.23	17.23	82.77
1/2"	12.700	2164.24	33.30	50.53	49.47
3/8"	9.525	1494.62	22.99	73.52	26.48
1/4"	6.350	1054.86	16.23	89.75	10.25
N°4	4.760	648.56	9.98	99.73	0.27
N°8	2.380				
N°10	2.000				
N°16	1.190				
N°20	0.840				
N°30	0.590				
N°40	0.420				
N°50	0.300				
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
BASE		15.63	0.28	100	0
TOTAL		6497.87			
PERDIDA		2.13			

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO CON 40% DE AG.RECICLADO					
Peso inicial del agregado		6500			
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0			
3/4"	19.050	798.63	12.29	12.29	87.71
1/2"	12.700	2365.46	36.39	48.68	51.32
3/8"	9.525	1653.56	25.44	74.12	25.88
1/4"	6.350	1124.62	17.30	91.42	8.58
N°4	4.760	539.8	8.30	99.72	0.28
N°8	2.380				
N°10	2.000				
N°16	1.190				
N°20	0.840				
N°30	0.590				
N°40	0.420				
N°50	0.300				
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
BASE		15.64	0.28	100	0
TOTAL		6497.71			
PERDIDA		2.29			

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO CON 60% DE AG.RECICLADO					
Peso inicial del agregado		6500			
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0			
3/4"	19.050	502.62	7.73	7.73	92.27
1/2"	12.700	2640.36	40.62	48.35	51.65
3/8"	9.525	1459.35	22.45	70.81	29.19
1/4"	6.350	1172.64	18.04	88.85	11.15
N°4	4.760	695.62	10.70	99.55	0.45
N°8	2.380				
N°10	2.000				
N°16	1.190				
N°20	0.840				
N°30	0.590				
N°40	0.420				
N°50	0.300				
N°60	0.250				
N°80	0.180				
N°100	0.149				
N°200	0.074				
BASE		26.53	0.00	100	0
TOTAL		6497.12			
PERDIDA		2.88			

Observación. la combinación de agregados 20, 40 y 60% de árido reciclado respectivamente. En ninguno de los casos se supera el 3%, por lo que el ensayo se declara correcto.

De acuerdo a la Tabla 2.3 del marco teórico, utilizando los porcentajes pasantes del ensayo granulométrico anterior, se verifica que esta granulometría correspondiente al agregado grueso con 60% de reciclado, se ajusta para un Huso 67.

Para el agregado grueso natural, agregado grueso reciclado y combinación de agregados; de sus respectivas tablas se deduce que:

Tamaño máximo nominal (TMN) = 3/4"

Tamaño máximo = 1"

MÓDULO DE FINEZA

De la tabla granulométrica se obtienen los porcentajes retenidos acumulados en los tamices N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100; los cuales se suman y se dividen entre 100 para obtener el módulo de fineza del agregado fino así:

De manera similar se obtiene el módulo de fineza del agregado grueso, con los porcentajes retenidos acumulados de la tabla.

Interpretación. El agregado fino es el principal componente del concreto, aparte del agua, que tiene que ver con su consistencia y fluidez, su módulo de fineza se encuentra entre los rangos de 2.2 y 2.8 por lo que se estima no tener problemas de segregación y tener, también, una mezcla trabajable.

Interpretación. El tamaño máximo de 1", en ambos casos, se toma para garantizar la adecuada distribución de la mezcla en el molde de 4"x8" según lo indica el criterio de la ASTM C31, "Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo"; que indica que el Tamaño Máximo del agregado no debe ser mayor que tercera parte del diámetro del molde.

1.16.3.5 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

a) Norma

El presente ensayo se realizó de acuerdo a NTP 400.017, ASTM C 29

b) Método

La norma técnica establece el procedimiento para determinar el peso unitario del agregado en condición compactada, suelta y calcular los vacíos entre las partículas en los agregados finos, gruesos y mezcla.

c) Equipo

- ✓ Balanza
- ✓ Varilla compactadora de 5/8" de diámetro y 24" (600mm) de longitud. Un extremo debe ser semiesférico de 8 mm de radio
- ✓ Recipientes de volúmenes adecuados

d) Procedimiento

- ✓ Se elige un molde de dimensiones adecuadas, de acuerdo al TMN del agregado, sin embargo, para mi ensayo utilicé un molde de briqueta de 5.5 litros aproximadamente, por ser el más aproximado a lo indicado en la tabla y de dimensiones conocidas y casi invariables. Se determina su peso y dimensiones de tal manera que se pueda lograr su volumen.
- ✓ Para determinar el peso unitario compactado por apisonado del agregado se deberá colocar el material en tres capas de igual volumen, de tal manera que colmen el molde; cada capa recibe un total de 25 golpes con el apisonador sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, finalmente se enrasa el molde con el mismo apisonador y se pesa el molde más agregado.
- ✓ Para determinar el peso unitario suelto del agregado, el procedimiento es similar, más en este caso no se utiliza el apisonador, solo se deja caer la muestra desde una altura no mayor a 2" desde el borde superior con una

herramienta adecuada que puede ser una cuchara, se enrasa y pesa como en el caso anterior

e) Resultados:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis.

Peso unitario Compactado:

$$PU_{\text{Compactado}} = \frac{\text{peso de la muestra compactada (kg)}}{\text{volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Peso unitario Suelto:

$$PU_{\text{Suelto}} = \frac{\text{peso de la muestra suelta (kg)}}{\text{volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Tabla N° 23 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18720.000	18715.000	18820.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8705.000	8700.000	8805.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.5660	1.565	1.584
PESO UNITRIO HUMEDO KG/M3	1571		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1538		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Tabla N° 24 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	17385.000	17305.000	17255.000
PESO DE LA MUESTRA gr	7370.000	7290.000	7240.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.326	1.311	1.302
PESO UNITRIO HUMEDO KG/M3	1313		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1306		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1482		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

1.16.4 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES

1.16.4.1 CEMENTO

El Cemento Potland IP, clasificado así por la ASTM C150, se ha utilizado para la presente investigación, marca RUMI con 25% de puzolana.

1.16.4.2 AGREGADOS NATURALES

Los agregados naturales provienen de la cantera Cutimbo, se optó por este material por razones que se explican a continuación. La cantera es la más utilizada para obras civiles de la ciudad de Puno; por ser accesible, cercano a la ciudad, de buena calidad, etc. (es la más comercial).

1.16.4.3 PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA Y AGREGADOS.

Interpretación. - Los resultados obtenidos de la muestra de agua (ver ANEXO) en comparación con la tabla de la ASTM del CAPÍTULO ANTERIOR, cumplen todos los requisitos; el PH (grado de acidez) es mayor a 7 pero menor a 8 que es lo recomendado.

1.16.5 Selección de las proporciones del concreto

El objetivo principal de esta investigación es evaluar las propiedades del concreto elaborado con concreto reciclado del distrito de sandia. Para poder determinar el potencial de uso de este material, por lo tanto, se ha elaborado un total de 03 diseños de mezclas para las resistencias de 175, 210 Y 245 kg/cm²; resistencias para uso no estructural y para uso estructural, con este planteamiento se verificará la aptitud de la Roca Minera, para producir concreto.

1.16.6 Diseño de mezclas del concreto por el método del comité 211 del ACI

El diseño mezclas que se utilizó para lograr un concreto normal, parte originalmente del diseño de un concreto con la aplicación de la Roca Minera y el agua – Sandia, para el cual se realizó el diseño por el método del comité 211 del ACI el cual determina una dosificación óptima de agregados, cemento y agua, se realizaron teniendo en cuenta condiciones de trabajabilidad y resistencia final de diseño obtenida de la rotura de probetas iniciales de diseño para determinar las cantidades requeridas finalmente de cada una.

Este método se utiliza para diseñar concretos normales, las características de los materiales para este diseño se detallan a continuación en la tabla.

Tabla N° 25 Características De Materiales Utilizados Para Diseño De Mezcla.

MATERIALES	TAMAÑO MÁXIMO	PESO ESPECÍFICO	%CONTENIDO DE HUMEDAD	% ABSORCION	PESO UNITARIO COMPACTADO	PESO UNITARIO SUELTO	MÓDULO DE FINEZA
AGUA		1.000	-----	-----	-----	-----	-----
CEMENTO RUMI TIPO IP		3.050	-----	-----	-----	-----	-----
GRUESO	1"	2.55	1.67	1.86	1482	1306	6.93
20% AR	1"	2.64	2.78	2.29	1421	1286	6.91
40% AR	1"	2.58	2.78	3.42	1421	1286	6.86
60% AR	1"	2.56	2.78	3.54	1421	1286	6.79
FINO	N° 4	2.18	2.14	1.93	1538	1474	2.60

Fuente: Propia.

PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS SON LOS SIGUIENTES:

1. Selección de la resistencia promedio.
2. Selección del asentamiento (Slump Test)
3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado
4. Estimación del agua de mezcla según tabla.
5. Selección de la relación agua cemento según tabla

6. Selección de contenido de aire atrapado según tabla
7. Calculo del contenido de cemento
8. Estimación del contenido de agregados.
9. Ajuste por contenido de humedad de los agregados
10. Proporciones finales.

1.16.6.1 Resistencia promedio para diseño (f'_{cr}):

Existen varios criterios para calcular la resistencia promedio, sin embargo, no todos son aplicables.

Si la compañía constructora tiene un registro de sus resultados de ensayos de obras realizadas durante los últimos doce meses; el cual está basado en por lo menos 30 ensayos consecutivos de resistencia en compresión, o en dos grupos de resultados de ensayos que totalizan por lo menos 30 y se han efectuado en dicho periodo, deberá calcularse la desviación estándar de estos resultados. (Rivva López, 2010)

La desviación estándar, en esta sección, es una cantidad que se le adiciona a la resistencia de diseño (f'_c) para obtener la resistencia promedio (f'_{cr}). Sin embargo, como se indica en el párrafo anterior, tal criterio solo se utiliza si “la compañía constructora” (el o los responsables de elaborar el concreto para los especímenes) poseen registros de ensayos anteriores. Debido a que no se cuenta con un registro de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, se ha considerado utilizar los siguientes valores, que recomienda la norma E 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$\text{Si } f'_c < 210 \text{ entonces } f_{cr} = f_c + 70$$

$$\text{Si } f'_c \geq 210 \text{ entonces } f_{cr} = f_c + 84$$

Tabla N° 26.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

f'c (kg/cm2)	f'cr (kg/cm2)
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 80
350 a mas	f'c + 98

FUENTE: (López, 2010)

Entonces, para las resistencias 140 se le adicionará 70kg/cm², y para las resistencias 175 y 210 kg/cm² la adición será de 84kg/cm². Lo cual se especifica en la tabla siguiente:

Tabla N° 27 Resistencia A La Compresión Promedio

	f'c (kg/cm2)	ADICCIÓN	f'cr (kg/cm2)
MEZCLA N 01	140	70	210
MEZCLA N 02	175	70	245
MEZCLA N 03	210	84	294

Fuente: Propia.

1.16.6.2 Selección del asentamiento

El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre 3 y 4 pulgadas (75mm a 100mm) si la consolidación es por vibración; y de 5 pulgadas o menos (125mm o menos) si la compactación es por varillado. (Rivva López, 2010).

Para todas las resistencias y grupos, las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, por lo tanto, se considera el siguiente asentamiento:

Consistencia plástica: 3" a 4"

1.16.6.3 Selección del tamaño máximo nominal del agregado:

Tamaño Máximo Nominal: 3/4".

1.16.6.4 Estimación del agua de mezcla según tabla:

Para nuestras características se tiene por metro cubico: Agua: 204 litros.

Tabla N° 28 Selección del volumen unitario de agua, según A.C.I.

ASENTAMIENTO	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de 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	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
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	--

Fuente: (Rivva López, 2010)

Tabla N° 29 Selección del volumen unitario de agua, según U.N.I.

Tamaño Máximo Nominal de Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado e l/m3, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: (Rivva López, 2010)

Según las tablas precedentes, que fueron elaboradas por el Comité 211 del ACI y la Universidad Nacional de Ingeniería respectivamente, las cantidades de agua, para producir 1m³ de concreto, son las siguientes:

Litros/m³ 205 (Según A.C.I.)

Litros/m³ 204 (según Tabla U.N.I.)

De acuerdo a las mezclas de prueba elaboradas con estas cantidades de agua, para lograr un adecuado asentamiento, se optó por la que indica la U.N.I. La cantidad de agua que propone el criterio de A.C.I. produjo un concreto muy fluido.

Contenido de aire atrapado: Para nuestras características se tiene por metro cubico: Aire Atrapado: 2%.

1.16.6.5 Selección del contenido del aire según tabla

Tabla N° 30 Contenido de aire atrapado

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3%
1/2"	2.5%
3/4"	2%
1"	1.5%
1 1/2"	1%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: (Rivva López, 2010)

Según la Tabla precedente, el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal 3/4" es 2%.

1.16.6.6 Estimación de la relación agua cemento:

Debido a que no se considerará ningún tipo de acción externa que pudiera dañar el concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia. Para lo cual se hacen interpolaciones con los valores de la tabla siguiente:

Tabla N° 31 Relación Agua/Cemento por Resistencia

f'cr 28 días	RELACIÓN AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporados
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	--
450	0.38	--

Fuente: (Rivva López, 2010)

Interpolación para la resistencia f'c 140kg/cm² (f'cr 210kg/cm²)

MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

200	0.7
210	X
250	0.62

$$X = 0.62 + \left(\frac{(0.7 - 0.62) * (210 - 250)}{(200 - 250)} \right)$$

$$A/C = X = 0.684$$

Interpolación para la resistencia f'c 175kg/cm² (f'cr 245kg/cm²)

MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

$$X = 0.62 + \left(\frac{(0.7 - 0.62) * (245 - 250)}{(200 - 250)} \right)$$

$$A/C = X = 0.628$$

Interpolación para la resistencia f'c 210kg/cm² (f'cr 294kg/cm²)

MEZCLA N° 02 (f'c 210kg/cm²)

250	0.62
294	X
300	0.55

$$X = 0.55 + \left(\frac{(0.62 - 0.55) * (294 - 300)}{(250 - 300)} \right)$$

$$A/C = X = 0.558$$

1.16.6.7 Cálculo del contenido de cemento:

El factor cemento se obtiene dividiendo el agua necesaria entre la relación a/c; además la cantidad de cemento en bolsas, se obtiene dividiendo el factor cemento entre el peso de la bolsa del mismo (42.5kg). Se consideró un contenido de agua de 204lt.

$$Cemento = \frac{Agua\ mesclado}{relación\ A/C}$$

MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²) A/C = 0.684

$$Cemento = \frac{204}{0.684} = 298.25\ kg$$

El cálculo para las otras resistencias es similar. Se presenta la siguiente tabla donde se aprecia los tres cálculos correspondientes.

Tabla N° 32 Factor de Cemento y cantidad de bolsas/m³

MEZCLA	Agua	Relación A/C	Factor cemento (kg)	Cemento (bls)
MEZCLA 01 f'c 140kg/cm ²	204	0.684	298.25	7.02
MEZCLA 02 f'c 175kg/cm ²	204	0.628	324.84	7.64
MEZCLA 03 f'c 210kg/cm ²	204	0.558	365.59	8.60

Fuente: Propia.

1.16.6.8 Estimación del contenido de agregados

Se obtiene restándole a la unidad, el volumen absoluto de la pasta para cada caso. Se considera 1, porque la selección de proporciones del concreto se efectúa para 1m³.

Se determina el volumen absoluto de la pasta, sumando el volumen del cemento, agua y aire para cada resistencia.

Vol. Total de agregados= 1- (Vol. de agua+ Vol. de cemento+ Vol. de aire)

✓ MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{204}{1000} + \frac{298.25}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.678 \text{ m}^3$$

✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{204}{1000} + \frac{324.84}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.669 \text{ m}^3$$

✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{204}{1000} + \frac{365.59}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.656 \text{ m}^3$$

Cálculo del peso seco por metro cúbico de concreto de agregado grueso y fino.

Según la Tabla 5.38 confeccionada por Staton Walker; el módulo de fineza de la combinación de agregados, para cada caso, se obtiene considerando el tamaño máximo nominal y la cantidad de bolsas de cemento.

1.16.6.9 Módulo de fineza de la combinación de agregados

Según la Tabla 5.38 confeccionada por Staton Walker; el módulo de fineza de la combinación de agregados, para cada caso, se obtiene considerando el tamaño máximo nominal y la cantidad de bolsas de cemento.

Tabla N° 33 Módulo de Finesa de la combinación de agregados

Tamaño Máximo Nominal de Agregado Grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsas por metro cúbico indicados			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.29	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: (Rivva López, 2010)

MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²) el tamaño máximo nominal es 3/4" y la cantidad de bolsas es 7.02 (valor que no figura en la tabla), por lo tanto, se deberá hacer una interpolación. Así:

8.00

5.110

7.02	X
7.00	5.040

$$X = 5.040 + \left(\frac{(5.110 - 5.040) * (7.02 - 7)}{(8 - 7)} \right)$$

$$Mca = X = 5.04$$

✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm2)

7	5.04
7.64	X
8	5.11

$$Mca=5.08$$

✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm2)

8	5.11
8.60	X
9	5.19

$$Mca=5.16$$

A continuación, se deberá calcular el porcentaje de intervención del agregado grueso y del agregado fino, para lo cual se hace uso de las siguientes fórmulas:

$$r_f + r_g = 1$$

$$r_f = \left(\frac{m_g - m}{m_g - m_f} \right) 100$$

Donde:

r_f : Valor que representa el porcentaje de agregado fino.

r_g : Valor que representa el porcentaje de agregado grueso.

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso.

m_f : Módulo de fineza del agregado fino.

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

- ✓ Para MEZCLA N° 01 ($f'c$ 140kg/cm²) 0% de árido reciclado incorporado

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.04

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.04}{6.93 - 2.60} \right) = 0.436 \quad y \quad r_g = 0.564$$

- ✓ Para MEZCLA N° 02 ($f'c$ 175kg/cm²)

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.08

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.08}{6.93 - 2.60} \right) = 0.427 \quad y \quad r_g = 0.573$$

- ✓ Para MEZCLA N° 03 ($f'c$ 210kg/cm²)

m_g : 6.93

m_f : 2.60

m : 5.16

$$r_f = \left(\frac{6.93 - 5.10}{6.93 - 2.60} \right) = 0.409 \quad y \quad r_g = 0.591$$

Para la segunda condición, 20% de árido reciclado incorporado de la resistencia $f'c$ 140kg/cm²; el criterio de cálculo es el siguiente:

En primer lugar, se determina el valor teórico del módulo de fineza del agregado grueso con 20% de agregado reciclado.

En primer lugar, se determina el valor teórico del módulo de fineza del agregado grueso con 20% de agregado reciclado. El valor correspondiente a este agregado, el cual figura en el ítem 1 de este diseño de mezclas es de 6.91, se ha optado por no tomar este valor ya que los resultados del ensayo, aunque son bastante certeros, no coinciden con los valores teóricos que estos deberían tener. Se estima que tal variación se debe a que en la mezcla de agregados las muestras tomadas no son exactamente homogéneas. Cabe destacar que la mencionada variación es centesimal, muy pequeña.

El valor teórico del módulo de fineza del agregado con 20% de reciclado se obtiene multiplicando el módulo de fineza del árido natural por 0.8 y sumándole a este producto el módulo de fineza del árido reciclado por 0.2.

- ✓ Para MEZCLA N° 02 ($f'c$ 140kg/cm²) 20% de árido reciclado incorporado

$$m_g: 6.93$$

$$m_{gr}: 6.78 \text{ (concreto reciclado 100\%)}$$

$$m_{g\ 20\%r}: 6.93 \cdot .80 + 6.78 \cdot .2 = 6.90$$

$$m_f: 2.60$$

$$m: 5.04$$

$$r_f = \left(\frac{6.90 - 5.04}{6.90 - 2.60} \right) = 0.433 \quad y \quad r_g = 0.567$$

- ✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 140kg/cm2) 40% de árido reciclado incorporado

$$m_g: 6.93$$

$$m_{gr}: 6.78 \text{ (concreto reciclado 100\%)}$$

$$m_{g\ 20\%r}: 6.93*0.60+6.78*0.4= 6.87$$

$$m_f: 2.60$$

$$m: 5.04$$

$$r_f = \left(\frac{6.87 - 5.04}{6.87 - 2.60} \right) = 0.429 \quad y \quad r_g = 0.571$$

- ✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 140kg/cm2) 60% de árido reciclado incorporado

$$m_g: 6.93$$

$$m_{gr}: 6.78 \text{ (concreto reciclado 100\%)}$$

$$m_{g\ 20\%r}: 6.93*0.4+6.78*0.6= 6.84$$

$$m_f: 2.60$$

$$m: 5.04$$

$$r_f = \left(\frac{6.84 - 5.04}{6.84 - 2.60} \right) = 0.425 \quad y \quad r_g = 0.575$$

Para las resistencias restantes, el procedimiento del cálculo es idéntico, los resultados se aprecian en la tabla siguiente:

Tabla N° 34 Módulos de fineza para cada condición

RESISTENCIA	% A.R.	rf	rg
f'c 140kg/cm1	0	0.436	0.564
f'c 140kg/cm2	0.20	0.433	0.567
f'c 140kg/cm2	0.40	0.429	0.571
f'c 140kg/cm2	0.60	0.425	0.575
f'c 175kg/cm2	0.20	0.427	0.573
f'c 175kg/cm2	0.20	0.423	0.577
f'c 175kg/cm2	0.40	0.419	0.581
f'c 175kg/cm2	0.60	0.415	0.585
f'c 210kg/cm2	0.20	0.409	0.591
f'c 210kg/cm2	0.20	0.405	0.595
f'c 210kg/cm2	0.40	0.400	0.600
f'c 210kg/cm2	0.60	0.396	0.604

Fuente: Propia.

1.16.6.10 Cálculo del volumen absoluto de agregados

A continuación, se deberá determinar el volumen absoluto de los agregados por metro cúbico de concreto. De la Tabla 26, ubicada en el ítem 9 de este diseño de mezclas figuran los volúmenes absolutos de los agregados, pero sin especificar la cantidad de fino y grueso, lo cual se logra de la siguiente manera:

$$\text{Volumen A. Fino} = \text{Vol total de agregados} * r_f$$

$$\text{Volumen A. Grueso} = \text{Vol total de agregados} * r_g$$

- ✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm2) N° 01 (f'c 140kg/cm2); (0% de árido reciclado) de f'c 140kg/cm2 el volumen de agregados es 0.699 el cual debe multiplicarse por el rf y rg de dicha condición, valores que figuran en la tabla precedente. Así:

$$\text{Vol. A. Fino } 0.678 * 0.436 = 0.296$$

Vol. A. Grueso $0.678 \cdot 0.564 = 0.382$

- ✓ Para la condición N° 2 (20% de árido reciclado) de $f'c$ 140kg/cm².
Será:

Vol. A. Fino $0.678 \cdot 0.433 = 0.293$

Vol. A. Grueso $0.678 \cdot 0.567 = 0.385$

- ✓ Para la condición N° 3 (40% de árido reciclado) de $f'c$ 140kg/cm².
Será:

Vol. A. Fino $0.678 \cdot 0.429 = 0.291$

Vol. A. Grueso $0.678 \cdot 0.571 = 0.388$

- ✓ Para la condición N° 4 (60% de árido reciclado) de $f'c$ 140kg/cm².
Será:

Vol. A. Fino $0.678 \cdot 0.425 = 0.288$

Vol. A. Grueso $0.678 \cdot 0.575 = 0.390$

El cálculo para las otras resistencias es similar. Se presenta la siguiente tabla donde se aprecia los tres cálculos correspondientes.

Tabla N° 35 Volumen Absoluto de Agregado fino y grueso

VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS				
	VOL. A.F.	VOL. A.G.	CONDICIÓN	VOL. TOTAL
f'c 140kg/cm2	0.296	0.382	0%	0.678
	0.293	0.385	20%	0.678
	0.291	0.388	40%	0.678
	0.288	0.390	60%	0.678
f'c 175kg/cm2	0.286	0.383	0%	0.669
	0.283	0.386	20%	0.669
	0.281	0.389	40%	0.669
	0.278	0.392	60%	0.669
f'c 210kg/cm2	0.268	0.388	0%	0.656
	0.266	0.391	20%	0.656
	0.263	0.393	40%	0.656
	0.260	0.396	60%	0.656

Fuente: Propia.

Pesos Secos De Los Agregados

A. Fino = Volumen del Agregado * Peso Específico * 1000

Para determinar el peso específico del árido con 20% de reciclado se multiplica 0.2 por el peso específico del árido reciclado y se suma el producto de 0.8 por el peso específico del árido natural.

Así:

$$(0.2*2.64) + (0.8*2.55) = 2.57$$

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm2) (0% de árido reciclado)

A. Fino $0.296*2.18*1000 = 645.28$

A. Grueso $0.382*2.55*1000 = 974.10$

Tabla N° 36 Peso seco de los agregados

PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS								
Resistencia	VOL. AGREGADO		PESO ESPECIFICO			CONDICION	PESO SECO kg/m ³	
	FINO	GRUESO	AG	AF	AGR		FINO	GRUESO
f _c 140kg/cm ²	0.296	0.382	2.55	2.18	2.61	0%	645.28	974.10
	0.293	0.385	2.55	2.18	2.64	20%	752.42	988.68
	0.291	0.388	2.55	2.18	2.58	40%	745.54	994.06
	0.288	0.390	2.55	2.18	2.56	60%	736.13	996.84
f _c 175kg/cm ²	0.286	0.383	2.55	2.18	2.61	0%	623.48	976.65
	0.283	0.386	2.55	2.18	2.64	20%	726.74	991.25
	0.281	0.389	2.55	2.18	2.58	40%	719.92	996.62
	0.278	0.392	2.55	2.18	2.56	60%	710.57	1001.95
f _c 210kg/cm ²	0.268	0.388	2.55	2.18	2.61	0%	584.24	989.40
	0.266	0.391	2.55	2.18	2.64	20%	683.09	1004.09
	0.263	0.393	2.55	2.18	2.58	40%	673.81	1006.87
	0.260	0.396	2.55	2.18	2.56	60%	664.56	1012.18

Fuente: Propia.

Tabla N° 37 Valores de diseño Preliminar

VALORES DE DISEÑO PRELIMINAR					
MEZCLA	CONDICIÓN	AGUA	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
f'c 140kg/cm²	0%	204	298.25	645.28	974.10
	20%	204	298.25	752.42	988.68
	40%	204	298.25	745.54	994.06
	60%	204	298.25	736.13	996.84
f'c 175kg/cm²	0%	204	324.84	623.48	976.65
	20%	204	324.84	726.74	991.25
	40%	204	324.84	719.92	996.62
	60%	204	324.84	710.57	1001.95
f'c 210kg/cm²	0%	204	365.59	584.24	989.40
	20%	204	365.59	683.09	1004.09
	40%	204	365.59	673.81	1006.87
	60%	204	365.59	664.56	1012.18

Fuente: Propia.

1.16.6.11 Correcciones del peso del agregado grueso y fino por humedad.

Se deberá obtener el peso húmedo para cada agregado, multiplicando el peso seco por el contenido de humedad respectivo, así: $\text{Peso seco de agregado} \times (1 + \text{C.H.}/100)$. En las Tabla, se ubican los resultados de la operación mencionada en la columna "Peso Húmedo."

Obtenidos estos valores se procede a la corrección por humedad.

Además de esto se deberá obtener el peso húmedo para cada agregado, multiplicando el peso seco por el contenido de humedad respectivo, así:

Agregado Fino

Contenido de humedad 2.14%

Absorción 1.93%

Agregado Grueso

Contenido de humedad 1.67%

Absorción 1.86%

El aporte de agua se calculará así:

$$Agua\ lts = peso\ seco * \left(\frac{contenido\ de\ humedad - absorcion}{100} \right)$$

- ✓ Para el agregado fino y grueso de la MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)
 - A. Fino 645.28*(2.14-1.93)/100 = 1.36 lts.
 - A. Grueso 947.10*(1.67-1.86)/100 = -1.80 lts.

Tabla N° 38 Correcciones por Humedad

Resistencia	% Reciclado	Agregados	Peso Seco	% de aridos	Absorcion %	Contenido de humedad %	Peso humedo	Aporte lts	aporte total	agua real
f'c 140kg/cm2	0%	Ag fino	645.28	645.28	1.93	2.14	659.09	1.36	-0.50	204.50
		Ag Grueso	974.10	974.10	1.86	1.67	990.37	-1.85		
	20%	Ag fino	752.42	752.42	1.93	2.14	768.53	1.58	-0.02	204.02
		Ag reciclado	988.68	197.74	2.29	2.24	202.17	-0.10		
		Ag Grueso		790.94	1.86	1.67	804.15	-1.50		
	40%	Ag fino	745.54	745.54	1.93	2.14	761.50	1.57	-2.75	206.75
		Ag reciclado	994.06	397.62	3.42	2.62	408.04	-3.18		
		Ag Grueso		596.43	1.86	1.67	606.39	-1.13		
	60%	Ag fino	736.13	736.13	1.93	2.14	751.88	1.55	-3.76	207.76
		Ag reciclado	996.84	598.10	3.54	2.78	614.73	-4.55		
		Ag Grueso		398.74	1.86	1.67	405.39	-0.76		
f'c 175kg/cm2	0%	Ag fino	623.48	623.48	1.93	2.14	636.82	1.31	-0.55	204.55
		Ag Grueso	976.65	976.65	1.86	1.67	992.96	-1.86		
	20%	Ag fino	726.74	726.74	1.93	2.14	742.30	1.53	-0.08	204.08
		Ag reciclado	991.25	198.25	2.29	2.24	202.69	-0.10		
		Ag Grueso		793.00	1.86	1.67	806.24	-1.51		
	40%	Ag fino	719.92	719.92	1.93	2.14	735.33	1.51	-2.81	206.81
		Ag reciclado	996.62	398.65	3.42	2.62	409.09	-3.19		
		Ag Grueso		597.97	1.86	1.67	607.96	-1.14		
	60%	Ag fino	710.57	710.57	1.93	2.14	725.77	1.49	-3.84	207.84
		Ag reciclado	1001.95	601.17	3.54	2.78	617.88	-4.57		
		Ag Grueso		400.78	1.86	1.67	407.47	-0.76		
f'c 210kg/cm2	0%	Ag fino	584.24	584.24	1.93	2.14	596.74	1.23	-0.65	204.65
		Ag Grueso	989.40	989.40	1.86	1.67	1005.92	-1.88		
	20%	Ag fino	683.09	683.09	1.93	2.14	697.71	1.43	-0.19	204.19
		Ag reciclado	1004.09	200.82	2.29	2.24	205.32	-0.10		
		Ag Grueso		803.27	1.86	1.67	816.69	-1.53		
	40%	Ag fino	673.81	673.81	1.93	2.14	688.23	1.41	-2.95	206.95
		Ag reciclado	1006.87	402.75	3.42	2.62	413.30	-3.22		
		Ag Grueso		604.12	1.86	1.67	614.21	-1.15		
	60%	Ag fino	664.56	664.56	1.93	2.14	678.78	1.40	-3.99	207.99
		Ag reciclado	1012.18	607.31	3.54	2.78	624.19	-4.62		
		Ag Grueso		404.87	1.86	1.67	411.63	-0.77		

Fuente: Propia.

1.16.6.12 Proporciones finales

Resumen cantidad de materiales para 1m³ de concreto de diseño inicial.

Tabla N° 39 Proporciones finales para todas las Condiciones

Resistencia	% reciclado	cemento kg/m ³	Agregados	Peso Seco	agua l/m ³
f'c 140kg/cm ²	0%	298	Ag fino	659.09	204.50
			Ag Grueso	990.37	
	20%	298	Ag fino	768.53	204.02
			Ag reciclado	202.17	
			Ag Grueso	804.15	
	40%	298	Ag fino	761.50	206.75
			Ag reciclado	408.04	
			Ag Grueso	606.39	
	60%	298	Ag fino	751.88	207.76
Ag reciclado			614.73		
Ag Grueso			405.39		
f'c 175kg/cm ²	0%	325	Ag fino	636.82	204.55
			Ag Grueso	992.96	
	20%	325	Ag fino	742.30	204.08
			Ag reciclado	202.69	
			Ag Grueso	806.24	
	40%	325	Ag fino	735.33	206.81
			Ag reciclado	409.09	
			Ag Grueso	607.96	
	60%	325	Ag fino	725.77	207.84
Ag reciclado			617.88		
Ag Grueso			407.47		
f'c 210kg/cm ²	0%	366	Ag fino	596.74	204.65
			Ag Grueso	1005.92	
	20%	366	Ag fino	697.71	204.19
			Ag reciclado	205.32	
			Ag Grueso	816.69	
	40%	366	Ag fino	688.23	206.95
			Ag reciclado	413.30	
			Ag Grueso	614.21	
	60%	366	Ag fino	678.78	207.99
Ag reciclado			624.19		
Ag Grueso			411.63		

Fuente: Propia.

1.17 FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS

1.17.1 Determinación de la cantidad de probetas

Para esta finalidad, se consideró las especificaciones de la Norma NTP 339.033 (ASTM C31) — Práctica Normalizada para la preparación y curado de las probetas para ensayos de concreto y las recomendaciones del Comité ACI 318-08 — Requisitos de Reglamento para concreto estructural, que en su inciso 5.6.2.4 nos indica textualmente: Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos (02) probetas de 6”(150mm)x12”(300mm) o de al menos tres (03) probetas de 4”(100mm)x8”(200mm), preparadas de la misma muestra de concreto.

Con tales criterios, se decidió la cantidad de 120 probetas cilíndricas de 4”x8”; como se detalla a continuación:

Tabla N° 40 Cantidad de probetas cilíndricas de 4" x 8"

CANTIDAD DE PROBETAS CILINDRICAS DE 4"x8" POR EDADES					
resistencia	DISEÑO NORMAL	20% DE Ag Reciclado	40% DE Ag Reciclado	60% DE Ag Reciclado	SUB TOTAL
	28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS	28 DIAS	
f_c 140kg/cm ²	10	10	10	10	40
f_c 175kg/cm ²	10	10	10	10	40
f_c 210kg/cm ²	10	10	10	10	40
TOTAL	30	30	30	30	120

Fuente: Propia.

1.17.2 Tipología de probetas fabricadas en laboratorio

Las probetas están fabricadas de acuerdo a los procedimientos establecidos por la norma peruana NTP 339.033 (ASTM C31) y NTP 339.045 – 078 (ASTM C78). Dado el asentamiento final previsto de 3”- 4” para las mezclas de concreto, se escogió como procedimiento de compactación de la mezcla al interior de los moldes, el apisonado, tal como indica las normas citadas.

A. ELABORACION DEL CONCRETO

a) Norma

NTP 339.036, ASTM C 172M

b) Método

Realizar el procedimiento adecuado para la elaboración del concreto, para que este cumpla con las propiedades requeridas.

c) Equipo

- ✓ Mezcladora
- ✓ Carretilla
- ✓ Pala
- ✓ Balde

d) Procedimiento

Antes de la preparación del concreto, para poder realizar la corrección de humedades, es necesario sacar el contenido de humedad de los agregados.

- Previo al inicio del mezclado, debió de humedecerse la mezcladora.

- Iniciamos con la rotación de la mezcladora, añadimos el 70 % del agua de diseño a continuación agregado grueso, agregado fino y cemento, se debe dejar mezclando por lo menos 1 minuto, con la fracción de agua de diseño restante dejamos mezclando por lo menos 1 minuto de acuerdo al diseño realizado.

- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

B. METODO ESTANDAR PARA LA ELABORACIÓN DE PROBETAS

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

Para obtener una muestra representativa, las probetas de concreto deben ser moldeadas y curadas siguiendo los procedimientos determinados.

c) Equipo

- ✓ Moldes cilíndricos, deben ser hechos de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. El diámetro puede variar de 10 a 10.5 cm y la altura entre 19.9 a 21.1 cm.
- ✓ Barra Compactadora, Varilla metálica lisa con punta redondeada de diámetro igual a 9.5 mm (3/8") y longitud de 30 cm.
- ✓ Pala, cucharón, plancha metálica, desmoldante.

d) Procedimiento

Colocamos los moldes en una superficie plana, rígida y horizontal.

- Los moldes deben estar limpios y la superficie interior deberá lubricarse con desmoldante.

- Colocamos el concreto en los moldes, se llena la primera capa con concreto aproximadamente la tercera parte del molde, se ha chuseado 25 veces en forma helicoidal, luego con el martillo de goma se ha golpeado 12 veces alrededor del molde, luego de esto se procedió a llenar la segunda capa realizando lo mismo que para la primera capa.

- Después de un momento se procedió al enrase de las probetas, que se hace con una regla y/o plancha metálica- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos:

Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

Figura N° 7 Llenado de Briqueteras con concreto



Fuente: Propia

Después de un momento se procedió al enrase de las probetas, que se hace con una regla y/o plancha metálica.

Las probetas permanecerán durante las primeras 24 horas en un ambiente húmedo para evitar la pérdida de humedad, pasado este tiempo se puede desmoldar.

C. CURADO POR INMERSIÓN

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento y para prevenir la evaporación del agua del concreto.

c) Procedimiento

Luego de desmoldar los especímenes después de 24 ± 8 hrs después del vaciado rotular las probetas para el ensayo de resistencia a la compresión a 7 días y 28 días.

Se procedió a colocar en recipientes los cuales tiene una solución de agua saturada con cal, aproximadamente el contenido de cal por litro de agua es de 3gr, el agua debe ser potable y limpia la cual debe cubrir por totalidad a las probetas.

1.18 ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO

1.18.1 ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO

a) Norma

NTP 339.035, ASTM C 143

b) Método

El ensayo de consistencia, llamado también de revenimiento o Slump Test, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Duft Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978, con lo que se le puede encontrar en norma ASTM C 143.

En nuestro medio se encuentra reglamentado en la norma NTP 339.035. Método de ensayo para el asentamiento del concreto de cemento.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde tronco cónico, midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su —consistencia— ó sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla, siempre cuando los materiales y las condiciones se mantengan constantes.

c) equipo

El equipo es necesario consiste en un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm.

El molde se construye con plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5mm se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica.

d) Procedimiento

- Humedecemos el interior del cono de revenimiento.
- Colocamos el cono sobre la plancha, la cual debe estar mojada, de tal manera que no absorba agua.
- Sostenemos el cono firmemente en su lugar parándose sobre los dos estribos de apoyo a cada lado del molde. Llene con tres capas.
- Se llenó el molde aproximadamente 1/3 de su volumen
- Se compacto con 25 golpes verticales en todo su espesor. Distribuya uniformemente los golpes sobre la sección transversal de la capa. Incline ligeramente la varilla, empezando cerca del perímetro, continuando progresivamente en forma de espiral hacia el centro.
- Para la segunda capa se llenó el cono aproximadamente 2/3 de su volumen compactamos con 25 golpes verticales en todo su espesor, penetrando ligeramente en la primera capa (Max 1pulg). Distribuya uniformemente los golpes en toda la sección transversal de la capa.
- Para la tercera capa

Se depositó el concreto por encima de la parte superior del cono.

Se Compactó con 25 golpes verticales en todo su espesor, penetrando ligeramente en la segunda capa. Distribuya uniformemente los golpes en toda la sección transversal de la capa.

Si como resulta del varillado el concreto cae de la parte superior del cono, se agregó concreto a modo de mantener un exceso por encima del cono. Se Continuó el conteo del varillado desde el valor alcanzado antes de agregar concreto al cono.

Se enrazo la parte superior de la superficie de concreto con la varilla de compactación en un movimiento de enrasado.

Al tiempo que se mantiene una presión hacia abajo, se removió el concreto de la base del cono durante el enrasado.

Se removió inmediatamente el cono levantándolo en una dirección vertical constante en no más de 5 segundos. No debe haber ningún movimiento lateral o de torsión del cono al estado levantando.

Se completó la prueba de asentamiento, a partir del llenado hasta la remoción del cono, en 2.5min.

Si ocurriese un claro desplome o partición del concreto desde un lado o una porción de la masa, se desechó la prueba y se hizo una nueva prueba en otra porción de la muestra.

Finalmente se midió inmediatamente el asentamiento. Este es la diferencia vertical entre la parte superior del cono y el centro original desplazado en la parte superior de la superficie del espécimen.

Figura N° 8 Ensayo de Asentamiento y/o consistencia



Fuente: Propia

VARIACION DEL ASENTAMIENTO EN Pulg			
MEZCLA	CONDICION	Slump (Pulg)	Promedio
f'c 140kg/cm2	0%	4.0	3.9
	20%	4.0	
	40%	4.0	
	60%	3.5	
f'c 175kg/cm2	0%	3.0	3.6
	20%	4.0	
	40%	4.0	
	60%	3.5	
f'c 210kg/cm2	0%	3.0	3.3
	20%	3.5	
	40%	3.0	
	60%	3.5	

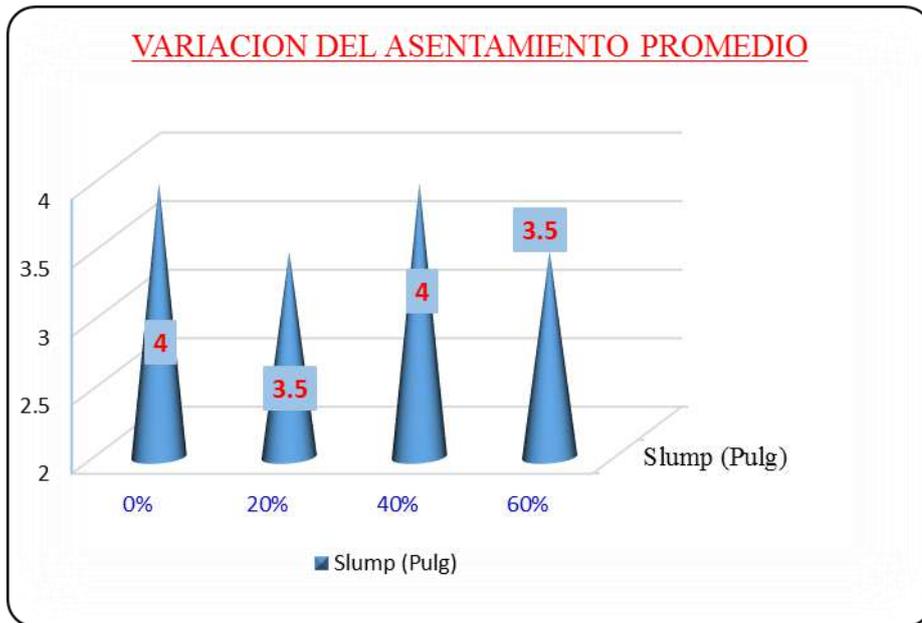
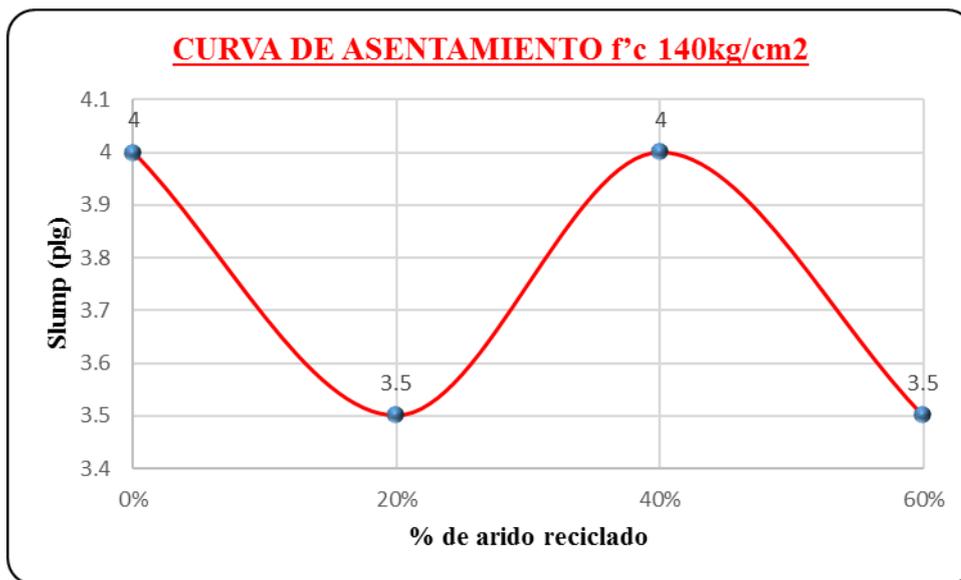
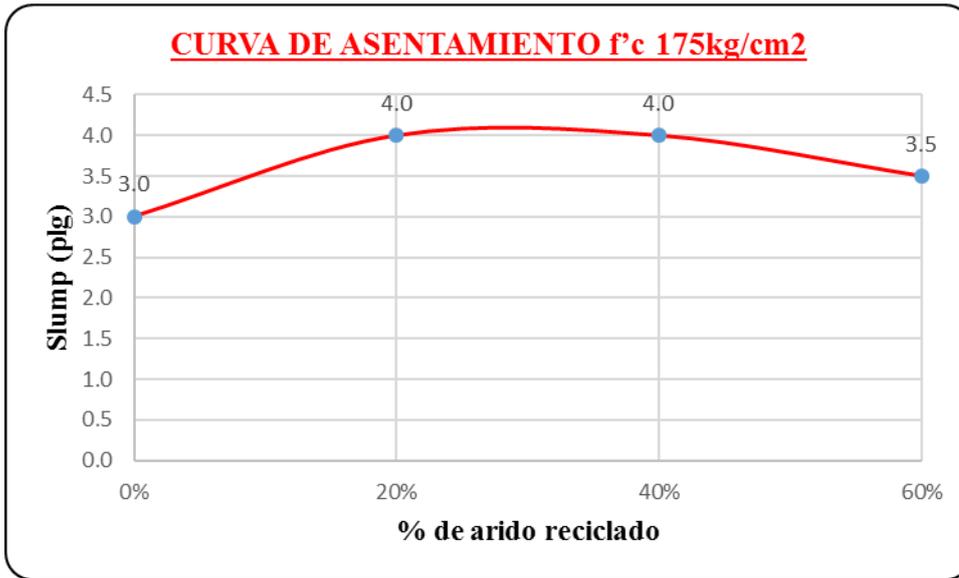


Fig. 2 VARIACIÓN DEL ASENTAMIENTO





Interpretación. Se observa que el asentamiento, aunque de forma no muy notoria, disminuye conforme aumenta la resistencia, lo cual se debe a la mayor presencia de finos en las mezclas de menor resistencia ya que proporcionan una mayor fluidez a las mismas.

Se observa que el asentamiento del concreto elaborado con concreto reciclado es menor respecto al concreto diseñado normalmente sin adición del concreto reciclado, esto ocurre porque el árido reciclado tiene diferentes formaciones.

1.18.2 TEMPERATURA INTERNA DEL CONCRETO

a) Norma

ASTM C 1064

b) Método

La temperatura interna del concreto es fundamental para la evolución del fraguado y adquisición de la resistencia.

Por lo que se evaluó la temperatura del concreto en sus 5 primeras horas de fraguado, para observar el aumento y descenso de su temperatura interna.

c) Procedimiento

- ✓ Una vez compactada la muestra en el molde de PVC de 4" x 8", se colocó un tubo de 1/2" de diámetro en el centro de la muestra, el tubo tiene una longitud de aproximadamente 10cm; en él se realiza las mediciones de la temperatura interna.
- ✓ Se coloca el termómetro hasta que la lectura de la temperatura sea constante, anotando la hora y la lectura del termómetro.
- ✓ Se realiza esta operación por 5 horas consecutivas.

Se efectuaron un total de 9 lecturas de la temperatura para cada grupo de concreto, cada 15 minutos en la primera hora, y luego en cada hora; así: 15, 30 y 45 minutos, y a 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas.

Tabla N° 41. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL C° FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN

Resistencia	CONDICION	Temperatura (°C), para las horas indicadas									T° Promedio
		15´	30´	45´	1h	2h	3h	4h	5h	6h	
f_c 140kg/cm²	0%	14.9	14.9	15.0	14.9	15.2	15.5	15.5	15.3	14.8	15.6
	20%	15.0	15.0	15.1	15.0	15.4	16.0	15.8	15.2	14.9	
	40%	15.4	15.8	15.6	15.7	16.1	16.5	16.3	16.2	15.7	
	60%	15.6	15.8	15.9	16.0	16.2	16.1	15.9	16.0	15.8	
f_c 175kg/cm²	0%	15.9	16.2	16.4	16.8	17.0	17.2	17.0	16.9	16.8	16.7
	20%	16.0	16.2	16.2	16.9	17.2	17.6	17.4	16.8	16.7	
	40%	15.8	16.0	15.6	16.3	16.1	17.3	17.5	16.9	17.0	
	60%	15.9	15.8	16.0	16.9	17.1	17.6	17.3	17.0	16.8	
f_c 210kg/cm²	0%	16.4	16.4	16.8	17.4	18.1	18.0	17.8	17.3	17.2	17.3
	20%	16.5	16.5	16.7	17.6	18.8	18.4	17.5	15.6	17.3	
	40%	16.4	16.3	16.6	17.8	18.4	18.3	17.4	17.4	17.6	
	60%	16.4	16.4	16.9	16.3	18.6	18.6	17.8	17.9	18.0	

Los grupos de resistencia de 210kg/cm² poseen una mayor variación de temperatura que los otros grupos, llegando a una variación de 2.03°C; esto debido a que el calor de hidratación que produce el cemento, que para estos grupos es mayor.

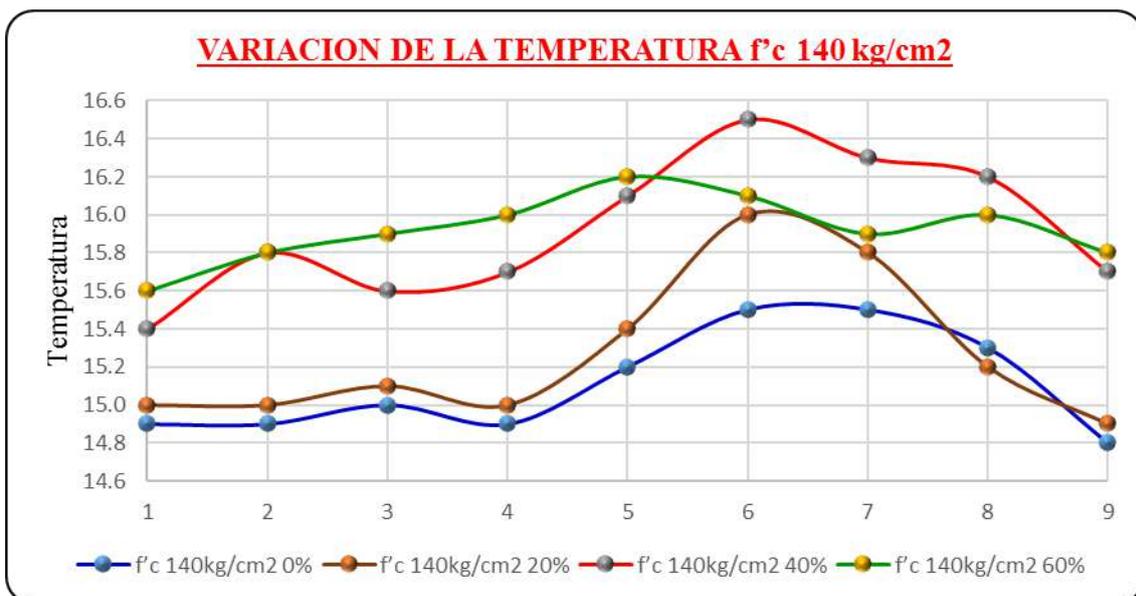
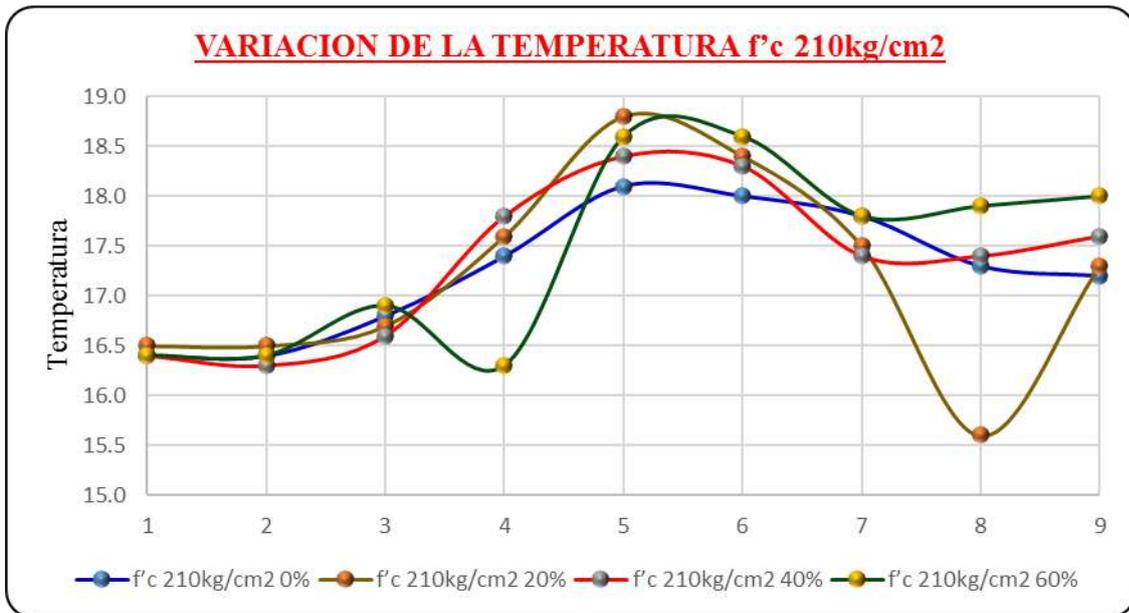
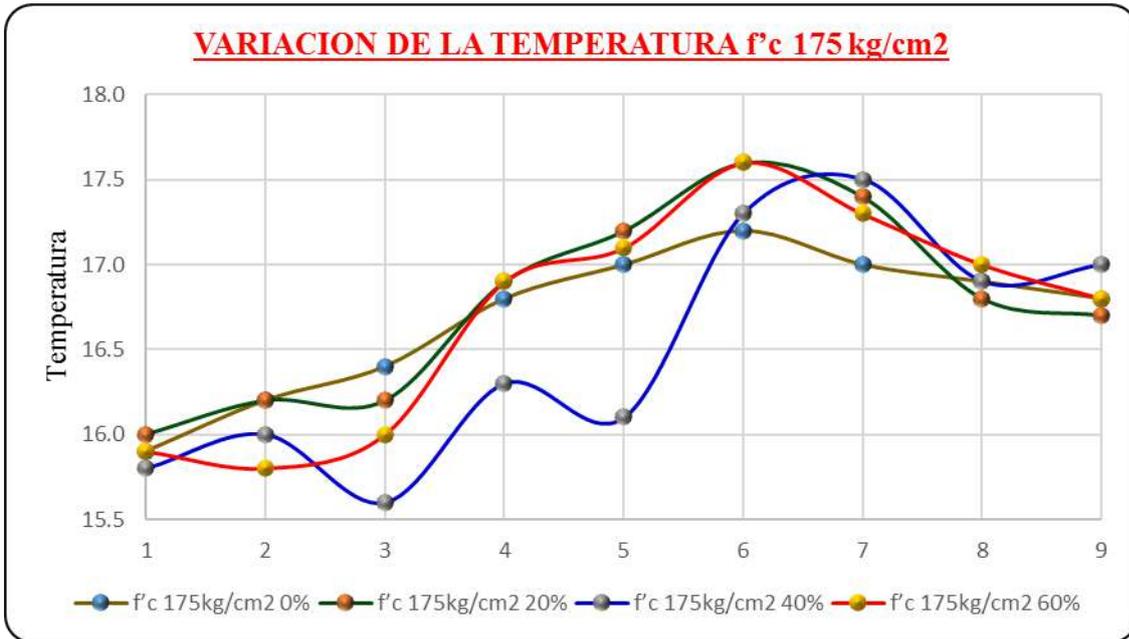


Fig. 3. CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO



Interpretación. En la resistencia de 140 kg/cm², se aprecian unas curvas muy cercanas y que inclusive se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura muy significativa. En la resistencia de 175 kg/cm², se aprecian unas curvas que se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura superior al del diseñado con áridos naturales. En la resistencia de 210 kg/cm², se aprecian unas

curvas que se cruzan entre sí, estas presentan un cambio de temperatura muy cercanas.

Finalmente se observa este conjunto de curvas que están elaboradas con las temperaturas promedio de cada resistencia, en ella se observa claramente el incremento de temperatura de la mezcla cuando se tiene una mayor cantidad de cemento.

1.18.3 EXUDACIÓN

a) Norma

ASTM C 232, NTP 339.077

b) Método

Con este ensayo se obtendrá la cantidad de agua que sube a la superficie del concreto fresco depositado en el molde, esta agua libre podría generarse por efecto de la segregación, mala gradación de las partículas de agregado o el exceso de agua en la mezcla.

c) Procedimiento

Se coloca normalmente el concreto en los tubos de PVC. Y se retira el agua de la superficie de la mezcla, usualmente se hace uso de una pipeta para extraer el agua, sin embargo, la utilización de esta entorpece el trabajo por ser la cantidad de agua exudada muy pequeña; por lo tanto, se utilizó un paño muy delgado y absorbente, el cual se colocó sobre la superficie y se pesó para determinar la cantidad de agua absorbida.



Ensayo de exudación

Por los primeros 40 minutos se realizó la operación, descrita anteriormente, con intervalos de 10 minutos. Luego se procedió a realizar la operación cada 30 minutos hasta que el espécimen dejó de exudar.

Tabla N° 42 EXSUDACION DEL CONCRETO

Resistencia	Condición	Vol. Exudado (ml)
f' c 140kg/cm2	0%	2.2
	20%	2.0
	40%	1.6
	60%	1.1
f' c 175kg/cm2	0%	2.3
	20%	1.8
	40%	0.9
	60%	1.1
f' c 210kg/cm2	0%	1.5
	20%	1.5
	40%	0.9
	60%	0.8

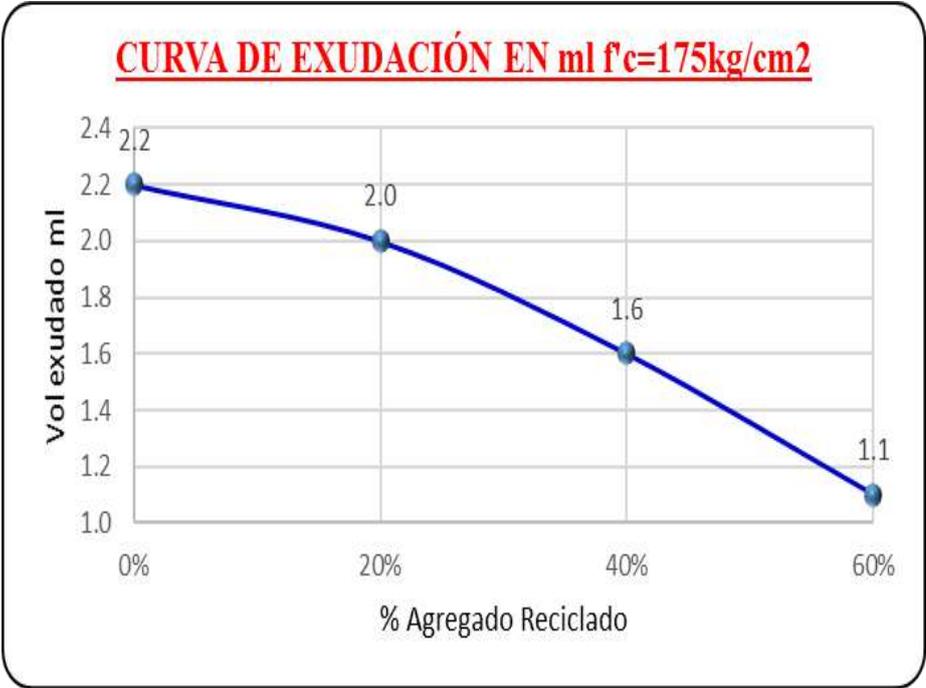
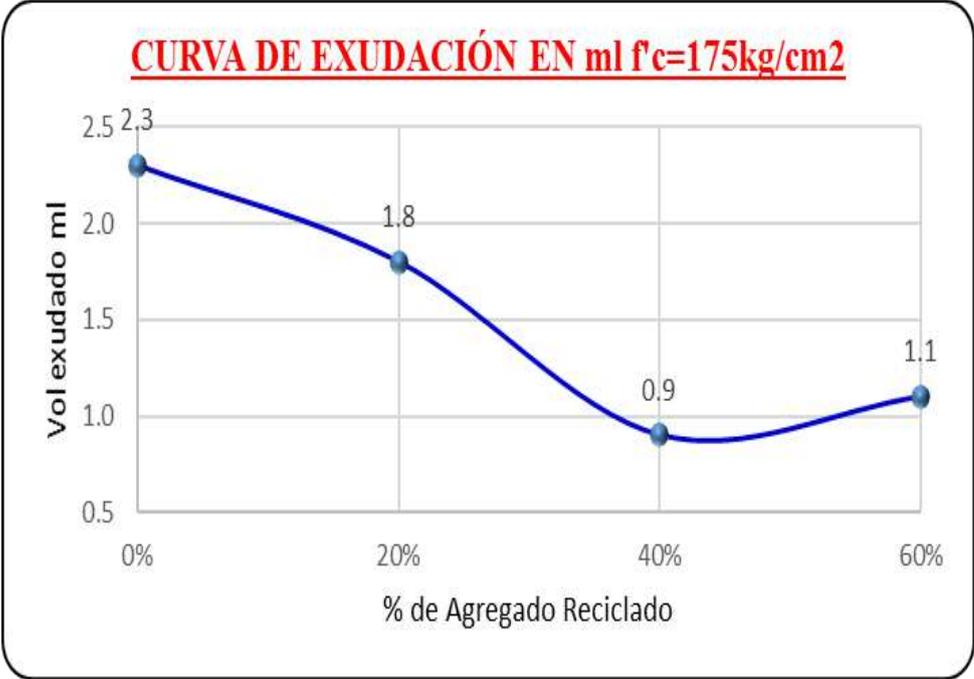
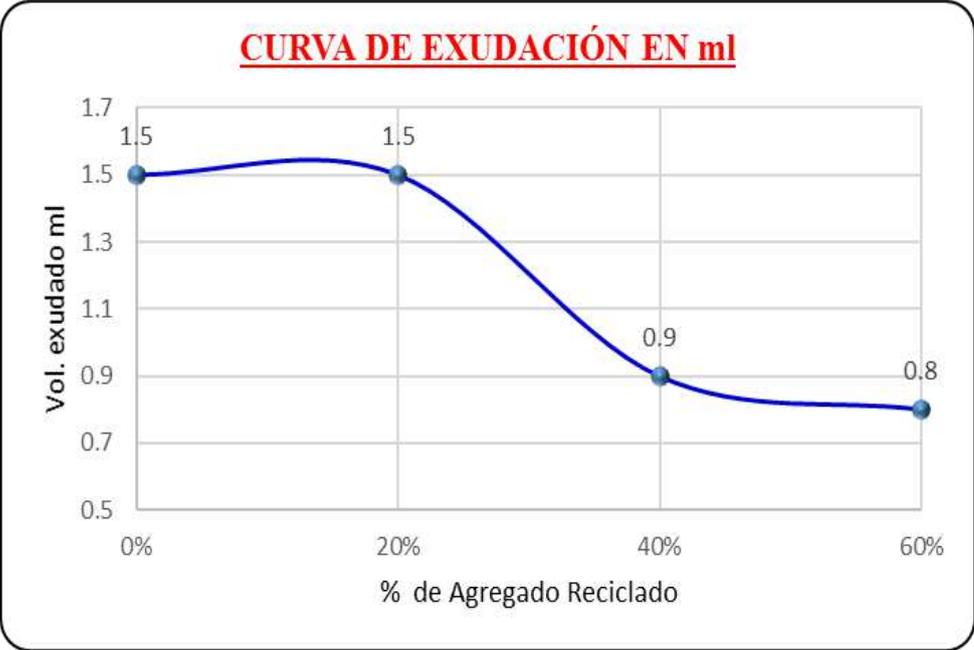


Fig. 4. CURVA DE LA EXSUDACION DEL CONCRETO

Interpretación. Se aprecia una curva aparentemente lineal que tiene 2.2 y 1.1ml como extremos, tiende a disminuir la exudación por el incremento de árido reciclado.



Interpretación. Se observa una curva relativamente variable que tiene 2.3 y 1.1ml como extremos, tiende a disminuir la exudación por el incremento de árido reciclado, aunque el último registro indica lo contrario.



Interpretación. Se observa una curva relativamente variable que tiene 1.5 y 0.8ml como extremos, tiende a disminuir la exudación por el incremento de árido reciclado.

1.19 ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO

1.19.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

PRENSA PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Se utilizará una máquina que esté adecuadamente calibrada y cuyos resultados sean confiables, el procedimiento de calibración se efectuará preferentemente cada 12 meses.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Pasado el proceso de curado, las probetas se retiraron de la posa y fueron llevadas para su ensayo a compresión, todas las probetas se ensayaron a los 07 días y 28 días.

Cabe decir que se tuvo mucho cuidado con el manejo, transporte y medición de los especímenes. Ya en el laboratorio, se efectuó tres lecturas del diámetro, tres lecturas de la altura y su peso de cada una de las probetas; finalmente se sometieron los especímenes al ensayo de compresión.

Concluido el ensayo de los testigos cilíndricos de concreto, se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla N° 43.

PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO

PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS DE EDAD		
Resistencia	% de Adicion del Agregado Reciclado	% Promedio de Resistencia Alcanzada
f'c 140kg/cm ²	0%	112.80%
	20%	112.75%
	40%	105.20%
	60%	96.60%
f'c 175kg/cm ²	0%	108.37%
	20%	108.02%
	40%	99.51%
	60%	89.23%
f'c 210kg/cm ²	0%	101.50%
	20%	101.13%
	40%	95.64%
	60%	89.86%

Fig. 5.

PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO



Interpretación. A la edad de 28 días, la resistencia a compresión del concreto fc 140kg/cm² se observa que la resistencia de diseño se alcanza hasta cuando se agrega 40% de árido reciclado, sin embargo, no se supera la resistencia de diseño por mucho.



Interpretación. A la edad de 28 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 175kg/cm² se observa que la resistencia de diseño se alcanza solamente cuando se agrega hasta un 20% de árido reciclado, sin embargo, el tercer grupo de 40% está muy cercano a la resistencia de diseño.



FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

Interpretación. A la edad de 28 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 210 kg/cm² Este caso es muy similar al anterior, se observa que la

resistencia de diseño se alcanza solamente cuando se agrega hasta un 20% de árido reciclado, el tercer y cuarto grupo de 40% y 60% de árido reciclado incorporado no alcanzan la resistencia de diseño.

Interpretación.

Observándose que para el concreto diseñado con un porcentaje de concreto reciclado como agregado grueso la resistencia a compresión se ha reducido con respecto al concreto de diseño inicial. De esta manera podemos afirmar que a medida que se incrementa el diseño de la resistencia a la compresión del concreto, se reduce la resistencia a compresión que alcanza el concreto diseñado con el concreto reciclado como agregado grueso a comparación del agregado natural.

Y que también en proporciones mayores al 20% reduce la resistencia de los concretos elaborados al respecto de la resistencia requerida.

Tipos de fallas en los especímenes

Los tipos de falla más comunes registrados en los especímenes de concreto fueron el de cono, columnar y de corte; sin embargo, eventualmente se producen otros tipos de falla que se aprecian en la figura siguiente.

Figura N° 9 Falla tipo cono, falla cortante y falla por fisura



Falla por cortante



Falla por fisura

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

1.20 PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

Para tener la confiabilidad de los datos se ha considerado evaluar los resultados de resistencia a compresión, con los parámetros del coeficiente de variación y desviación Standard, para tener confiabilidad de los datos, se realizará la gráfica de la distribución de frecuencia de datos, que deben cumplir la distribución Normal o distribución de Gauss y ajustarse a ella. En función a la siguiente tabla:

Material Experimental.

Se establece un experimento bajo los lineamientos de un diseño factorial de completamente al azar. En el presente trabajo se emplea un plan experimental que contiene: 10 tratamientos ($t=10$), arreglados en dos factores: factor A (Grupo Patrón) y factor B (Resistencia a la compresión); y con 120 repeticiones distribuidas en forma balanceada ($r=120$)

El esquema para el diseño factorial completamente al azar es:

Nº	0%			20%			40%			60%		
	140	175	210	140	175	210	140	175	210	140	175	210
1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
2	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
3	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
4	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
5	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
6	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
7	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
8	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
9	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
10	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r

Tabla N° 44. Resultados muestrales de los puntajes obtenidos durante el proceso de experimentación

Factor A	0%			20%			40%			60%		
Factor B	140	175	210									
1	158,6 7	192,4 2	231,2 2	158,9 6	189,8 2	211,7 9	147,8	175,3 9	207,3 1	133,3 4	158,0 7	182,8 1
2	161,4 6	189,9 2	235,9 6	159,0 4	194,5 2	213,2 2	141,6 3	172,5 2	193,3 4	136,0 2	154,9 3	199,6 7
3	157,3 7	197,0 9	219,3 6	159,6 2	187,7 1	208,1 7	146,0 8	170,3	205,1 2	138,6 3	158,0 4	182,7 4
4	157,6 3	195,3 9	221,7 5	158,6 2	187,9 6	213,9 5	146,2	182,1 2	204,8 6	132,9	153,3 7	196,6 5
5	158,6 9	189,2 1	229,2 2	156,1 5	185,6 5	217,7 8	148,0 1	171,3 9	199,5	138,9 7	162,6 7	194,8
6	157	186,7 4	224,9 4	160,0 7	192,6 4	210,5 5	151,5 1	174,8 1	194,2 6	130,5 9	147,6 4	173,9 2
7	161,1 9	188,3 3	235,1 3	148,4 7	181,1 1	220,6	144,2 9	170,3	204,5 9	134,8 7	158,5 5	179,5
8	147,1 5	195,3 8	227,4 3	160,9 7	187,4 6	204,2 3	151,8 8	177,2 3	204,2 5	131,9	157,0 8	193,1 6
9	159,9 3	196,1 2	225,9 4	155,1 8	192,6 8	211,3 8	149,5 6	169,5 8	187,4 1	136,4	152,7 1	196,9 5
10	160,1 4	189,9 3	233,8 7	161,4	190,8	212,0 1	145,7 9	177,8 2	207,8 8	134,0 7	157,9 8	186,8 7

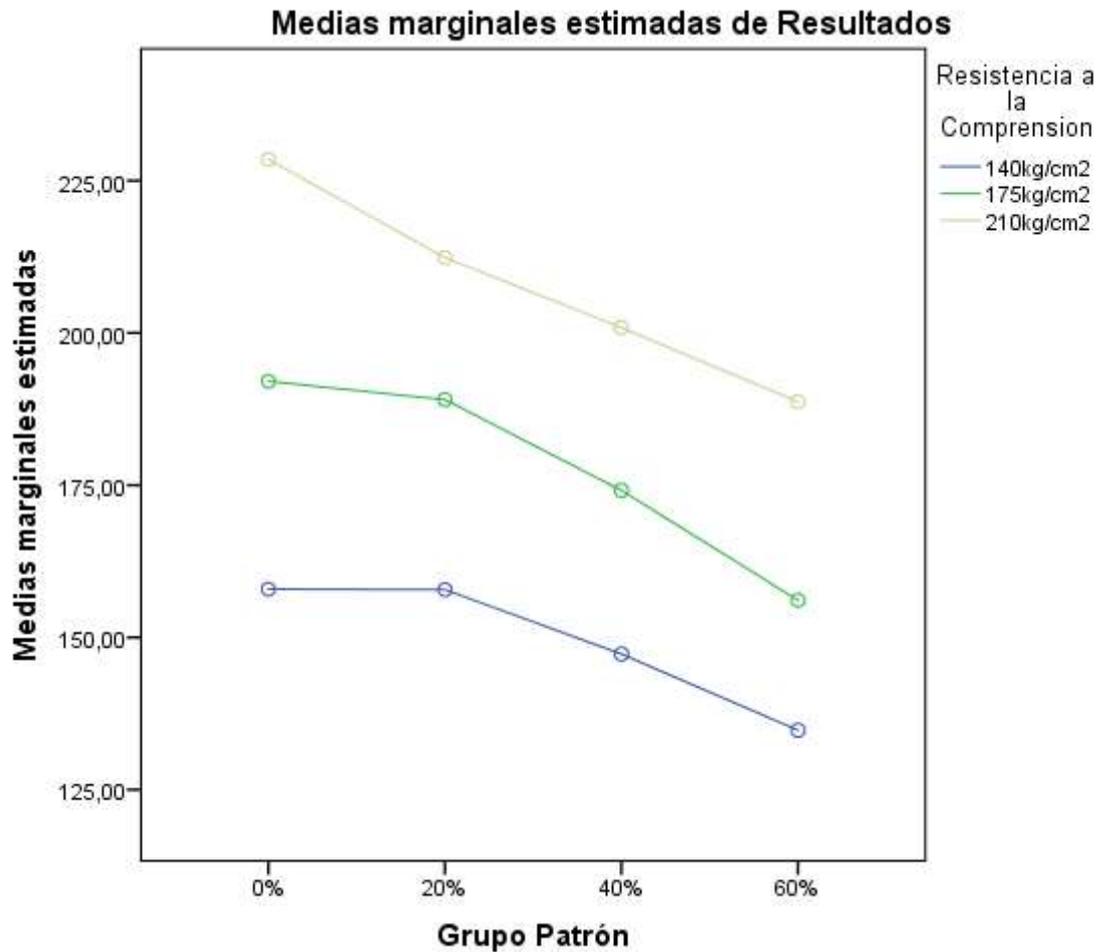
Tabla N° 45. Análisis de Varianza para el Diseño Factorial Completamente al Azar

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Factor A (Grupo Patrón)	3	19033,379	6344,460	263,487 **
Factor B (Resistencia a la Comprensión)	2	67637,786	33818,893	1404,506 **
Factor A x Factor B	6	1339,518	223,253	9,272 **
Error Experimental	108	2600,516	24,079	
Total	119	90611,200		

Se concluye a un nivel del de significación de 0.05 que las evidencias muestrales indican que existe diferencia altamente significativa, es decir que al menos un puntaje promedio de los tratamientos difiere significativamente de la obtenida con una de los otros tratamientos. Esto implica que al menos un aumento de puntaje promedio obtenido con un tratamiento difiere por lo menos del obtenido con uno de los otros tratamientos en el incremento de puntaje promedio de la resistencia al concreto de obras civiles en pistas y veredas

Con respecto al factor A existe diferencias significativas entre el grupo patrón del 0% con los demás grupos de 20%, 40% y 60% respectivamente. Lo cual tienen efectos significativos

Con respecto a la interacción del factor A con el Factor B existe diferencias significativas, dado que el valor de F es significativo entonces debemos concluir que no tenemos evidencias de que exista interacción entre estos dos factores.



Para el error experimental se recoge la variabilidad de la variable dependiente en este caso la resistencia al concreto; es decir no explicada en el modelo.

Para el total se recoge la variabilidad observada de la resistencia al concreto por todas las causas

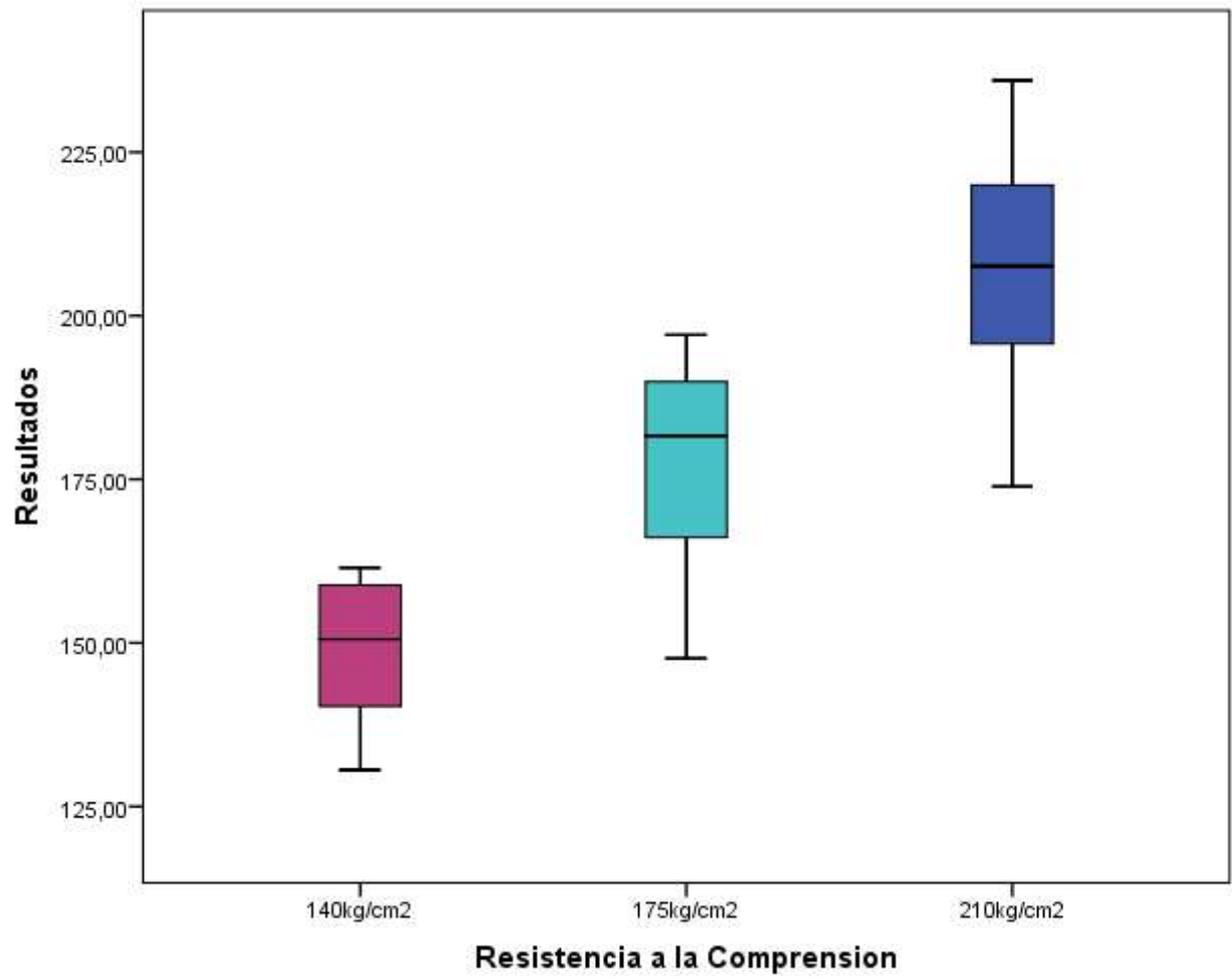
Sin embargo el Análisis de Varianza no nos permite determinar cual es el tratamiento con el mayor aumento de promedio. Para ello se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples como la prueba Duncan para el factor B.

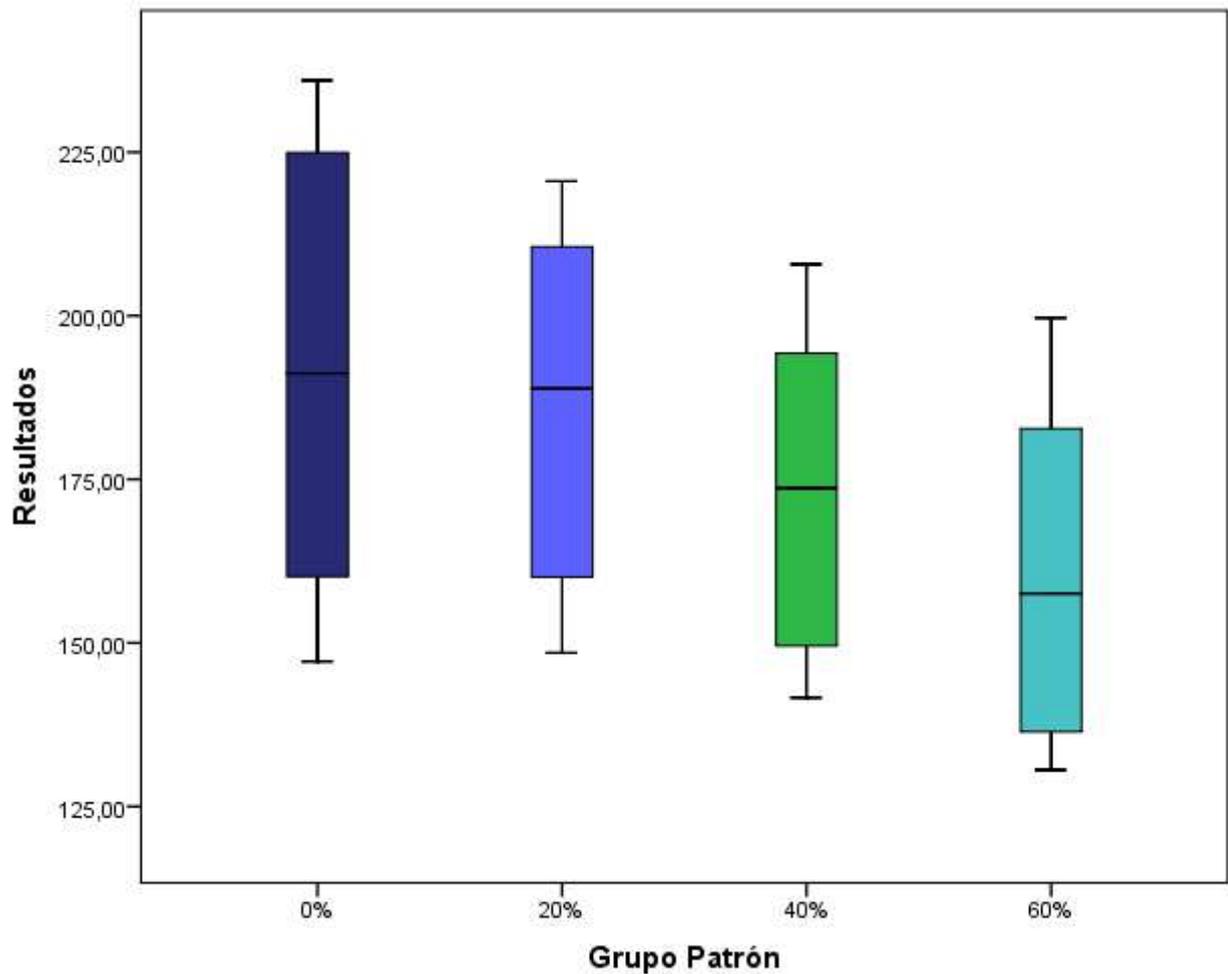
Prueba de comparaciones Múltiples para el factor B

Duncan	Media	N	Resistencia a la comprensión
A	207,6023	40	210 kg/cm ²
B	177,8345	40	175 kg/cm ²
C	149,4537	40	140 kg/cm ²

La Prueba de Duncan se presenta en forma vertical. El que los tratamientos tengan las mismas letras implica que no existen diferencias significativas entre ellos y por tanto se puede unir mediante una línea, como se presenta a continuación, en donde los tratamientos son ordenados en forma ascendente de acuerdo al puntaje promedio.

Para un $\alpha = 0.05$ se puede concluir que entre los aumentos de puntaje promedio obtenidos con los tratamientos, de la resistencia de la comprensión, existen diferencias cuando se presentan entre los aumentos de puntaje promedio obtenidos con los tratamientos de la resistencia a la comprensión. Por lo tanto del grafico se puede concluir que el puntaje promedio obtenido con 210 kg/cm² es el mayor con relación a los demás.





1.21 Prueba de Hipótesis General

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): El uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso tendría efectos significativos de acuerdo a la proporción en el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017.

Hipótesis alterna (H_1): El uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso tendría efectos significativos de acuerdo a la proporción en el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

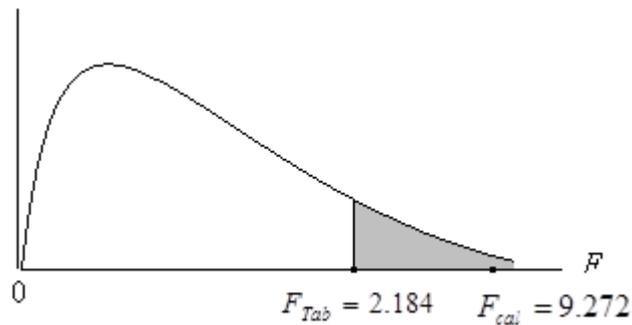
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,6,108} = 2.184$$



5. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 9.272$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio del uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso tiene efectos significativos y positivos de acuerdo a la proporción en el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017, durante el proceso experimentación.

1.21.1 Prueba de Hipótesis Especifica uno

1. Hipótesis

Hipótesis nula (Ho): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso no tendría efectos

altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

Hipótesis alterna (H_1): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso tendría efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

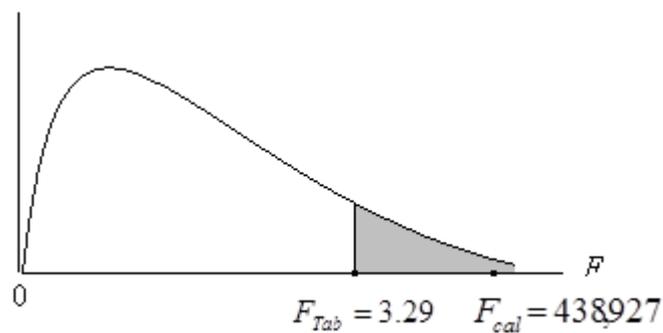
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95, 2, 27} = 3.29$$



5. Cálculos

Tabla N° 46. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	2	14964,961	7482,480	438,927 **
Error Experimental	27	460,275	17,047	
Total	29	15425,236		

Fuente: Elaboración Propia

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 438,927$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de el uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso tiene efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas, durante el proceso experimentación.

1.21.2 Prueba de Hipótesis Especifica dos

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 40% como agregado grueso no tendría efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

Hipótesis alterna (H₁): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 40% como agregado grueso tendría efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

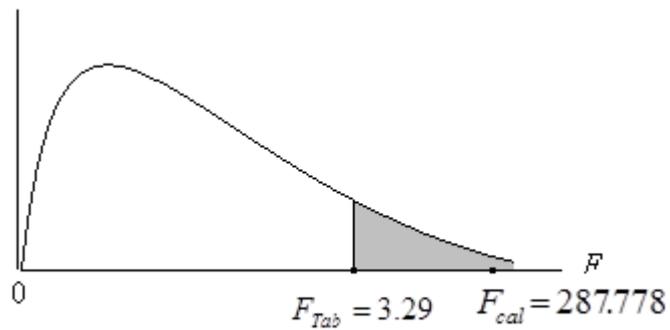
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,2,27} = 3.29$$



5. Cálculos

Tabla N° 47. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 40% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	2	14352,520	7176,260	287,778 **
Error Experimental	27	673,294	24,937	

Total	29	15025,814		
-------	----	-----------	--	--

Fuente: Elaboración Propia

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 287.778$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de el uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 40% como agregado grueso tiene efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas, durante el proceso experimentación.

1.21.3 Prueba de Hipótesis Especifica tres

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 60% como agregado grueso no tendría efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

Hipótesis alterna (H₁): El uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 60% como agregado grueso tendría efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas.

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

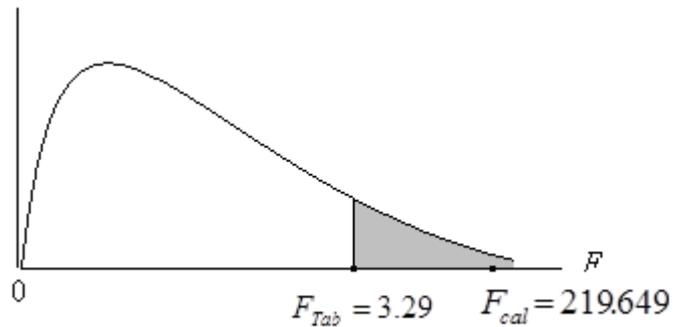
3. Estadístico de Prueba

$$F = \frac{CMT}{CME} \text{ Que se distribuye según } F(k-1, n-k)$$

4. Región Crítica

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0,95,2,27} = 3.29$$



1.22 Cálculos

Tabla N° 48. Análisis de Varianza para la evaluación de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 60% como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto de pistas y veredas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc
Tratamiento	2	14758,152	7379,076	219,649 **
Error Experimental	27	907,060	33,595	
Total	29	15665,212		

Fuente: Elaboración Propia

5. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5% $F_{cal} = 219.649$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de el uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 60% como agregado grueso tiene efectos altamente significativos en el diseño de

mezcla de concreto a la edad de 28 días de pistas y veredas, durante el proceso experimentación.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que, el agregado reciclado procedente de concretos rígidos presenta ciertas cualidades inferiores al agregado grueso natural y de acuerdo a los resultados de ensayos que se realizaron a los mismos, se afirma que este tiene una calidad adecuada para producir concreto, sin embargo, su uso en proporciones mayores a 20% del grueso es riesgoso, ya que tiende a disminuir considerablemente su resistencia a compresión. Las propiedades del concreto fresco de los grupos patrón y experimentales resultaron ser similares con resultados dentro de los límites recomendados. Se verificó, también, que el concreto incorporado con árido reciclado es más liviano que el concreto convencional. Hasta la resistencia de $f'c=140\text{kg/cm}^2$.

SEGUNDA. Las propiedades del concreto fresco han demostrado ser similares en los grupos patrón y experimentales. El asentamiento, con algunas excepciones, se ha cumplido para todas las condiciones. Ninguno de los grupos ha excedido el volumen exudado máximo que se recomienda sea el 2% del agua utilizada para la mezcla.

TERCERA. Se verificó que para la resistencia de 140kg/cm^2 , el agregado reciclado puede ser utilizado hasta en un 20% del agregado grueso, se estima que los concretos de baja resistencia alcanzaron mejores resultados debido al coeficiente que se le suma al $f'c$ para obtener el $f'cr$ que es más significativo en estos concretos. En general se afirma que el árido reciclado puede usarse hasta en un 20%, sin provocar deficiencias en la resistencia $f'c$ 140kg/cm^2 de diseño del concreto .

RECOMENDACIONES

PRIMERO. Se recomienda a las autoridades del sector de obras civiles que el puntaje demuestra es óptimo el uso de concreto rígido reciclado hasta en 20% del agregado grueso para la dosificación y la resistencia requerida del concreto hasta una resistencia de 140kg/cm². Asimismo, a los profesionales y técnicos operadores en obras civiles que el uso concreto rígido reciclado hasta en 20% como un agregado e para el diseño de mezcla es positivo en la resistencia del concreto.

SEGUNDA: También a los pobladores y trabadores que el uso concreto rígido reciclado hasta en 20% del agregado grueso para la dosificación puede ser de gran utilidad como agregados y no acudir a otros agregados que requiere de un presupuesto mayor. en el distrito de Sandía – Puno.

TERCERA: De la misma forma invoco a profundizar el estudio en otros contextos y nuevos parámetros de análisis dentro de la ingeniería.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ABANTO CASTILLO, F. (1995). Tecnología del concreto. Lima: San Marcos.
- CANTILLO MAITA, R. A. (2012). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA ARENA. Sartenejas, Venezuela.
- CRUZ GARCÍA., J. A., & VELÁZQUEZ YÁÑEZ., R. (2004). C O N C R E T O R E C I C L A D O. Mexico.
- DIAZ FERREIRA, J. S. (2009). Aprovechamiento de escombros como agregados no convencionales en mezclas de concreto. Bucaramanga, Bolivia: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga - Escuela de Ingenierías y Administración, Facultad de Ingeniería Civil.
- ESTUARDO M., G. A. (2012). Edística y Probabilidades. Santiago: Universidad católica de la santísima concepción.
- FERNÁNDEZ Y NAVAS. (2008). Contenidos De Cemento (Pasta) En Las Mezclas Y Permitía Reciclar Escombro. Sevilla, España.
- GARCÍA CALDERÓN, J. (2010). Determinacion de la correlación entre el Módulo de Rotura y la Resistencia a la Compresión del Concreto. Bucaramanga:. Bolivia: Tesis Universidad Pontificia Bolivariana.
- MTC. (2000). Manual de Ensayo de Materiales. Lima, Perú: ICG.
- MTC, E. (2000). Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima: ICG.
- NEVILLE , A. M., & BROOKS, J. J. (1997). TECNOLOGÍA Y CONCRETO. ASOCRETO.
- PASQUEL CARBAJAL, E. N. (1999). TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

RÍOS GONZÁLEZ, E. (2011). Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico”. Xalapa Enríquez, Veracruz, Mexico.

RIVVA LOPEZ, E. (2010). Diseño de mezclas. Lima: I.C.G.

RUELAS PAREDES , E. C. (2015). Uso De Concreto Rígido Reciclado De La Ciudad De Puno, Como Agregado Grueso Para La Producción De Concreto. Puno, Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, Facultad De Ingeniería Civil Y Arquitectura, Escuela Profesional De Ingeniería Civil.

UNAM. (1994). Manual de tecnología del concreto Sección 1. México D.F.: Limusa.

UNAM. (1994). Manual de tecnología del concreto Sección 2. México D.F.: Noriega.

ZAPATA COACALLA, T. (2007). Efecto del cemento puzolánico IP y acelerante de fragua, en un concreto expuesto a clima híbrido en su resistencia final de diseño. Puno: UNAP.

ANEXOS

ANEXO N° 01

CERTIFICACIONES DE ENSAYOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU**

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS
CANTERA : RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

AGREGADO GRUESO

Nro. Tara	P - 22	B - 11	V - 12
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.22	318.35	255.71
Peso de Tara + M. seca	261.6	314.26	250.35
Peso de Muestra Seca	235.31	286.47	222.77
Peso del agua	2.62	4.09	5.36
Contenido de humedad W%	1.12	1.44	2.45
Promedio contenido de Humedad W%	1.67%		

AGREGADO FINO

Nro. Tara	A-13	A-14	A-15
Peso de Tara	30.84	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	273.20	270.36	297.72
Peso de Tara + M. seca	268.00	265.44	292.17
Peso de Muestra Seca	237.16	234.38	259.90
Peso del agua	5.20	4.92	5.55
Contenido de humedad W%	2.19	2.10	2.14
Promedio contenido de Humedad W%	2.14		

AGREGADO RECICLADO

Nro. Tara	A - 1	P - 02	J - 10
Peso de Tara	30.85	31.06	32.27
Peso de Tara + M. Húmeda	262.51	298.62	286.9
Peso de Tara + M. seca	256.37	290.61	280.62
Peso de Muestra Seca	225.52	259.55	248.35
Peso del agua	6.14	8.01	6.28
Contenido de humedad W%	2.72	3.09	2.53
Promedio contenido de Humedad W%	2.78%		

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Canuapaza Velarde
Edilberto Canuapaza Velarde
INGENIERO CIVIL CIP 84573
E. GEOTECNIA

**LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA (INDECOPI) HOMÓLOGO A LA
NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS
MUESTRA : AGREGADOS
CANtera : RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

I.- DATOS

1	PESO DEL PICNOMETRO	388.60
2	PESO DEL ENRASADOR	164.62
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	498.95
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1353.54
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1627.46
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	489.51

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $6/(4+3-5)$	2.18
	Promedio	2.18
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. $(3/(4+3-5))$	2.22
	Promedio	2.22
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $6/(4+6-5)$	2.27
	Promedio	2.27
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((3-6)/6)*100$	1.93
	Promedio	1.93

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.15
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5987.45
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3683.04

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((2-1)/1)*100$	1.86



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edilberto Cahuapaza Velarde
 INGENIERO CIVIL CIP 84573
 E GEOTECNIA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU**

PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS
MUESTRA : AGREGADOS
CANTERA : RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 20% DE A.R.

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5732.46
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5863.54
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3692.84

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.64
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.70
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.81
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	2.29

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 40% DE A.R.

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5692
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5886.56
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.58
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.67
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.83
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	3.42

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 60% DE A.R.

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5716.5
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5918.62
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.56
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.65
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.81
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	3.54



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVA **ASTM D 1557 (2011)** HOMÓLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

[Signature]
INGENIERO CIVIL (CIP 84573)
E. GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

PESO ESPECÍFICO UNITARIO

PROYECTO : TESIS **MUESTRA:** AGREGADOS
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS **CANTERA:** RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18720.000	18715.000	18820.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	8705.000	8700.000	8805.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.5660	1.565	1.584
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1571		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1538		

AGREGADO GRUESO
PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	17385.000	17305.000	17255.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	7370.000	7290.000	7240.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.326	1.311	1.302
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1313		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1306		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr.	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm ³	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M ³	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M ³	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M ³	1482		



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Ediberto Cahuapaza Velarde
INGENIERO CIVIL CIP. 84573
E. GEOTECNIA

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA (INDECOPI) HOMÓLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)



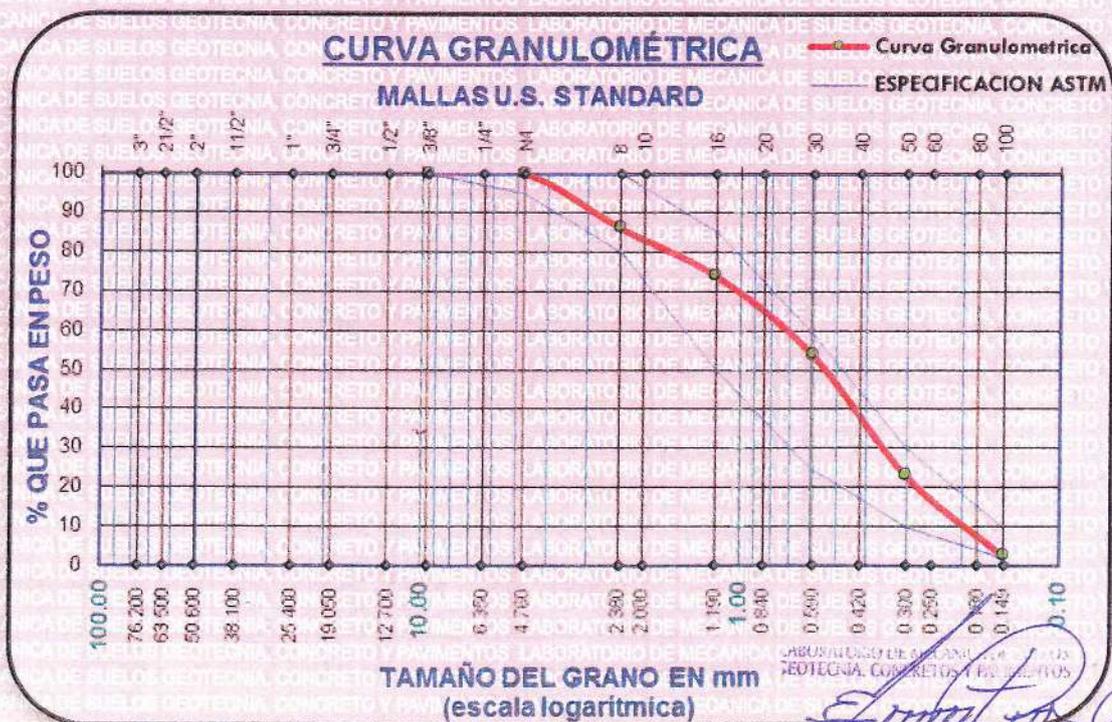
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812

JR. LOS NARANJOS N° 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D4318 - D 427 - D2487)**

PROYECTO : TESIS **MUESTRA:** AGREGADO FINO
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS **CANTERA:** RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: N° 4
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.500						P.S. 2316.60 kg
2"	50.800						P.L. 2315.69 kg
1 1/2"	38.100						% FINOS 0.00 %
1"	25.400						Contenido de Humedad: 2.14
3/4"	19.050						Peso Unif. Suelto: 1474 kg/m ³
1/2"	12.700						Peso Unif. Compactado: 1538 kg/m ³
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.20 Cu= 3.80 D30= 0.37 Cc= 0.85 D60= 0.77
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
N° 8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21	80 100	
N° 10	2.000						MODULO DE FINEZA: 2.60
N° 16	1.190	282.74	12.20	26.00	74.00	50 85	
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89	25 60	
N° 40	0.420						OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 - m ax 3.35
N° 50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	471.62	20.36	97.30	2.70	2 10	
N° 200	0.074	62.41	2.69	100.00	0.00		
BASE		0.08	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		2316.60	100.00				
% PERDIDA							



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA (NDE 010) HOMÓLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)

Edilberto Canchabaza Velarde
 INGENIERO EN GEOTECNIA



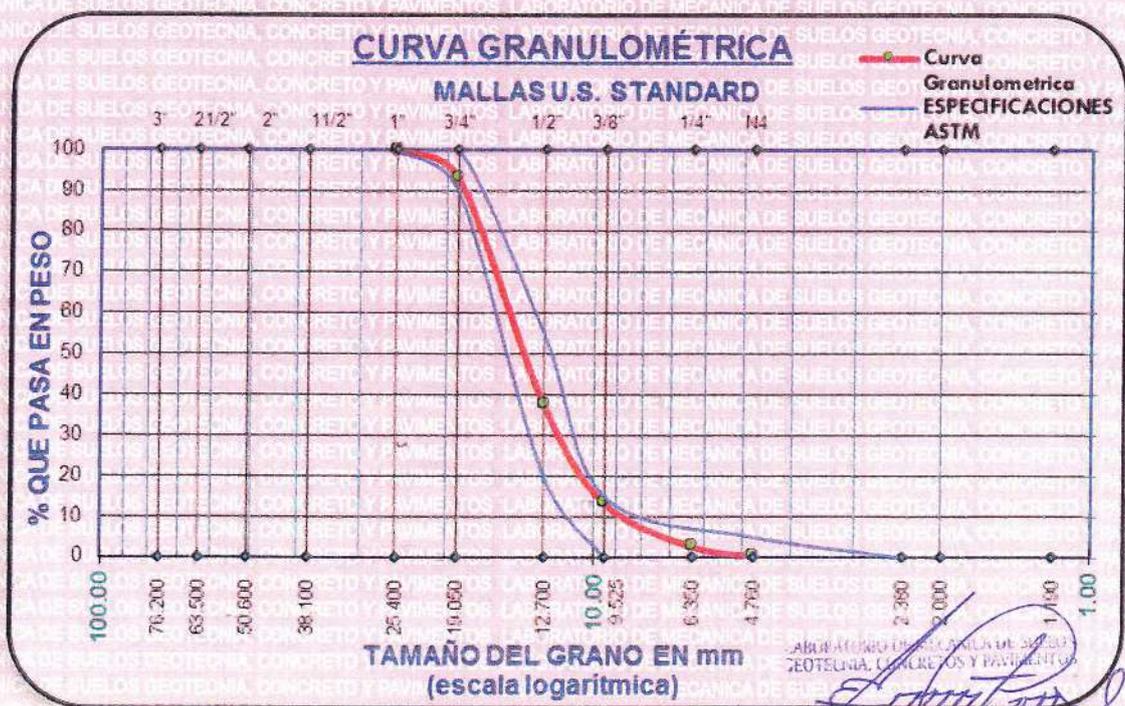
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812

JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D4318 - D 427 - D2487)

PROYECTO : TESIS **MUESTRA:** AGREGADO GRUESO
SOLICITADOR POR : BACH. LEONCIO GUILLEN SALAS **CANTERA:** RIO
FECHA : OCTUBRE 2016

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1ª ASTM C-33-6	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.M. 6473.16 kg
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Contenido de Humedad: 1.67
3/4"	19.050	1854.62	29.21	29.21	70.79	90 100	Peso Unif. Suelto: 1306 kg/m ³
1/2"	12.700	1556.92	24.52	53.73	46.27	20 55	Peso Unif. Compactado: 1482 kg/m ³
3/8"	9.525	921.2	14.51	68.23	31.77	0 15	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 8.53 Cu= 1.79 D30= 11.70 Cc= 1.05 D60= 15.26 MODULO DE FINEZA: 6.93 OBSERVACIONES:
1/4"	6.350	1445.6	22.77	91.00	9.00		
Nº 4	4.760	469.82	7.40	98.40	1.60	0 5	
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
BASE		225	3.54	100.00	0.00		
TOTAL		6473.16	100.00				
% PERDIDA		6.84					



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edilberto Canuapaza Velarde
 INGENIERO CIVIL (RUC: 84573)

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA Y HOMÓLOGA A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2017.
 SOLICITADO POR : Tesista – LEONCIO GUILLEN SALAS
 PROYECTO : TESIS
 MUESTRA : Briquetas de concreto.



Nº de Ensayo	REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDA D (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm ²)	REST. DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm ²)	% de Resistencia
1	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.19	81.55	140	12900	158.18	112.99
2	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.16	81.07	140	12890	158.99	113.57
3	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.22	82.03	140	12860	156.77	111.98
4	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.20	81.71	140	12880	157.63	112.59
5	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.15	80.91	140	12855	158.87	113.48
6	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.19	81.55	140	12810	157.08	112.20
7	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.16	81.07	175	15600	192.42	109.95
8	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.22	82.03	175	15580	189.92	108.53
9	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.17	81.23	175	15800	194.50	111.14
10	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.23	82.19	175	14950	181.89	103.94
11	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.18	81.39	175	15400	189.21	108.12
12	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.20	81.71	175	15520	189.93	108.53
13	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.18	81.39	210	17500	215.01	102.38
14	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.16	81.07	210	17520	216.10	102.91
15	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.21	81.87	210	17450	213.13	101.49
16	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.20	81.71	210	17180	210.25	100.12
17	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.17	81.23	210	17230	212.11	101.00
18	CONCRETO NORMAL	TESIS	28/11/2016	26/12/2016	28	10.24	82.35	210	17480	212.25	101.07

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahua
 Edilberto Cahua paza Velarde
 INGENIERO CIVIL CIP 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA (INDECOP) HOMÓLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS N° 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU**

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2017.
SOLICITADO POR : Tesista – LEONCIO GUILLEN SALAS
PROYECTO : TESIS
MUESTRA : Briquetas de concreto.



N° de Ensayo	REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm ²)	REST. DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm ²)	% de Resistencia
1	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.22	82.03	140	12890	157.13	112.24
2	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.18	81.39	140	12945	159.04	113.60
3	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.23	82.19	140	12930	157.31	112.36
4	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.16	81.07	140	12890	158.99	113.57
5	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.26	82.68	140	12930	156.39	111.71
6	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.22	82.03	140	12980	158.23	113.02
7	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.18	81.39	175	15450	189.82	108.47
8	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.24	82.35	175	15590	189.30	108.17
9	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.28	83.00	175	15580	187.71	107.26
10	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.27	82.84	175	15610	188.44	107.68
11	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.21	81.87	175	15410	188.22	107.55
12	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.18	81.39	175	15520	190.68	108.96
13	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.26	82.68	210	17510	211.79	100.85
14	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.24	82.35	210	17560	213.22	101.53
15	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.34	83.97	210	17460	207.93	99.01
16	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.24	82.35	210	17620	213.95	101.88
17	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.21	81.87	210	17630	215.33	102.54
18	20% agregado reciclado	TESIS	30/11/2016	28/12/2016	28	10.24	82.35	210	17460	212.01	100.96

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA Y EQUIVALENTE A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)

Edilberto Cahuapaza Velarde
INGENIERO CIVIL - CIP 84573
E GEOTECNIA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU**

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.

FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2017.
SOLICITADO POR : Tesista – LEONCIO GUILLEN SALAS
PROYECTO : TESIS
MUESTRA : Briquetas de concreto.



Nº de Ensayo	REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm ²)	REST. DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm ²)	% de Resistencia
1	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.18	81.39	140	12030	147.80	105.57
2	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.15	80.91	140	11980	148.06	105.76
3	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.21	81.87	140	12080	147.55	105.39
4	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.18	81.39	140	11900	146.20	104.43
5	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.16	81.07	140	12020	148.26	105.90
6	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.22	82.03	140	11960	145.79	104.14
7	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.21	81.87	175	14360	175.39	100.22
8	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.23	82.19	175	14290	173.86	99.35
9	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.26	82.68	175	14170	171.39	97.94
10	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.22	82.03	175	14320	174.56	99.75
11	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.18	81.39	175	13990	171.88	98.22
12	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.20	81.71	175	14530	177.82	101.61
13	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.17	81.23	210	16840	207.31	98.72
14	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.22	82.03	210	15930	194.19	92.47
15	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.23	82.19	210	16480	200.50	95.48
16	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.20	81.71	210	15990	195.69	93.18
17	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.24	82.35	210	16430	199.50	95.00
18	40% de agregado reciclado	TESIS	01/12/2016	29/12/2016	28	10.18	81.39	210	16920	207.88	98.99

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA Y EQUIVALENTE HOMÓLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Caballero Velásquez
 INGENIERO CIVIL CIP 84572
 E GEOTECNIA



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS LMS. RUC: 10024304812
JR. LOS NARANJOS Nº 120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU**

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE DE BRIQUETAS DE CONCRETO.



FECHA DE EMISIÓN : 12/01/2017.
SOLICITADO POR : Tesista – LEONCIO GUILLEN SALAS
PROYECTO : TESIS
MUESTRA : Briquetas de concreto.

Nº de Ensayo	REGISTRO DE PROBETA	ELEMENTO	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	PROMEDIO DIAMETRO (cm)	AREA DE BRIQUETA (cm ²)	REST. DISEÑO (kg/cm ²)	LECTURA DEL DIAL (Kg-f)	RESISTENCIA CONCRETO (Kg-f/cm ²)	% de Resistencia
1	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.23	82.19	140	10960	133.34	95.24
2	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.28	83.00	140	11290	136.02	97.16
3	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.21	81.87	140	11320	138.26	98.76
4	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.20	81.71	140	10860	132.90	94.93
5	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.22	82.03	140	11400	138.97	99.26
6	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.24	82.35	140	10860	131.87	94.19
7	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.28	83.00	175	13120	158.07	90.33
8	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.18	81.39	175	12610	154.93	88.53
9	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.23	82.19	175	12990	158.04	90.31
10	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.26	82.68	175	11980	144.90	82.80
11	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.18	81.39	175	13240	162.67	92.95
12	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.23	82.19	175	12985	157.98	90.27
13	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.17	81.23	210	14620	179.98	85.70
14	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.22	82.03	210	15930	194.19	92.47
15	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.23	82.19	210	15020	182.74	87.02
16	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.21	81.87	210	15860	193.71	92.24
17	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.13	80.60	210	15700	194.80	92.76
18	60% de agregado reciclado	TESIS	02/12/2016	30/12/2016	28	10.17	81.23	210	15180	186.87	88.99

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN LO RECOMENDADO EN LA NORMATIVIDAD PERUANA INDECOPH-HOMOLOGO A LA NORMATIVIDAD AMERICANA (ASTM)


 Edilberto Oahuapaza Velarde
 INGENIERO CIVIL CIP 84573
 E GEOTECNIA

Anexo N° 03
Matriz de consistencia

USO DE CONCRETO RIGIDO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO PARA DISEÑO DE CONCRETO DE OBRAS CIVILES DE PISTAS Y VEREDAS SANDIA 2017

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General ¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017?</p> <p>Problemas Secundarios ¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p> <p>¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 175Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p> <p>¿Cuál es el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 210Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p>	<p>Objetivos General Determinar el efecto de uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso para el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017.</p> <p>Objetivo Especifico Establecer el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p> <p>Analizar el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 175Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p> <p>analizar el efecto de uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones como agregado grueso en el diseño de mezcla de concreto a 210Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas?</p>	<p>Hipótesis General El uso de concreto rígido reciclado como agregado grueso tiene efectos significativos de acuerdo a la proporción en el diseño de mezcla de concreto de obras civiles de pistas y veredas, Sandía 2017.</p> <p>Hipótesis Secundarias EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones menores a 20% como agregado grueso tiene efectos altamente significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas. EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones 40% como agregado grueso tiene efectos significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas EL uso de concreto rígido reciclado en diferentes proporciones 60 % a más como agregado grueso tiene efectos poco significativos en el diseño de mezcla de concreto a 140Kg/cm² a la edad de 28 días de pistas y veredas</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (x) Concreto rígido reciclado</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (y) Diseño de mezcla de concreto</p>	<p>Materiales</p> <p>Especificaciones técnicas</p> <p>Diseño de agregado grueso</p> <p>Resistencia a 140kg/cm</p> <p>Resistencia a 175kg/cm²</p> <p>Resistencia a 210kg/cm²</p>	<p>Arena fina Arena gruesa Cemento otros</p> <p>Norma técnica Norma técnica Norma técnica</p> <p>20% 40% 60%</p> <p>Menores a 20% 40% 60% a más</p> <p>Menores a 20% 40% 60% a más</p> <p>Menores a 20% 40% 60% a más</p>	<p>TIPO: Cuantitativa, aplicada</p> <p>NIVEL: Experimental</p> <p>DISEÑO: Experimental, transversal factorial</p> <p>METODO: deductivo analítico -sintético</p> <p>POBLACIÓN: La población está constituida por 90 briquetas (testimonios) muestra de concreto.</p> <p>MUESTRA: La muestra de estudio está constituida por 10 briquetas (testimonios) que son muestra de diseño de mezcla del concreto para pistas y veredas.</p> <p>TÉCNICAS: Ensayo Observación</p> <p>INSTRUMENTOS: Certificaciones Guía de observación</p> <p>PROCEDIMIENTO DE ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS: Análisis factorial</p> <p>Anova</p>