

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



TESIS

**EFFECTOS DE LOS COBERTORES ORGÁNICOS EN EL
PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN
EPOCAS DE HELADA EN LA CIUDAD**

PUNO - 2015

Presentado por

Bach. Edgar MALDONADO CHAMBI

JULIACA – PERÚ

2015

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



TESIS

**EFFECTOS DE LOS COBERTORES ORGÁNICOS EN EL
PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN
EPOCAS DE HELADA EN LA CIUDAD
PUNO - 2015**

Presentado por

Bach. Edgar MALDONADO CHAMBI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FAECULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Bach. Edgar MALDONADO CHAMBI

EFFECTOS DE LOS COBERTORES ORGÁNICOS EN EL
PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN
EPOCAS DE HELADA EN LA CIUDAD
PUNO - 2015

Esta tesis fue evaluada y aprobada por la obtención del
título de Ingeniero Civil en la Universidad Alas Peruanas

.....
Dr. Víctor M. LIMA CONDORI

.....
Ing. Juan VARGAS RAMOS

.....
Ing. Daniel QUISPE MAMANI

Juliaca, Perú
2015

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis al padre celestial por ser mi guía y quien ha estado a mi lado en todo momento dándome la fortaleza para llegar a la meta.

A mis padres y hermanas que con su amor y comprensión han sido un apoyo constante en este proceso, haciendo posible la culminación satisfactoria de la misma.

En especial a mi esposa e hijos por su apoyo incondicional porque ellos son ejemplo para que uno con sufrimiento, empeño y perseverancia consiga su objetivo y gracias a su paciencia y humildad me llevo hacia el camino de mi profesión.

AGRADECIMIENTO

A las autoridades, colegas, docentes y personal administrativo de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas Filial – Juliaca, para ellos mi profundo agradecimiento y reconocimiento.

A los Docentes y Asesores, quienes con su amplia experiencia y trayectoria en su ejercicio profesional, dieron una valiosa contribución en el desarrollo de este trabajo. A él en nombre de mi familia y el mío propio, el más grande de los agradecimientos y reconocimiento, por haber hecho realidad este sueño que desde un inicio parecía, imposible, por las innumerables dificultades y haber tenido la paciencia de convertirlas en retos.

A mis familiares que han contribuido con su apoyo moral que me impulsaron a seguir adelante y lograr la realización del objetivo y la meta trazada al asumir este reto.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la contribución de los cobertores orgánicos en el proceso de fraguado del concreto en épocas de heladas en el distrito de Puno – Puno - 2015. Asimismo; conocer la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado, resistencia y durabilidad de agregado de concreto de construcción en épocas de helada. **Métodos y materiales; tipo cuantitativo, aplicado y experimental, el método deductivo, con el diseño factorial y una muestra de 1.25 m², el experimento del uso del concreto, y el diseño de mezcla se hizo para las estructuras de losas y pavimentos, que fue realizado en el Jr. 5 de abril N° 114 del Distrito de Puno, con ensayos y certificaciones para el recojo de datos.**

Resultados nos demuestran lo siguiente; Los cobertores orgánicos de nuestra zona como el estiércol, por sus características y accesibilidad son los para emplearse durante el curado y el proceso del concreto fresco, ya que con estos productos se logró mantener una temperatura constante en el concreto, concluimos que los puntajes promedio de los métodos de cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada es diferente entre cada uno de los métodos de cobertores en el distrito de Puno. Asimismo, los cobertores orgánicos utilizados del altiplano tienen magníficos aislantes térmicos debido, concluimos que los puntajes de los métodos de los cobertores orgánicos tiene una contribución directa y significativa en la resistencia del concreto en el distrito de Puno en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada, a un nivel de significación del 5%. Finalmente, protegen óptimamente dándole impermeabilidad durante el fraguado por ello su contribución significativa a la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado debido a que difieren significativamente el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie y con los cobertores en construcciones en épocas de helada. A nivel de significancia del 5%.

Se arriba a la **conclusión** que los cobertores orgánicos la paja y guano tendrían una contribución significativa porque concluimos que los puntajes

promedio de los métodos de cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada es diferente entre cada uno de los métodos de cobertores en el distrito de Puno durante el proceso de ensayo en el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno, a un nivel de significación del 5%.

Palabras clave: cobertores orgánicos, fraguado de cemento, época de helada

ABSTRACT

This research aims to determine the contribution of organic blankets in the process of setting of concrete in freezing weather in the district of Puno - Puno - 2015. Also; know the contribution of organic coverlets in time of the setting process, strength and durability of concrete aggregate construction in times of frost. Methods and materials; quantitative, applied and experimental, deductive method with factorial design and a sample of 1.25m², the experiment of the use of concrete in building structures and pavements will be held on April 5th Jr. No. 114 Puno District with testing and certification for the gathering of data.

Results show us the following; Organic blankets in our area such as manure, by their nature and accessibility are to be used during curing and processing of fresh concrete, because with these products being able to maintain a constant temperature in the concrete, we conclude that the average scores coverlets organic methods in time of the setting process of concrete in freezing times is different between each of the covers in the methods Puno district. Also, organic blankets used the altiplano have thermal insulation magnificent because we conclude that the scores of the methods of organic blankets has a direct and significant contribution to the strength of concrete in the district of Puno in the setting process under construction times of frost, a level of significance of 5% .Finally, protect optimally giving impermeability during setting therefore their significant durability of the aggregates in the process setting contributions due to significantly different process setting concrete against weather and with the covers in buildings in times of frost. A significance level of 5%.

It is up to the conclusion that organic blankets straw and guano would have a significant contribution because we conclude that the mean scores of the methods of organic blankets at the time of the setting process concrete in times of frost is different between each of the methods of blankets in the district

of Puno during the testing process in the concrete curing process in times of frost in the Puno district, - at a level of significance of 5%,

Keywords: organic blankets, setting cement, frost season

ÍNDICE

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	viii
ÍNDICE	x
INDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE IMAGEN.....	xvi
ÍNDICE DE SÍMBOLOS	xviii
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I.....	21
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	21
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.2.1 Delimitación Espacial.....	23
1.2.2 Delimitación Temporal.....	23
1.2.3 Delimitación Social/Conductual.....	23
1.2.4 Delimitación Conceptual	24
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.....	24
1.3.1 Problema General.....	24
1.3.2 Problemas Específicos.....	24
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
1.4.1 Objetivo General.....	25
1.4.2 Objetivos Específicos.....	25

1.5	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
1.5.1	Hipótesis General.....	25
1.5.2	Hipótesis Específicas	25
1.6	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
1.6.1	Variable independiente.....	26
1.6.2	Variables dependientes.....	26
1.6.3	Operacionalización de Variables	26
1.7	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.7.1	Tipo y nivel de Investigación	27
1.7.2	Diseños y métodos de Investigación	27
1.8	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
1.8.1	Población.....	28
1.8.2	Muestra.	28
1.9	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	29
1.9.1	Técnicas.....	29
1.9.2	Instrumentos.....	29
1.10	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	29
	CAPÍTULO II.....	31
	MARCO TEÓRICO	31
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.2.	BASES TEORICAS.....	31
2.2.1.	Cobertores orgánicos	31
2.2.2.	Estiércol.....	43
2.2.3.	Fraguado del concreto.....	46
2.2.4.	Agua en el Concreto.....	70
2.2.5.	Agregados para el concreto	73
2.3.	Términos relacionados con su composición o naturaleza	99

CAPÍTULO III	104
PROPUESTA TÉCNICA DE COBERTORES ORGANICOS.....	104
3.1. Métodos de diseño de mezclas	104
3.1.1. Introducción	104
3.1.2. Definición.....	105
3.1.3. Consideraciones y/o criterios para el diseño de las mezclas	105
3.1.4. Secuencias de los principales métodos de diseños de mezclas:	115
3.2. Aspectos generales del curado.	122
3.2.1. La norma técnica peruana NTP.....	123
3.2.2. Materiales para concreto	125
3.2.3. Cemento.....	125
3.2.4. Agregados Naturales.....	126
3.2.5. Resultados Finales.....	138
CAPÍTULO IV.....	151
PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	151
4.1. DiseÑo de mezclas	151
4.1.1. Método de diseño de mezcla.....	151
4.1.2. Secuencia de diseño de mezcla para el concreto patrón.	152
4.1.3. Interpretación Análisis de los diseños de mezclas y gráficos Estadísticos.....	178
4.2. Proceso constructivo para el experimento.	182
4.2.1. Curado con guano de corral.	185
4.2.2. Curado con paja o Ichu (Intemperie).	186
4.3. EVALUACIÓN DE LAS TEMPERATURAS EN EL PRESENTE AÑO..	187
4.4. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DE LOSAS CURADAS.	188
4.4.1. Resultados de Esfuerzo a Compresión.	189
4.4.2. Equipo de esclerómetro.....	190

4.4.3. Losas (Ensayada con esclerómetro)	192
4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS.	196
CONCLUSIONES	204
RECOMENDACIONES	205
FUENTES DE INFORMACIÓN	206
ANEXOS	208

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Compuestos para el calor de Hidratación del Cemento	53
Tabla 2: Empresas de cemento en el Perú	66
Tabla 3: Requisitos Físicos del Cemento Portland	67
Tabla 4: Requisitos Químicos del Cemento Portland	67
Tabla 5: Porcentaje de resistencia de los diferentes tipos de cemento	68
Tabla 6: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088	72
Tabla 7: Requisitos granulométricos para el agregado grueso.	96
Tabla 8: Sustancias dañinas.	97
Tabla 9: Granulometría del agregado global.	98
Tabla 10: Factor de Corrección	108
Tabla 11: Resistencia a la Compresión Promedio	109
Tabla 12: Asentamiento	110
Tabla 13 : Aire Atrapado %	110
Tabla 14: Aire Atrapado en condiciones suave, moderada y severa	111
Tabla 15: Volumen Unitario de Agua	112
Tabla 16: Relación agua-cemento por Resistencia	112
Tabla 17: Relación Agua-Cemento por Durabilidad. Concreto expuesto a soluciones de sulfatos	113
Tabla 18: Volumen de Agregado Grueso por Unidad es de Volumen de Concreto	113
Tabla 19: Granulometria de agregado fino	133
Tabla 20: Peso específico de masa seca	136
Tabla 21: Porcentaje de Absorción	137
Tabla 22: Contenido de Humedad	138
Tabla 23: PUS	142
Tabla 24: granulometría del agregado grueso	144
Tabla 25: Peso específico y absorción de agregado grueso.	147
Tabla 27: Contenido de humedad del agregado grueso.	148
Tabla 28: Peso unitario suelto y compactado del agregado.	149
Tabla 29: Concreto patrón rotura a los 7 días.	158

Tabla 30: Resistencia promedio de las pruebas.	159
Tabla 31: Cálculo del peso unitario compactado (P.U.C.)	160
Tabla 32: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba.	162
Tabla 33: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba.	162
Tabla 34: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba	163
Tabla 35: Resultados de la resistencia de pruebas.	165
Tabla 36: Resistencia a la compresión para $a/c = 0.45$	166
Tabla 37: Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422) ensayos estándar de clasificación norma DIN.	169
Tabla 38: Datos generales para el diseño de mezcla	170
Tabla 39: Comparación de Materiales en un Concreto Normal.	179
Tabla 40: Temperaturas en el mes de junio del año 2015 a una altura de 3895 m.s.n.m.	188
Tabla 41: Sistematización de los datos y resultados.	195
Tabla 42: Análisis de Varianza para los datos de cobertores orgánicos del distrito de Puno en el año 2015	197
Tabla 43: Diferencia de Medias para el Puntaje Promedio del proceso de cobertores orgánicos	197
Tabla 44: Análisis de Varianza para los datos durante el proceso de ensayo de los cobertores orgánicos en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada	199
Tabla 45: Diferencia de Medias para el Puntaje Promedio del proceso de ensayo de cobertores orgánicos en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada	200

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen 1: Pastizal Chillwa	34
Imagen 2: Chillwa	35
Imagen 3: Pastizales de Crespillo	36
Imagen 4: Pastizales de Ichu	36
Imagen 5: Pastizales de Iru Ichu	37
Imagen 6: Pastizales de Tisña	38
Imagen 7: Césped Puna	38
Imagen 8: Oqhonales.	39
Imagen 9: Pastizales Invasivos	40
Imagen 10: Construcción de vivienda de adobe en proceso.	41
Imagen 11: Puente colgante inca Queswachaca – Provincia de Canas - Cusco.	41
Imagen 12: Construcción de vivienda con balas de paja.	42
Imagen 13: Construcción de vivienda mediante la aplicación del sistema GREB.	42
Imagen 14: Porcentaje de resistencia a la compresión del concreto.	68
Imagen 15: Esquema de Comparación Estadística en Ensayos de Concreto	107
Imagen 16: Presentación del Cemento Yura Tipo IP.	126
Imagen 17: Presentación del Agregado Fino Cantera río Cutimbo.	126
Imagen 18: Presentación del Agregado Grueso cantera río Cutimbo.	127
Imagen 19: Equipos y Laboratorio de Concreto	128
Imagen 20: Herramientas Manuales.	129
Imagen 21: Curva granulométrica de agregado fino	133
Imagen 22: Curva Granulométrica de agregado grueso	144
Imagen 23: Rotura de Testigos	157
Imagen 24: Resistencia promedio de las pruebas.	159
Imagen 25: Peso unitario compactado del agregado global.	161
Imagen 26: Cantidad de agua de diseño	162
Imagen 27: Cantidad de agua de diseño.	163
Imagen 28: Cantidad de agua de diseño	163
Imagen 29: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55.	165
Imagen 30: Resistencia a la compresión para a/c = 0.45	166
Imagen 31: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55 y 0.45	168
Imagen 32: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55 y 0.45	168
Imagen 33: Comparación de Materiales en un Concreto Normal	179
Imagen 34: Diseño Mezcla por el método ACI en %	180
Imagen 35: Diseño Mezcla por el método de Agregado Global en %.	180
Imagen 36: Proceso constructivo de encofrado	182
Imagen 37: Control de temperatura.	183

Imagen 38: Dosificación y colocado de la mezcla.	184
Imagen 39: Curado de concreto fresco con estiércol de corral.	186
Imagen 40: Curado de concreto fresco con paja del altiplano.	187
Imagen 41: Esclerómetro.	192
Imagen 42: Equipo de esclerómetro y la tabla de conversión de lectura.	192
Imagen 43: Resultados con esclerómetro a los 28 días	193

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

F C	: Resistencia especificada a la compresión del concreto
F CR	: Resistencia requerida del concreto para valores iniciales de diseño.
ASTM	: American Society for Testing Materials
ACI	: American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
ASOCEM	: Asociación de Productores de Cemento
AASHTO	: Association of State Highway and Transportation Officials
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma Peruana)
ITINTEC	: Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas.
PUC	: Peso Unitario Compactado
PUS	: Peso Unitario Suelto
NTP	: Norma Técnica Peruana (ahora RNE)

INTRODUCCIÓN

El conocimiento profundo de los materiales que la naturaleza nos ha dado, y de otros transformados a partir de estos es el primer paso para lograr innovaciones tecnológicas constructivas que la condición mundial actual requiere.

Problemas como el agotamiento de los recursos naturales y la mayor demanda de obras civiles en épocas de helada para una población en continuo crecimiento, hacen que cada día se necesiten con más urgencia nuevos materiales y tecnologías en la construcción, para que las viviendas sean más funcionales, seguras y económicas.

El problema de carácter tecnológico está ligado con la relación agua/cemento: es evidente que en condiciones de elevada temperatura la demanda de agua es mucho mayor durante la fabricación y también para la conservación de la consistencia, El otro factor importante que hay que destacar y que explica en términos micro estructurales la falta de capacidad de desarrollo de las resistencias mecánicas a medianas edades (de 7 a 28 días de curado) cuando la temperatura del sistema supera los valores estándar, está ligado a la cinética de las reacciones de hidratación.

El proceso de mezcla el cemento con el agua, se forma una pasta en estado plástico, en el cual la pasta es trabajable y moldeable, después de un tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiere rigidez; es conveniente distinguir entre el fraguado y el endurecimiento, pues este último se refiere a resistencia de una pasta fraguada. El tiempo que transcurre desde el momento que se agrega el agua, hasta que la pasta pierde viscosidad y eleva su temperatura se denomina “tiempo de fraguado inicial”, e indica que la pasta esta semidura y parcialmente hidratada.

Posteriormente la pasta sigue endureciendo hasta que deja de ser deformable con cargas relativamente pequeñas, se vuelve rígida y llega al mínimo de temperatura; el tiempo transcurrido desde que se echa el agua hasta que llega al estado descrito anteriormente se denomina “tiempo de fraguado

final”, e indica que el cemento se encuentra aún más hidratado (no totalmente) y la pasta ya esta dura. A partir de este momento empieza el proceso de endurecimiento y la pasta ya fraguada va adquiriendo resistencia.

La determinación de los tiempos de fraguado es arbitraria y da una idea del tiempo disponible para mezclar, trasportar, colocar, vibrar y apisonar los concretos y morteros de una obra así como el tiempo necesario para transitar sobre ellos y el tiempo para empezar el curado.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar la contribución de los cobertores orgánicos en el proceso de fraguado del concreto en épocas de heladas en el distrito de Puno – Puno - 2015. Asimismo; los propósitos concretos son conocer la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado, resistencia y durabilidad de agregado de concreto de construcción en épocas de helada.

La investigación tiene que estar organizado en cuatro capítulos el mismo que debidamente debe estar organizados. El capítulo I es el planteamiento del problema de investigación; descripción de la realidad problemática, delimitación del estudio, problema de investigación (general y específicos), objetivos de investigación, hipótesis de investigación, variables y marco metodológico,

El capítulo II; está conformado por el marco teórico; antecedente, bases teóricas y marco conceptual.

El Capítulo III está conformado por diseño técnico y especificaciones operativas y técnica de la propuesta de ingeniería civil., finalmente el capítulo IV; contiene los resultados de estudio y la presentación tablas y figuras estadísticas y contrastación de la hipótesis y discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La sociedad moderna y el avance de la ciencia y la tecnología nos ponen cada vez más frente a nuevos retos en la sociedad especialmente en la construcción o edificaciones de concreto, indispensable en la industria, la vivienda y la infraestructura, es el material de mayor uso en el ramo de la construcción. El proceso tecnológico que se genera en las investigaciones está enfocado a mejorar las propiedades de este material mediante agregados que desarrollen concretos con propiedades que superen los aspectos de resistencia y durabilidad, biodegradabilidad, aislamiento térmico, optimización de recursos, entre otros. Esto lleva a la producción de mezclas que ofrecen ventajas tanto al sector productivo como a la sociedad.

El proceso general de endurecimiento de la mezcla se presenta un estado de fraguado inicial en que la mezcla pierde su plasticidad. Se denomina fraguado final al estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable. El tiempo comprendido entre estos dos estados se llama tiempo de fraguado de la mezcla que se estima en unas diez horas, aunque varía dependiendo de la humedad relativa, temperatura ambiente, etc.

El problema de carácter tecnológico está ligado con la relación agua/cemento: es evidente que en condiciones de elevada temperatura la demanda de agua es mucho mayor durante la fabricación y también para la conservación de la consistencia, El otro factor importante que hay que destacar y que explica en términos micro estructurales la falta de capacidad de desarrollo de las resistencias mecánicas a medianas edades (de 7 a 28 días de curado) cuando la temperatura del sistema

supera los valores estándar, está ligado a la cinética de las reacciones de hidratación. La velocidad de las reacciones es mucho mayor, con lo que la formación del gel C-S-H (producto mayoritario de hidratación) se acelera, lo que a su vez atenúa de forma considerable el potencial reactivo del cemento en lo que respecta a la formación de silicatos cálcicos hidratados. Las resistencias iniciales aumentan considerablemente cuando se incrementa la temperatura de curado, pero el desarrollo de la resistencia final se ve afectado negativamente. (López de la Fuente y Palomo, 2004), (Mouret et al., 1997)

En nuestro país, no es frecuente el empleo de aditivos por la creencia generalizada de que su alto costo no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria; pero si se hace un estudio detallado del incremento en el costo del m³ de concreto (incremento que normalmente oscila entre el 0.5 al 5% dependiendo del producto en particular), y de la economía en mano de obra, horas de operación y mantenimiento del equipo, reducción de plazos de ejecución de las labores, mayor vida útil de las estructuras etc., se concluye en que el costo extra es sólo aparente en la mayoría de los casos, en contraposición a la gran cantidad de beneficios que se obtienen.

Aunado a esto, hay mucho desconocimiento sobre el uso y potencialidades de los aditivos, ya que al no ser productos de gran disponibilidad y consumo en el mercado local, son relativamente pocos los profesionales que tienen la oportunidad de emplearlos e investigar sus posibilidades con los materiales y condiciones locales.

Este círculo vicioso de no usar aditivos por su alto costo, los precios elevados de estos por ser el mercado pequeño y la poca investigación en cuanto a sus posibilidades en nuestro medio, trae como consecuencia el que en términos de desarrollo tecnológico en el Perú, la experiencia en su empleo es limitada sólo a algunos proyectos de cierta importancia, no existiendo una tecnología local organizada que comparta, aproveche y difunda los avances internacionales en este campo.

En las zonas de la Sierra del Perú donde se producen cielos de hielo y deshielo, así como alternancias de temperatura que inducen fases de clima cálido y frío en un tiempo corto, es necesario el empleo de aditivos incorporadores de aire y acelerantes de fraguado para conjurar estos efectos, adicionalmente a las consecuencias no investigadas aún de la implicancias de la altura en el comportamiento del concreto. En los más de cinco mil Kilómetros de Costa con ciudades y pueblos aledaños donde se emplea concreto armado en la construcción, es imperativo el uso de reductores de agua que hagan el concreto más impermeable y durable contra la corrosión de las armaduras.

En la Selva lejana aún desconocida en muchos aspectos, el empleo de agregados marginales es un reto para el desarrollo de soluciones técnicas regionales, donde la gran cantidad de resina vegetales disponibles, ofrece un campo ideal para el desarrollo de aditivos que pudieran colaborar en resolver dichos problemas.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1 Delimitación Espacial.

La investigación se realizó en la Región de Puno, Provincia de Puno, Distrito de Puno para el uso de concreto en las obras de construcciones de pavimentos y edificaciones.

1.2.2 Delimitación Temporal.

El estudio se llevó acabo entre los meses de enero a agosto del 2015, tiempo que permite realizar el análisis y la experimentación de dicho procesos de fraguado a altas temperaturas en épocas de helada.

1.2.3 Delimitación Social/Conductual.

El presente estudio se realizó para estructuras de pavimentos y edificaciones, en el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada con la aplicación de cobertores orgánicos de estiércol y paja.

1.2.4 Delimitación Conceptual.

Cobertor orgánico

Los cobertores son compuesto orgánicos naturales que se utilizan para el recubrimiento y protegen el proceso de fraguado de la mezcla de cemento mediante la paja, estiércol y otros elemento naturales y ecológicos sin la utilización de aditivos que tiene impacto en el medio ambiente

Procesos de fraguado de concreto

El fraguado del hormigón se define como la aparición de rigidez en el hormigón fresco y precede a la ganancia de resistencia del hormigón, que continúa durante largo tiempo si se presentan las condiciones favorables. Por lo tanto, se refiere a un estado de transición entre la fluidez y la rigidez. [Neville, 1999]

Los procesos de fraguado y posterior endurecimiento de la pasta de cemento, tienen lugar a través de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus componentes. Para que estos procesos tengan lugar, es imprescindible la presencia de agua, sobre la cual actúan fuerzas físicas de absorción y capilaridad, y fenómenos químicos de hidrólisis e hidratación.

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Problema General.

¿Cuál es la contribución de los cobertores orgánicos para el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno - Puno - 2015?

1.3.2 Problemas Específicos.

- ¿Cuál es la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada?

- ¿Cuál es la contribución de los cobertores orgánicos en la resistencia en el proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada?
- ¿En qué medida los cobertores orgánicos contribuyen en la durabilidad del agregado en el proceso de fraguado del concreto en construcciones en épocas de helada?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Objetivo General.

Determinar la contribución de los cobertores orgánicos en el proceso de fraguado del concreto en épocas de heladas en el distrito de Puno – Puno - 2015.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada.
- Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en la resistencia en el proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada.
- Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en la durabilidad del agregado del concreto en construcciones en épocas de helada.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 Hipótesis General.

Los cobertores orgánicos tendrían una contribución significativa en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno – Puno -2015

1.5.2 Hipótesis Específicas

- Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían diferencias significativas en el tiempo de fraguado del concreto frente a la intemperie en el proceso de fraguado de concreto en construcción en épocas de helada.
- Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían una contribución directa en la resistencia en el proceso de

fraguado de concreto frente a la intemperie en construcción en épocas de helada.

- Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían una contribución significativa en la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable independiente

- Cobertores orgánicos

Indicadores:

- Guano de corral
- Paja
- A la intemperie

1.6.2 Variables dependientes

- Proceso de fraguado del concreto

Indicadores

- Resistencia
- Durabilidad

1.6.3 Operacionalización de Variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente (X) Cobertores orgánicos	Guano de corral	Kg
	Paja	Kg
	A la intemperie	Sin nada
Variable dependiente	Tiempo de fraguado	Análisis de tiempo min/seg.

(Y)	Resistencia	Ensayo de compresión
Proceso de fraguado del concreto	Durabilidad de los agregados	Ensayo de presión

1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo y nivel de Investigación

- Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación asume el enfoque cuantitativo debido que utilizó instrumentos estandarizados y se cuantificará los datos, y para su análisis e interpretación se utilizará las herramientas estadísticas. Asimismo, por el propósito que persigue es aplicado, pretende aplicar y conocer la contribución de la variable independiente (de cobertores orgánicos) sobre la variable dependiente (proceso de fraguado de concreto) como causa efecto en un contexto determinado, de acuerdo a las características del trabajo es experimental se aplicó en los cobertores orgánicos de paja y guano diseñada de acuerdo a las características de la realidad en la prevención de accidentes en las obras de construcción del concreto.

- Nivel de Investigación

El estudio corresponde al nivel de investigación explicativa y analítica porque está orientado a explicar la contribución de los cobertores orgánicos de paja y guano en el proceso de fraguado del concreto mediante el recubrimiento en las obras civiles.

1.7.2 Diseños y métodos de Investigación

- Diseño de investigación

Con el propósito de que la presente investigación guarde la rigurosidad necesaria y sea a su vez coherente con el tipo y el método de investigación, en el presente estudio se utilizó un Diseño experimental, Se opta por esta estrategia de investigación puesto que no existe la

seguridad suficiente de controlar adecuadamente las variables y su relación en la validez interna así como también en la validez externa.

Para su desarrollo del estudio se utilizó el siguiente esquema:

GE O1 X O2

Dónde:

GE = Grupo experimental

O1 = Observación y/o medición de pre test.

X = Proceso de experimentación

O2 = Observación y/o medición de post test.

- Método de investigación

El método para el presente caso de investigación es la de deductivo, analítico y sintético a causa de que se busca encontrar mediante un estudio de campo las características y rasgos de la aplicación del cobertores orgánicos en las obras de construcción civil con concreto y su contribución que tiene la aplicación de paja y guano en el recubrimiento del proceso de fraguado de concreto en obras de ejecución en obras civiles.

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población.

La población de estudio está conformado por toda las obras ejecutadas de construcción civil en la ciudad de Puno.

1.8.2 Muestra.

La muestra estará constituida por 1.25m², el experimento del uso del concreto en estructuras de edificios y pavimentos se realizará en el Jr. 5 de abril N° 114 del Distrito de Puno, en donde se aplicó el experimento y se evaluó el tiempo de fraguado, resistencia y su contribución de los cobertores orgánicos en el proceso de fraguado del concreto en épocas de helada.

Para la selección de la muestra se utilizó el método no probabilístico por juicio del investigador debido a las características de la investigación.

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1 Técnicas.

Observación. Nos informamos a través de la percepción u observación durante la ejecución del experimento de la obra.

Ensayos. Es una técnica de campo que se utilizó en la presente investigación para identificar los factores.

1.9.2 Instrumentos.

Fichas de observación: La ficha de observación sirve para recoger información sobre las características, cambios y proceso de fraguado del concreto en épocas de helada.

Certificaciones: Este instrumento recoge los datos que se realizó en los laboratorios mediante el ensayo para comprobar la durabilidad y resistencia.

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

a) Justificación

Para iniciar cualquier estudio es necesario tomar en cuenta la importancia que tiene la estructura de análisis, su costo, su configuración y ver las posibles consecuencias que su falla provocaría; se debe entonces pensar en una investigación.

El complejo comportamiento del concreto es muy difícil de comprender, y tomando en cuenta en época de helada, hacen de que sea mucho más difícil de entender, por lo que una evaluación para remediar estas condiciones nos brinda una mayor visión y entendimiento para seguir estudiándolo, ya que en nuestro medio no

es frecuente utilizar otro tipo de elementos que no sean los típicos para preparar el concreto, esto quiere decir que muchas veces se prepara el concreto en condiciones no aptas para su normal desenvolvimiento en consecuencia si se realizan obras sin un conocimiento previo, estas pueden tener un serio riesgo a su vida útil trayendo consecuencias negativas. Por lo tanto el presente trabajo se muestra como un documento técnico con la finalidad de poder brindar más información específica acerca del uso de coberturas orgánicas y que pueda servir como antecedente para futuros proyectos y demás profesionales para reforzar sus conocimientos, esto representa un reto para los Ingenieros Civiles, pues se pretende con esta investigación dar un primer paso hacia la modernización para dar solución a los problemas de fisuras en la preparación del concreto y de esta manera optimizando sus propiedades al máximo.

b). Limitaciones

Escasa información especializada para este tipo de trabajo debido a la falta de implementación de una biblioteca especializada.

Existe poca experiencia de trabajos de investigación relacionados a este tema debido a que no existe la cultura de investigación en la sociedad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

De los productos naturales que se empleó en dicho informe no se conoce mucho, sólo se utilizaron en dos oportunidades, demostrando ligeramente el combatimiento de las heladas. La presión interna provocada por el aumento del volumen del agua al congelarse (cerca de un 9%) puede provocar destrucción irreparable manifestado por Wolfgang C.

En la primera se tiene referencias que en la ciudad de Juliaca se utilizó la paja y totora para cubrir una vez que el concreto fue vaciado en la pista de aterrizaje, calle de rodaje, y zonas de parqueo de aviones del aeropuerto Manco Cápac en el año 2001, y demostrando ser la totora un magnífico aislante para emplearse en curado de concreto en los meses fríos Henry (2000).

La segunda se comenta que utilizaron guano para cubrir una vez vaciado las cunetas de la obra carretera Puno a San Antón por el año 2010, demostrando ser el guano muy bueno para combatir las heladas, por no presentar fisuramiento al término de la culminación de la obra.

La empresa ICCSA (2001) utilizó para la construcción de 04 puentes en nuestro departamento, puente Independencia en Juliaca, puente Huacullani en Desaguadero, puente Vilque Mañazo, puente localizado en Lampa, todas estas ejecutadas., Tesis UNAP.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Cobertores orgánicos

Para los cobertores orgánicos se hace referencia a los fundamentos teóricos de estiércol y paja del altiplano

Paja.

2.2.1.1. Definición de la paja

Es un pasto del Altiplano Andino Sudamericano y de México; empleando como forraje para el ganado, principalmente de camélidos sudamericanos. Es endémica de Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela, Argentina, México, Costa Rica, El Salvador, Guatemala.

Soporta clima del Altiplano Andino, árido, pedregoso, arenoso.

Adicionalmente la definición de paja abarca al tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de “caña” (trigo, avena, centeno, arroz, etc.), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla.

Para efectos de la presente investigación, no se considera esta última definición, se dará una mayor incidencia a las variables que dan lugar a la conformación de pastizales.

2.2.1.2. Descripción Técnica.

Familia: Poaceae = gramineae

Categorías taxonómicas superiores: Reino: Plantae: Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares): Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas): División: Magnoliophyta (planta con flor): Clase: Liliopsida (monocotiledóneas): Subclase: Commelinidae: Orden: Cyperales.

Origen: La paja es un pasto endémico del altiplano andino de Perú, México, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Argentina (3,500m. A 5,000m.), empleando como forraje para el ganado, principalmente de camélidos sudamericanos.

Hábito y forma de vida: Planta Herbácea, amacollada, erguida y densamente cespitosa.

Tamaño: El tallo mide de 0.35m a 1.30m de alto.

Tallo: Con más de tres nudos con o sin pelos, entrenudos ásperos al tacto o con pelos.

Hojas: Con vaina glabra, con pelos blancos de \pm 1mm. de largo en el cuello, lígula membranácea de \pm 2mm de largo, lámina plegada o con los márgenes doblados hacia dentro, áspera al tacto o con pelos en el haz y a veces hispida en los márgenes, de 30 a 60 cm. de largo y menos de 4 mm de ancho.

Inflorescencia: Una Panícula abierta y densa. Blanca o plateada, de 15 a 40 cm de largo, su nudo basal con pelos blancos o café claro, de aproximadamente 1 mm de largo con ejes ásperos al tacto.

Espiguilla / Flores: Glumas hialinas o purpúreas, de 6 a 10 mm de largo y menos de 1 mm de ancho, largamente acumuladas, **trinervadas**, iguales o la primera un poco más larga que la segunda, lema fusiforme, café clara, de 2 a 3.5 mm de largo, con pelos blancos, ápice de la lema con pelos blancos de 3 a 4 mm de largo, arista de 1 a 2 cm de largo escabrosa o glabra y flexuosa.

Hábitat: Soporta clima del Altiplano andino, árido, pedregoso, arenoso, en claros de bosques y lugares perturbados, como orillas de caminos y parcelas, cultivos de alfalfa descuidados. Pastizales secundarios.

Propagación, dispersión y germinación: Se prepa por semillas: Los frutos pueden volar a ciertas distancia.

Ciclo de vida: Planta perenne. *Para efectos de la presente investigación y en vista de la existencia de una amplia gama de variedades de paja, se ha propuesto una clasificación por asociación⁶ de acuerdo a la composición botánica.*

2.2.1.3. Variedad de Paja.

a.- Pastizales de Chilliwa

Son pastizales generalmente de zonas planas con suelos profundos y con predominancia de *Festuca dolichophylla* (chilliwa o chilligua) denominándose a estos campos “Chilliguares” en los cuales se asocia bien con *Muhlenbergia fastigiata* (grama o chiji) y otras especies menores como *Hypochoeris taraxacoides* (pilli).

Imagen 1: Pastizal Chilliwa



Fuente: Utec y el mit descubren propiedades del chilliwa y lo usan para proteger a niños de la sierra

Estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) y del Massachusetts Institute of Technology (MIT), de Estados Unidos, utilizaron la Chilliwa como aislamiento térmico en un aula del colegio Público Rural de Formación en Alternancia (CRFA) Rayampampa, ubicado en la comunidad del mismo nombre en Tarma, región Junín, a fin de conservar el calor en su interior y proteger del frío a los niños. Esta innovadora iniciativa surgió de un minucioso estudio supervisado por profesores de ambas instituciones educativas, donde se evaluaron y caracterizaron en laboratorio las propiedades térmicas y físicas de fibras naturales como la Chilliwa, el maíz y el trigo, hallando resultados bastante

prometedores en el primero de éstos.

Imagen 2: Chillliwa



Fuente: elaboración propia.

Según los resultados, la Chillliwa cuenta con una buena conductividad térmica, lo que permite retener el calor en un ambiente y actuar como aislante térmico. Así se decidió utilizarlo como aislante en dicha aula, habitación que también sirve como dormitorio para los estudiantes, protegiéndolos del intenso frío que se registra en las alturas. “Este proyecto busca mitigar los efectos del friaje en viviendas de escasos recursos en zonas alto andinas de nuestro país. Nuestros estudiantes generan soluciones con conciencia social, buscamos que ellos realicen proyectos que agrupan ingeniería, tecnología, innovación y mucho trabajo en equipo. Con el asesoramiento de investigadores y profesores, generan soluciones reales a problemas reales”, comenta Julien Noel, profesor del departamento de Ingeniería y tecnología (UTEC).

Por su parte, el estudiante de Ingeniería Industrial de la UTEC, Diego Andía Dancuart, uno de los participantes del proyecto, destacó la importancia de realizar investigaciones relacionadas con mejorar la calidad de vida de poblaciones alto andinas, las que, además de afrontar temperaturas de -20°C en épocas de invierno, carecen de recursos para solucionar sus necesidades. En ese sentido, el profesor Samuel Charca sostuvo que la Chillliwa es un grass natural que se ubica en abundancia en las zonas alto andinas del Perú, aunque no existe un uso apropiado del mismo. “Aún se conoce muy poco sobre la Chillliwa, por lo que se están realizando diversos estudios para conocer mejor sus características. Este proyecto forma parte del programa D-Lab, una red

mundial ponerlas en valor, además de conocer sus riesgos para que a futuro se estudie su uso factible en proyectos similares al que se ha realizado en Tarma“, señaló para el diseño y la difusión de tecnologías de bajo costo que buscan combatir la pobreza en el mundo mediante soluciones innovadoras.

b.- Pastizales de Crespillo

También ocupan áreas planas, pero de suelos delgados y con una capa generalmente endurecida que le confiere malas condiciones de drenaje. El término “crespillo” se da a varias especies del género *Calamagrostis*, entre las que destaca el *C. vicunarum* (ñapa pasto). Estos pastizales tienen una época de crecimiento más corto y rápidamente se secan.

Imagen 3: Pastizales de Crespillo



Fuente: elaboración propia.

c.- Pastizales de Ichu

Son vegetaciones distribuidas en diferentes pisos térmicos desde los 3,500 m hasta 4,000 m cubriendo planicies y laderas, en áreas de suelos delgados con pH ácido.

Imagen 4: Pastizales de Ichu



Fuente: elaboración propia.

La dominante es la *Stipa Ichu* (Ichu o Ichu Siqua) que tiene un corto

periodo de rebrote, permaneciendo seca la mayor parte del año. Algunas especies que acompañan al Ichu en las laderas son *Aristida enodis* (Orqo Iru) y en forma menos frecuente *Hypochoeris taraxacoides* (Pilli).

d.- Pastizales de Iru Ichu

La especie dominante es la *Festuca orthophylla* (Iru Ichu) que se reconoce fácilmente, pues al madurar se lignificar y endurece como la chilliwa de manera que las hojas son punzantes y se convierten en verdaderos lanzas que dañan el hocico de los animales tiernos.

Imagen 5: Pastizales de Iru Ichu



Fuente: elaboración propia.

Esta gramínea forma matas distanciadas entre si dejando amplias zonas desnudas. Esta vegetación se desarrolla en suelos arenosos a las orillas de los ríos en el altiplano y en planicies sobre los 4,000 m.

Son de tenacidad media y presentan una superficie con mayor rugosidad a comparación de la chilliwa, en contraposición a esto tienden a sufrir daños en su estructura producto de la manipulación.

e.- Pastizales de Tisña

Es un pastizal de laderas, dominando por una especie que recibe el nombre de tisña (*stipa obtusa*) y que al madurar presenta inflorescencias algo oscuras. Crece en suelos pedregosos y se asocia en forma indistinta con *Stipa ichu* (Ichu) o *Festuca dichoclada* (Sorsa o carwayo ichu), formando una vegetación alta.

Imagen 6: Pastizales de Tisña



Fuente: elaboración propia.

f.- Césped de Puna.

Es probablemente la más extensa y también la más variable determinándose hasta 40 especies por localidad. Entre los pastos más frecuentes se pueden mencionar el *Scirpus rigidus* (totorilla), *Alchemilla erodiifolia* (ok' e ok' e), así como las gramíneas altas *Festuca dolichophylla*, *calamagrostis vicunarum* y *Nasella pubiflora* (pasto plumilla).

Imagen 7: Césped Puna



Fuente: elaboración propia.

La gran diferencia con las otras asociaciones es la riqueza y variedad de especies cortas. Se puede afirmar que estos pastizales son los que mantienen la población de camélidos (alpacas y llamas) criados en zonas de puna entre los 4,300 m a 5,000 m que es reconocida como región de pastizales de alpacas.

Otras especies que se pueden mencionar, son las pertenecientes a los géneros *Nototriche*, *werneria*, *Arenaria*,

Pycnophyllum y Azorella que son hierbas pulviniformes (de porte Almohadillado).

g.- Oqhonales

Son aquellas asociaciones localizadas en las zonas altas y que tienen un buen suministro de agua durante todo el año. Por lo tanto esta vegetación crece sobre terreno húmedo de suelos turbosos que son utilizados por los camélidos.

Imagen 8: Oqhonales.



Fuente: elaboración propia.

La composición vegetal puede variar entre aquellos en que la especie dominante es la *Distichia muscoides* (Kunkuna) en áreas muy reducidas; o las vegetaciones de zonas húmedas más extendidas en donde la especie dominante es *Liliaeopsis andina*, una umbelífera que adopta un soporte erecto cuando se encuentra sumergida en aguas estancadas y que se mantiene postrada cuando está fuera de ellas. *Lucilia tunarensis* es una especie dominante de esta asociación. Además se mencionan otras especies como: *Isoetes lechleri* conocida como qhanqawi la que se encuentra en los bofedales sobre los 4,000 m. *gentiana peruviana* (Unu jallu o hunu jallaju) y las conocidas *Festuca Dolichophylla*, *Calamagrostis* sp, *Scirpus* sp.

h.- Pastizales Invasidos.

Algunos pastizales han sufrido modificación sustancial en su cobertura natural como consecuencia del pastoreo, quema indiscriminada, laboreo excesivo del suelo etc. Desapareciendo

algunas especies perennes y apareciendo otras que pueden no ser la más adecuadas para el pastoreo o simplemente plantas infestivas.

Imagen 9: Pastizales Invasivos



Fuente: elaboración propia.

2.2.1.4. Breve Reseña sobre el empleo de paja en la construcción.

Considerando que diversas criaturas vivientes construyen refugios de hojas, hierbas y fibras naturales, estos materiales son quizás los primeros materiales de construcción empleados por el género humano, cuando las cuevas y otros moradas naturales no estaban disponibles.

La paja en pequeñas cantidades, generalmente no ofrece grandes ventajas estructurales, pero en grandes cantidades, cuando son torcidas, entrelazadas, empaquetadas, comprimidas o como insumo para la fabricación de materiales compuestos, pueden ser empleadas para diversas aplicaciones estructurales y no estructurales en la construcción de edificaciones.

Imagen 10: Construcción de vivienda de adobe en proceso.



Fuente: elaboración propia.

En el Perú existe una gran referencia visual e histórica del empleo de la paja en la construcción. Hoy en día varias comunidades rurales viven empleando, en la construcción de viviendas, sistemas constructivos basados en muros de adobe (material compuesto de barro y paja), tijerales de madera rollizos sujetas entre sí por medio de cuerda (fabricadas con paja torcida) y con techos de paja. Este sistema es implementado de la misma forma que lo hacían culturas antiguas, como la misma cultura Inca. Además existen bastantes vestigios donde se puede apreciar el empleo de cuerdas de paja en la construcción de puentes colgantes. Debe señalarse que este sistema no es exclusivo en el Perú.

Imagen 11: Puente colgante inca Queswachaca – Provincia de Canas - Cusco.



Fuente: elaboración propia.

Otro ejemplo del empleo de la paja en la construcción, es la construcción de viviendas con balas de paja, es una opción muy utilizada en Canadá y también en los Estados Unidos.

Imagen 12: Construcción de vivienda con balas de paja.



Fuente: elaboración propia.

La asociación Francesa “Association APPROCHE-Paille”, ha destacado un sistema constructivo de viviendas, mediante una técnica denominada a la que denominan “Greb”.

Imagen 13: Construcción de vivienda mediante la aplicación del sistema GREB.



Fuente: elaboración propia.

Las principales ventajas del empleo de este sistema constructivo, es que son muy prácticos además de que resulta muy económico tiene propiedades

aislantes muy convenientes para el aislamiento térmico.

Otra aplicación, pero ya a nivel industrial, es la confección de paneles o tableros de paja comprimida, las que son producidas mediante la aplicación de calor y presión, sin aglomerante, pero con papel en ambos lados (stramit).

2.2.2. Estiércol.

2.2.2.1. Que es el Estiércol.

Tanto el estiércol como los purines son una mezcla de las heces de los animales con los orines y la cama.

El estiércol es aquel material que puede ser manejado y almacenado como sólido, mientras que los purines lo son como líquidos.

El estiércol además de contener heces y orines puede estar compuesto por otros muchos elementos, como son las camas, generalmente paja, pero también a veces contiene serrín, virutas de madera, papel de periódico o productos químicos, también suele incluir restos de los alimentos del ganado, así como agua procedente de los bebederos, de la limpieza de los establos o de Lluvia, y todo tipo de materiales que puedan entrar en un establo.

Imagen 14: Estiércol de Ovino



Fuente: elaboración propia.

2.2.2.2. Para qué se Utiliza.

Son dos las utilidades que tiene el estiércol al aplicarlo sobre el terreno:

Por un lado aporta materia orgánica al suelo. El nivel de materia orgánica presente en el suelo se recomienda que sea de al menos un 2 por 100, por lo tanto, la utilización de estiércol puede ser muy importante en aquellas zonas de España donde este nivel es bajo, como son las regiones de Levante y la Meseta Central, donde su contenido es menor del 1 por 100. En Andalucía, Extremadura, la Meseta Norte, Aragón y Cataluña el nivel es de entre un 1 y un 2 por 100, mientras que en la Cornisa Cantábrica el contenido en materia orgánica es mayor del 2 por 100. El aporte de materia orgánica supone una mejora de la estructura del suelo, así como aumenta la capacidad de retención de agua.

2.2.2.3. Tipos de estiércol.

Existen diferentes tipos de estiércol dependiendo principalmente de su procedencia. En principio los utilizaremos en el huerto urbano de campo, dejando el aporte materia orgánica en los huertos urbanos de terraza y balcón relegado a formulados industriales más manejables en su aplicación y menos olorosos.

Entre los diferentes tipos de productos fertilizantes está el estiércol. Este abono es muy utilizado, especialmente en la agricultura ecológica. Por otra parte, el estiércol es la base del compost, también llamado mantillo, de uso en agricultura ecológica.

Definimos el estiércol como producto de las excreciones de animales, tanto sólidos como líquidos (orina), que se utilizan para fertilizar los cultivos. Estos pueden estar constituidos además con la paja y otros materiales (restos de las camas) usados como absorbentes.

Entre los diferentes tipos de estiércol se encuentran:

a.- Estiércol de ganado ovino.

Es un estiércol bastante rico y equilibrado, no aconsejándose aplicarlo en fresco. Al compostarlo puede producir un aumento considerable de la **temperatura** del montón debido a su riqueza en nitrógeno.

Dosis corriente de aplicación: 5- 20 T/Ha. (0'5-2 Kg/m²).
Durante el desarrollo de la etapa experimental se empleara el estiércol de ovino como materia prima para el cobertor orgánico, esto obedece a su permeabilidad y aislante térmico natural para combatir el friaje.

b.- Estiércol de cabra.

Es parecido al de oveja pero aún más fuerte y algo más rico en nutrientes.

Al compostarlo puede producir un aumento considerable de la temperatura del montón debido a su riqueza en nitrógeno.

Dosis corriente de aplicación: 5- 20 T/Ha. (0'5-2 Kg/m²)

c.- Estiércol de vaca y de caballo.

Es menos rico que los hasta ahora vistos.

Es bastante rico en agua por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de realizar el compost.

Dosis corriente de aplicación: 10- 50 T/Ha. (1-5 Kg/m²)

d.- Estiércol de gallina.

Es un estiércol muy rico en nitrógeno y por lo tanto bastante fuerte. Es también bastante rico en calcio, por lo que hay que tenerlo en cuenta en suelos calcáreos y básicos.

Dosis corriente de aplicación: 0'5- 3 T/Ha. (0'05-0'3 Kg/m²)

2.2.3. Fraguado del concreto

Para el proceso de fraguado del concreto se hará referencia a los fundamentos teóricos de cemento, agua, agregado y diseño de mezcla.

2.2.3.1. Cemento

Antecedentes históricos:

Se sabe que desde épocas antiguas Romanos utilizaron como agregado ladrillos quebrados los que eran embutidos en una mezcla de cal con polvo del ladrillo o la ceniza volcánica de esta forma se construyeron una variedad amplia de estructuras como caminos, acueductos, templos, palacios etc.

Se sabe también que se utilizaron losas de concreto en muchas de sus estructuras públicas grandes como el Coliseo y el Partenón. Para lograr concretos de peso ligero, los romanos utilizaron recipientes de barro que eran embebidos en la estructura generando vacíos en las paredes, y logrando así su propósito.

En 1824, el inglés J. Aspin, elaboró y patentó un producto similar al cemento, obtenido mediante la cocción de una mezcla de calcáreos y arcilla finamente molida. Este ligante permitió confeccionar un hormigón similar al obtenido con la piedra Portland (calcáreo muy resistente de la isla de Portland) comúnmente utilizado en Inglaterra para la construcción, de aquí la denominación "Cemento Portland".

2.2.3.2. Composición del concreto

El concreto endurecido se compone de: La pasta y El agregado

La pasta:

La pasta de cemento (cemento más agua), por su parte, llena los espacios libres entre partículas de áridos, y durante el proceso de fraguado genera cristales hidratados que unen químicamente las partículas de agregados. La formación de estos cristales es una reacción química exotérmica (genera calor) que siempre requiere de agua para que tenga lugar, siendo mucho más intensa la reacción (la creación de los cristales cohesivos) en los primeros días posteriores a la fabricación del hormigón, y luego va disminuyendo progresivamente en su intensidad con el tiempo. Normalmente, dentro del hormigón, una parte del cemento no alcanza a combinarse con el agua, por lo que permanece como cemento no hidratado. Comprende a cuatro elementos fundamentales:

El Gel

Define como a la parte sólida de la pasta la cual es el resultado de la reacción química del cemento con el agua durante el proceso de hidratación, según Riva. E.

El gel es una aglomeración porosa de partículas sólidamente entrelazadas en su mayoría escamosas o fibrosas el conjunto de las cuales forma una red eslabonada que contiene material más o menos amorfos.

En su composición el gel comprende: La masa cohesiva de cemento hidratado en su estado de pasta más densa, el hidróxido de calcio cristalino y los poros gel.

El gel desempeña el papel más importante en el comportamiento del concreto especialmente en su resistencia mecánica y su elasticidad, donde intervienen dos clases de adherencia cohesivas; Atracción física y adherencia química.

- Los poros incluidos en ella
- El cemento hidratado si lo hay

- Los cristales de hidróxido de calcio, o cal libre que pueden haberse formado durante la hidratación del cemento.

2.2.3.3. Componentes del concreto

Cemento portland

El cemento portland es producto de la pulverización de Clinker compuesto por silicatos de calcio hidráulicos con algunas formas de sulfatos de calcio, es decir, que el cemento portland es igual a la molienda de Clinker Portland más yeso. Se puede admitir en la molienda otros productos, siempre y cuando este no exceda el 1% del peso y no afecte las propiedades del cemento. El cemento portland debe cumplir con la norma ASTM C 150 para los tipos I, II y V, que son fabricados en el Perú o con las normas NTP para cementos, según *Riva. E*

Según la Norma Técnica Peruana **NTP 334.009**, el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

Cemento portland = Clinker Portland + Yeso

El cemento Portland es un polvo muy fino de color verdoso. Al mezclarlo con agua forma una masa (pasta) muy plástica y moldeable que luego de fraguar y endurecer, adquiere gran resistencia y durabilidad.

Descripción de la fabricación del cemento portland

Los Cementos Portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, llamada hidratación, el cemento

se combina con agua para formar una pasta endurecida de aspecto similar a una roca.

Los componentes básicos para la fabricación del cemento portland son el óxido de calcio, óxido de sílice, alúmina y el óxido de hierro.

La materia prima necesaria para tener las cantidades correctas de los componentes básicos es una mezcla de materiales calcáreos (piedra caliza) y arcillosos. El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales:

- 1) Extracción y molienda de la materia prima
- 2) Homogeneización de la materia prima
- 3) Producción del Clinker
- 4) Molienda de cemento.
- 5) Almacenamiento del Cemento

1) Explotación de Canteras y Molienda de la Materia Prima

El primer paso, entonces, para la fabricación del cemento portland es buscar depósitos de roca para asegure tengan las características necesarias para obtener un cemento de calidad.

La cal es el componente que se encuentra en mayor cantidad en el clíinker del cemento Pórtland y su origen se debe a la descomposición del carbonato de calcio por medio del calor.

Como se dijo anteriormente, se usa una variedad de elementos como materia prima, los cuales se pueden clasificar según su contenido de carbonatos de calcio de la siguiente manera:

Calizas: Portadoras en abundancia de carbonato de calcio (75 - 100%)

Margas: Su contenido de carbonato de calcio es de 40 - 75% y van acompañadas de sílice y productos arcillosos.

Arcillas: Principalmente contienen sílice combinada con alúmina y otros componentes como óxidos de hierro, sodio y potasio. Generalmente los materiales crudos enunciados no cumplen por completo los requerimientos químicos del cemento portland, por este motivo se utilizan los denominados "correctores" que proporcionan los elementos minoritarios faltantes.

Nuestras canteras suelen requerir un "corrector" de hierro, tal como la hematita o la magnetita.

2) Homogeneización de la materia prima

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales. En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clínker a temperaturas superiores a los 1500 °C. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales. En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el clínker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

3) Producción del Clinker

La siguiente etapa es la cocción de la materia prima. En el método de vía seca, la harina almacenada en los silos de

homogenización se lleva a una torre de precalentamiento, que tiene una temperatura entre 900 y 1,000 °C. El calor proviene de gases producidos por la combustión del combustible del horno, el cual puede ser carbón, gas o aceites combustibles. El objetivo del precalentamiento es el de ahorrar energía, ya que se aprovecha el calor emanado por los hornos. En el método de vía húmeda no se precalienta la pasta, sino que ésta es transportada por bombas centrífugas a los hornos.

En ambos casos se lleva el material a un horno, el cual es un largo cilindro de acero revestido interiormente con ladrillos refractarios, y que gira alrededor de su eje longitudinal, con una pequeña pendiente descendente.

La velocidad de rotación varía de 0 a 150 revoluciones por hora, y a través de ese movimiento el material sigue sus reacciones químicas para formar los compuestos del clínker. En el horno se distinguen las siguientes etapas, las cuales son: secado, calcinación, clínkerización y enfriamiento.

- a) **El secado:** Se da en el material proveniente del método de vía húmeda.
- b) **Calcinación:** En esta zona de calcinación los carbonatos de calcio y de magnesio se disocian en óxido de calcio y magnesio respectivamente.
- c) **Clínkerización:** En la etapa de clínkerización es donde se producen las reacciones químicas más complejas del proceso, transformándose la materia prima en un nuevo material llamado clínker, que tiene la forma de pelotillas verde-grisáceas de unos 12mm de diámetro.

4) Molienda del cemento

El clínker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido

con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

5) Almacenamiento del cemento

El cemento es una sustancia particularmente sensible a la acción del agua y de la humedad, por lo tanto para salvaguardar sus propiedades, se deben tener algunas precauciones muy importantes, entre otras: Inmediatamente después de que el cemento se reciba en el área de las obras si es cemento a granel, deberá almacenarse en depósitos secos, diseñados a prueba de agua, adecuadamente ventilados y con instalaciones apropiadas para evitar la absorción de humedad.

Si es cemento en bolsas, deberá almacenarse sobre parrillas de madera o piso de tablas; no se apilará en hileras superpuestas de más de 14 bolsas de altura para almacenamiento de 30 días, ni de más de 7 bolsas de altura para almacenamientos hasta de 2-3 meses. Para evitar que el cemento envejezca indebidamente, después de llegar al área de las obras, el contratista deberá utilizarlo en la misma secuencia cronológica de su llegada. No se utilizará bolsa alguna de cemento que tenga más de dos y tres meses de almacenamiento en el área de las obras, salvo que nuevos ensayos demuestren que está en condiciones satisfactorias.

2.2.3.4. Propiedades del cemento

a) Hidratación del Cemento

Menciona que en presencia del agua, los silicatos y aluminatos del cemento Portland forman productos de hidratación o hidratos, que resulta en una masa fina y dura; la pasta endurecida del cemento

La hidratación del cemento consiste en el conjunto de reacciones químicas que ocurre entre el agua y los componentes del cemento, estas reacciones producen el cambio del estado plástico al endurecido. La velocidad de hidratación del cemento es directamente proporcional a la finura del mismo e inversamente proporcional al tiempo, es por eso que la hidratación inicial es muy rápida y luego va disminuyendo con el transcurso de los días, aunque nunca se detiene el proceso. El proceso es exotérmico, genera un flujo de calor hacia el exterior llamado calor de hidratación. En los anexos gráficos, específicamente en la figura N° 5, se muestra como es el calor de hidratación para cada tipo de cemento, según Riva. L.

a.1) Calor de Hidratación

Como muchas reacciones químicas, la hidratación es exotérmica y la cantidad de calor (en Joules) por gramo de cemento no hidratado, desarrolla hasta una hidratación total a una temperatura dada, se define como de hidratación.

Para el promedio usual de cemento Pórtland, aproximadamente la mitad del calor total se libera entre uno y tres días, alrededor de $\frac{1}{4}$ parte en siete días y casi el 90% en seis meses.

Tabla 1: Compuestos para el calor de Hidratación del Cemento

Compuestos	Calor de hidratación	
	J/g	Cal/g
C3S	502	120
C2S	260	062
C3A	867	207
C4AF	419	100

La hidratación se inicia en las partículas de la superficie del cemento, el área de la superficie total del cemento representará el material disponible para hidratación. El índice de hidratación

dependerá de la FINURA de las partículas del cemento y para el rápido desarrollo de la resistencia será necesaria una gran FINURA.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta el costo del molido y el efecto de la finura en otras propiedades, por ejemplo, los requerimientos del yeso, la manejabilidad del concreto fresco y su desempeño en el largo plazo.

b) Fineza del Cemento

La hidratación se inicia en las partículas de la superficie del cemento, el área de la superficie del cemento representa el material disponible para la hidratación. Entonces, la velocidad de hidratación dependerá de la fineza de las partículas del cemento, no obstante, debe tenerse en cuenta el efecto de la fineza de las partículas en otras propiedades (la cantidad de yeso, la trabajabilidad del concreto fresco, y los cambios de volumen). La Fineza está referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica, en m^2/kg . En laboratorio existen 2 ensayos para determinarlo, el Permeabilímetro de Blaine y el Turbidímetro de Wagner.

c) Peso Específico

Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm^3 . En el laboratorio se determina por medio de Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005), no es indicador de la calidad del cemento, su uso se da en el diseño de mezclas.

d) Tiempo de fraguado

Es el tiempo de endurecimiento de la pasta de cemento, es decir, el cambio de estado fluido al estado rígido. Se expresa como, Fraguado Inicial y Fraguado Final, el fraguado inicial corresponde a un incremento rápido de la temperatura, ocurre en minutos, alrededor de los primeros 60 minutos. El Fraguado Final

corresponde a la temperatura más alta, y se de alrededor de las 10 horas.

Este término se emplea para describir el endurecimiento de la pasta de cemento. El fraguado se debe principalmente a la hidratación del C3A y C3S, acompañada de una elevación de la temperatura de la pasta de cemento.

En laboratorio existen 2 métodos para calcularlo: Agujas de Vicat: NTP 334.006 y Agujas de Gillmore: NTP 334.056.

Para determinar el fraguado inicial se emplea el aparato de VICAT, esta es una aguja de 1mm de diámetro. El fraguado inicial corresponde a un incremento rápido y el fraguado final a la temperatura pico. En el falso fraguado no se desprende calor alguno y el concreto puede pre mezclarse sin añadir agua.

La relación aproximada entre los periodos iniciales y final de fraguado es la siguiente:

$$TF \text{ (mín.)} = 90 + 1.2 [TI \text{ (mín.)}]$$

e) Estabilidad de Volumen

Es fundamental que la pasta de cemento fraguado no tenga cambios indeseados de volumen, que puede causar la ruptura de la pasta endurecida, esta expansión ocurre a causa de las reacciones de cal activa, magnesio y sulfato de calcio. La verificación de la expansión volumétrica se representa en porcentaje (%), en laboratorio se determina mediante el ensayo de Autoclave, NTP 334.004.

f) Resistencia

Es una de las propiedades más importantes del cemento, debido a que con esta prueba podemos conocer la calidad del cemento. Las pruebas de resistencia no se hacen en la pasta de cemento, ya que, no se pueden obtener buenas muestras y eso no daría resultados

objetivos; es por eso que se hacen muestras de cemento y arena (mortero) en probetas cúbicas de 5cm. De acuerdo con la norma NTP 334. 051 (98). Se muestra el grafico en los anexos en la figura N° 6, correspondiente al desarrollo de la resistencia a compresión de los diversos tipos de cemento.

Hay varias formas de pruebas de resistencia: A la tensión directa (ASTM C-190), a la compresión (ASTM C-109), y a la flexión (ASTM C-348.8).

2.2.3.5. Tipos de cemento

a) Cementos Portland sin adición

Es el tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón o concreto es el cemento portland. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su resistencia característica.

Con el agregado de materiales particulares al cemento (Calcáreo o cal) se obtiene el cemento plástico, que fragua más rápidamente y es más fácilmente trabajable.

Normativa: La calidad del cemento portland deberá estar de acuerdo con la norma NTP 334.009; NTP 334.038; NTP 334.040, respectivamente o con la norma ASTM C 150.

TIPOS: Según NTP 334.009:2005, se clasifican en:

- **Tipo I:** Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.

- **Tipo II:** Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación
- **Tipo III:** Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

b) Cementos Portland Adicionados

Contienen además de Clinker Portland y Yeso, 2 o más constituyentes inorgánicos que contribuyen a mejorar las propiedades del cemento. (Ej.: puzolanas, escorias granuladas de altos hornos, componentes calizos, sulfato de calcio, incorporadores de aire). Aquí se muestran según Normas técnicas:

b.1. Cementos Portland Puzolánicos (NTP 334.044)

El cemento Portland Puzolánico Rumi IP, ALTA RESISTENCIA, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el cemento Portland Puzolánico Rumi IP, tenga

propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general, especialmente para Obras de Alta Exigencia de Durabilidad.

DURABILIDAD:

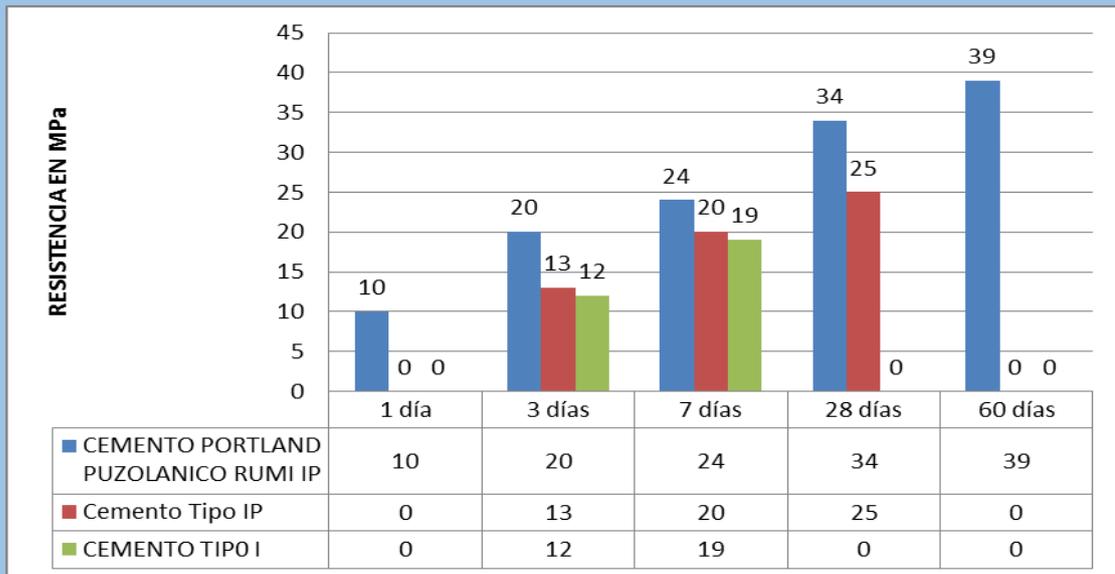
“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de este para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”

CARACTERISTICAS TECNICAS:

REQUISITOS QUIMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO RUMI TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595			
Mgo (%)	1.90		6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1.75		4.00 Máx.			
Perdida por ignición (%)	2.14		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO RUMI TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparativo con Norma Tipo I y Tipo Requisitos Norma Técnica NTP 334.090 /ASTM C-150	
Peso específico (gr/cm ³)	2.85		--		--	
expansión en autoclave (%)	0		0.8 Máx.		--	
Fraguado Vicat inicial (min.)	170		45 Máx.		--	
Fraguado Vicat final (min.)	270		420 Máx.		--	
Requisitos a la Compresión	Kg/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Cemento Tipo I	
					Kgf/cm ²	Mpa
1 día	104	10	--	--	--	--
3 días	199	20	133 Mín.	13	122	12
7 días	247	24	204 Mín.	20	194	19
28 días	342	34	255 Mín.	25	--	--
60 días	397	39	--	--	--	--
Requisito a los Sulfatos	CEMENTO IP				Cemento Tipo V	
% Expación a los 14 días	0.018		--		0.04 Máx.	

COMPARACION RESISTENCIAS

RUMI IP ALTA DURABILIDAD VS NTP Cemento Tipo I y IP.



PROPIEDADES:

Mayor resistencia a la compresión:

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolana, hacen que el cemento Rumi IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a la que ofrecen otros tipos de cemento.

Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

El cemento Tipo I.

Produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

Con Cemento Portland Puzolánico Rumi IP.

La puzolana que contiene el Cemento Rumi IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.

RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS:

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio dihidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Rumi para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el cemento Rumi Tipo IP es más resistente a los sulfatos y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el cemento Portland Tipo IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento tipo V

MAYOR IMPERMEABILIDAD:

El cemento Portland Puzolánico RUMI IP, producen mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace menos permeable y protege la estructura metálica de la corrosión.

INHIBE LA REACCION ALCALI – AGREGADO:

La puzolana de Rumi remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali – agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland Puzolánicos y se solicita cuando el

cemento es utilizado con agregados álcali reactivos. El cemento Rumi tipo IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

Ensayo de comprobación del cemento portland Puzolánico Rumi tipo IP que inhibe la reacción alcali – agregado.

Comparación de potencial de reactividad alcalina de los cementos tipos I, V y IP según método de la norma ASTM C1260-07

MENOR CALOR DE HIDRATACION:

La reacción entre el Hidróxido de calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico (C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación. La puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio, inhibe esta reacción, generando menor calor evitando contracciones y fisuraciones que afectan la calidad del concreto, principalmente en obra de gran volumen.

El cemento de Rumi tipo IP cumple con el requisito, a los 7 y 28 días, de generar un moderado calor de hidratación. Por lo tanto, puede utilizarse al igual que el cemento Portland Tipo II.

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD:

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

- Para su manipulación es obligatorio el uso de guantes impermeables, protección ocular, botas impermeables y protección respiratoria.

ALMACENAMIENTO:

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No aplicar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsas 42.5 Kg, ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores

DURACION:

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicado en la bolsa, luego de esa fecha verifique la calidad del mismo.

b.2. Cementos Portland de Escoria (NTP 334.049)

- Cemento Portland de Escoria Tipo IS: Contenido de escoria entre 25% y 70%.
- Cemento Portland de Escoria Modificado Tipo I (SM) Contenido de escoria menor a 25%.

b.3. Cementos Portland Compuesto Tipo 1 (Co) (NTP 334.073):

Cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y materiales calizos (travertino), hasta un 30% de peso.

b.4. Cemento de Albañilería (A) (NTP 334.069): Cemento obtenido por La pulverización de Clinker Portland y materiales que mejoran la plasticidad y la retención de agua.

c) Cementos Portland Especiales

Los cementos portland especiales son los cementos que se obtienen de la misma forma que el portland, pero que tienen características diferentes a causa de variaciones en el porcentaje de los componentes que lo forman.

C.1. Portland férrico.

El Pórtland férrico está caracterizado por un módulo de fundentes de 0,64. Esto significa que este cemento es muy rico en hierro. En efecto se obtiene introduciendo cenizas de piritita o minerales de hierro en polvo. Este tipo de composición comporta por lo tanto, además de una mayor presencia de Fe_2O_3 , una menor presencia de $3CaO \cdot Al_2O_3$ cuya hidratación es la que desarrolla más calor. Por este motivo estos cementos son particularmente apropiados para ser utilizados en climas cálidos. Los mejores cementos férricos son los que tienen un módulo calcáreo bajo, en efecto estos contienen una menor cantidad de $3CaO \cdot SiO_2$, cuya hidratación produce la mayor cantidad de cal libre ($Ca(OH)_2$). Puesto que la cal libre es el componente mayormente atacable por las aguas agresivas, estos cementos, conteniendo una menor cantidad, son más

resistentes a las aguas agresivas.

C.2. Cementos blancos.

Contrariamente a los cementos férricos, los cementos blancos tienen un módulo de fundentes muy alto, aproximadamente 10. Estos contienen por lo tanto un porcentaje bajísimo de Fe_2O_3 . El color blanco es debido a la falta del hierro que le da una tonalidad grisácea al Portland normal y un gris más oscuro al cemento ferrico. La reducción del Fe_2O_3 es compensada con el agregado de fluorita (CaF_2) y de criolita (Na_3AlF_6), necesarios en la fase de fabricación en el horno. Para bajar la calidad del tipo de cemento que hoy en día hay 4: que son tipo I 52,5, tipo II 52,5, tipo II 42,5 y tipo II 32,5; también llamado pavi) se le suele añadir una adición extra de caliza que se le llama clinkerita para rebajar el tipo, ya que normalmente el clinker molido con yeso sería tipo I

C.3. Cementos de mezclas.

Los cementos de mezclas se obtienen agregando al cemento Portland normal otros componentes como la puzolana. El agregado de estos componentes le da a estos cementos nuevas características que lo diferencian del Portland normal.

2.2.3.6. Los cementos en el Perú

La introducción del cemento en el Perú se inicia en la década de 1860. En efecto, en 1864 se introdujo en el Arancel de Aduanas, la partida correspondiente al denominado "Cemento Romano", nombre inapropiado que designaba un producto con calidades hidráulicas desarrollado a inicios del siglo.

En 1869 se efectuaron las obras de canalización de Lima, utilizando este tipo de cemento. En 1902 la importación de

cemento fue de 4,500 T.M. Posteriormente, en 1904 el Ingeniero Michel Fort publicó sus estudios sobre los yacimientos calizos de Atocongo, ponderando las proyecciones de su utilización industrial para la fabricación de cemento. En 1916 se constituyó la Cía. Nac. de Cemento Portland para la explotación de las mencionadas canteras.

Las construcciones de concreto con cemento Portland se inician en la segunda década del siglo con elementos estructurales de acero, como el caso de las bóvedas y losas reforzadas de la Estación de Desamparados y la antigua casa Oechsle. También, en algunos edificios del Jr. de la Unión y en el actual teatro Municipal. A partir de 1920 se generaliza la construcción de edificaciones de concreto armado, entre ellos las aún vigentes: Hotel Bolívar, Sociedad de Ingenieros, Club Nacional, el Banco de la Reserva, la Casa Wiesse y otros. Asimismo, se efectúan obras hidráulicas, la primera de ellas la Bocatoma del Imperial, construida en 1921, empleando la cantidad de 5,000 m³ de concreto.

En el período 1921 - 1925 se realizan importantes obras de pavimentación en Lima, dentro de las que debemos incluir la antigua Av. Progreso, aún en servicio con la denominación de Av. Venezuela.

La Industria Peruana del Cemento, inicia su actividad productiva en el año 1924 con la puesta en marcha de la Planta Maravillas, propiedad de la Compañía Peruana de Cemento Portland.

Hasta mediados de siglo el consumo en otras regiones fue muy reducido, abasteciéndose mayormente por la importación. En 1955 inicia la producción Cemento Chilca S.A., con una pequeña planta en la localidad del mismo nombre, pasando posteriormente a formar parte de la Compañía Peruana de Cemento Portland.

El monopolio que de hecho existía en el país en el sector cemento, centralizado en la región capital, fue roto con la formación de dos empresas privadas descentralizadas, Cementos Pacasmayo S.A., en 1957 y Cemento Andino S.A. en 1958. Posteriormente, la empresa capitalina instaló una pequeña planta en la localidad de Juliaca, que inició la producción en 1963, denominada en la actualidad Cemento Sur S.A. y en 1956 se crea la fábrica de Cemento Yura S.A. en Arequipa.

En el Perú, actualmente tenemos las siguientes empresas cementeras:

Tabla 2: Empresas de cemento en el Perú

Nombre	Ubicación
Cementos Lima S. A.	Atocongo – Lima.
Cementos Pacasmayo S. A.	Pacasmayo - La Libertad.
Cemento Andino S. A.	Condorcocha - Tarma (Junín).
Cemento Yura S. A.	Yura – Arequipa.
Cemento Sur S. A.	Caracoto - Juliaca (Puno).
Cemento Rioja.	Pucallpa – Ucayali.

Nota:

El cemento en el Perú se comercializa en bolsas de 42.5 kg. De papel krap extensible tipo Klupac, que usualmente están entre dos y cuatro pliegos, de acuerdo a los requerimientos de transporte o manipuleo eventualmente y por condiciones especiales pueden ir provistas de un refuerzo interior de polipropileno. Estas bolsas son ensayadas para verificar su porosidad al aire, absorción, impermeabilidad.

A) REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS OBLIGATORIOS

De acuerdo a las Normas Técnica Peruanas NTP 339.009, los requisitos físicos y químicos de los cementos Pórtland, se muestran en un cuadro resumen a continuación:

Tabla 3: Requisitos Físicos del Cemento Portland

Requisitos Físicos	TIPO					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Resistencia a la compresión min. Kg/cm²						
3 días	120	100	80	100	130	130
7 días	190	170	150	170	200	200
28 días	280	280	210	280	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave, % máximo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Resistencia a los sulfatos% Máximo de expansión	-	-	0.04 14 días	0.10 6 meses	-	-
Calor de hidratación, máx., KJ/Kg Max, KJ/Kg						
7 días	-	290	-	-	290	-
28 días					330	

Tabla 4: Requisitos Químicos del Cemento Portland

Requisitos Químicos	TIPO					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Oxido de Magnesio (Mg O), máx., %	6.0	6.0	6.0	-	6.0	6.0
Trióxido de Azufre (SO₃), máx., %	3.5	3.0	2.3	-	4.0	4.0
Perdida por Ignición, máx., %	3.0	3.0	3.0	-	5.0	8.0
Residuo Insoluble, máx. , %	0.8	0.8	0.8	-	-	-
Aluminato tricalcico (C3 A), máx., %	-	8.0	5.0	-	-	-
Álcalis Equivalentes (Na₂O + 0.658K₂O), máx., %	0.6	0.6	0.6	-	-	-

2.2.3.7. Relación de resistencia del concreto utilizando con los de más tipos de cemento

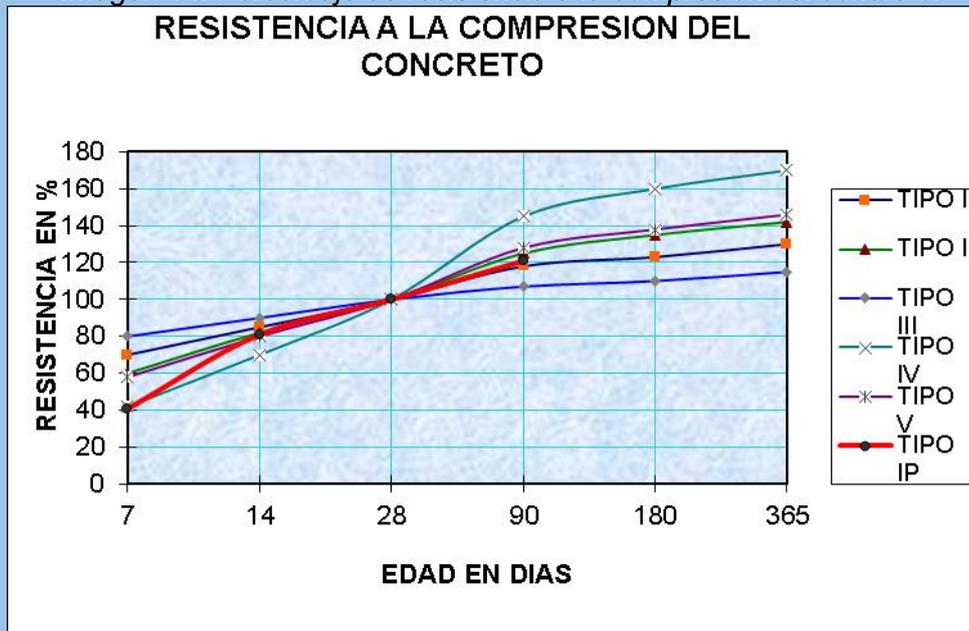
Para los diferentes tipos de cemento que se tiene como el Portland IP, I, II, III, IV, V, se revisaron investigaciones de las variaciones de resistencias de cada tipo de cemento.

Tabla 5: Porcentaje de resistencia de los diferentes tipos de cemento

Días	TIPO IP	TIPO I	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TIPO V
7	41 %	70 %	60 %	80 %	42 %	58 %
14	81 %	85 %	82 %	90 %	70 %	80 %
28	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
90	121 %	118 %	125 %	107 %	145 %	128 %
180		123 %	135 %	110 %	160 %	138 %
365		130 %	142 %	115 %	170 %	146 %

Fuente: Pasquel Carbajal, Enrique

Imagen 14: Porcentaje de resistencia a la compresión del concreto.



De la tabla y el gráfico mostrado se tienen los porcentajes de los diferentes tipos de cemento puesto que el cemento puzolánico en la mayoría de los textos mencionan tener resistencias mayores a largo plazo.

Normas Técnicas Peruanas de cemento.

NTP 334.009:1997. Cemento Portland. Requisitos.

NTP 334.044:1997. Cemento Portland Puzolánico IP y I (PM).

NTP-334.069:1998. Cemento de Albañilería. Requisitos.

NTP-334.083:1997. Cemento Portland Adicionados tipos P y S.

NTP 334.084:1998 CEMENTOS. Aditivos funcionales a usarse en la producción de cementos Portland.

NTP 334.085:1998 CEMENTOS. Aditivos de proceso a usarse en la producción de cementos Portland.

NTP 334.087:1999 CEMENTOS. Adiciones minerales en pastas, morteros y concretos.

NTP 334.088:1999 CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón, concreto.

NTP 334.089:1999 CEMENTOS: Aditivos incorporados de aire en pastas, morteros y concreto.

NTP 334.076:1997 CEMENTOS. Aparato para la determinación de los cambios de longitud de pastas de cementos y morteros fraguados.

NTP 334.077:1997 CEMENTOS. Ambientes, de almacenamiento utilizados en los ensayos de cemento

NTP 334.079:1996 CEMENTOS. Especificación normalizada para pesas y mecanismos de pesada para usos en los ensayos físicos de cemento

NTP 334.074-1997 CEMENTOS. Determinación de la consistencia normal

NTP 334.075:1997 CEMENTOS. Cemento Portland. Método de ensayo para optimizar el SO₃

TP 334.045:1998 CEMENTOS. Métodos de ensayo para determinar la finura por tamizado húmedo con tamiz normalizado de 45 µm

NTP 334.048:1997 CEMENTOS. Determinación del contenido de aire en morteros de cemento hidráulico

NTP 334.052:1998 CEMENTOS. Ensayo para determinar el falso fraguado del cemento.

NTP 334.002:1997 CEMENTOS. Determinación de la finura expresada por la superficie. Específica.

NTP 334.003:1998 CEMENTOS. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.

NTP 334.051:1998 CEMENTOS. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland cubos de 50mm de lado.

NTP 334.006:1997 CEMENTOS. Determinación del fraguado utilizando la aguja de Vicat.

NTP 334.064:1999 CEMENTOS. Método para determinar el calor de hidratación de cementos Portland.

NTP 334.004:1999 CEMENTOS. Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen.

NTP 334.053:1999 CEMENTOS. Ensayo para determinar el falso fraguado de cemento. Método del mortero.

NTP 334.066:1999 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad puzolánico utilizando cemento Portland.

2.2.4. Agua en el Concreto

Hace notar que el agua es un elemento indispensable para la hidratación del concreto y el desarrollo de sus propiedades, por consiguiente, el componente tiene que cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química y no

generar ningún inconveniente en la producción y en las propiedades del concreto.

Como requisito de carácter general y sin que ello implique la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, se podrá emplear como aguas de mezclado aquellas que se consideren potables, *Pasquel. E*

2.2.4.1. Agua para la mezcla

El agua para mezclar en el concreto tiene tres funciones principales: primera, reaccionar con el cemento para hidratarlo; segundo, actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto; propagar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse. La cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto, es mayor a la necesaria para hidratación de cemento, esto se da normalmente por razones de trabajabilidad.

2.2.4.2. Requisitos de calidad

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse.

La norma peruana NTP 339.088 considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

Tabla 6: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm Máximo
Cloruros (ión Cl)	1,000 ppm Máximo
pH	5 a 8 Máximo

Fuente: Abanto Castillo, Flavio. (2013). Tecnología del concreto.

Recomendaciones adicionales:

- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ión férrico, será de 1 ppm.
- El agua deberá estar libre de azúcares o sus derivados. Igualmente lo estará de sales de potasio o de sodio.
- Si se utiliza aguas no potables, la calidad del agua, determinada por análisis de laboratorio, deberá ser aprobada por la Supervisión.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basará en resultados en los que se ha utilizado en la preparación del concreto el agua de la fuente elegida.

Agua para el curado del concreto

En general, el agua que es adecuada para la mezcla también lo es para el curado por otro lado, en la producción de concreto es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como por el curado del concreto.

2.2.4.3. Requisitos del Comité 318 del ACI:

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis,

ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.

- El agua de mezclado para concreto premezclado o para concreto que deberá contener elementos de aluminio embebidos, incluida la porción del agua de mezclado que es contribuida en forma de agua libre sobre el agregado, no deberá contener cantidades peligrosas de ión cloruro.
- No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas:
 - La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.
 - Los cubos de ensayo de morteros preparados con aguas de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales a por lo menos el 90% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable. Los ensayos de comparación de resistencia deberán ser preparados con morteros, idénticos con excepción del agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la Norma ASTM C 109 "Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar" (Empleando especímenes cúbicos de 2" ó 50 mm).

2.2.5. Agregados para el concreto

Define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

Hace un tiempo, el agregado era considerado como un material inerte, disperso en la parte de cemento para producir un gran volumen de concreto. El agregado no es inerte, pues sus propiedades físicas, térmicas, y en ocasiones hasta químicas, pueden influir en el desempeño, por ejemplo mejorando el control en su durabilidad, estabilidad de volumen los de la pasta de cemento, resistencia a la compresión, trabajabilidad y peso unitario del concreto endurecido.

La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efecto importante no sólo en el acabado y calidad final del concreto sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios volumétricos y peso unitario del concreto endurecido.

La norma de concreto E-060, recomienda que a pesar que en ciertas circunstancias los agregados que no cumplen con los requisitos estipulados han demostrado un buen comportamiento en experiencias de obras ejecutadas, sin embargo debe tenerse en cuenta que un comportamiento satisfactorio en el pasado no garantiza buenos resultados bajo otras condiciones y en diferentes localizaciones, en la medida de lo posible deberán usarse agregados que cumplan con las especificaciones, según Abanto. F.

2.2.5.1. Importancia del agregado para concreto

Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección, además que agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto por otra parte son estos elemento los que proporcionan una estabilidad volumétrica al concreto y durabilidad.

2.2.5.2. Clasificación de los agregados para concreto

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

A). Por su procedencia

Se clasifican en:

Agregados naturales: Son formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles y miles de años, son extraídos, seleccionados y procesado por optimizar su empleo en la producción de concreto. Estos agregados somos de uso más frecuente nivel mundial y particularmente en el país, su amplia disponibilidad tanto en calidad, cantidad, lo que lo hacen ideales para producir concreto.

Agregados artificiales: Proviene de un proceso de transformación de materiales naturaleza, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. Algunos agregados de este tipo son, escoria de altos hornos, la arcilla hornear, en concreto reciclado, la microsilice etc. Para conocer el verdadero potencial de este tipo de agregados, necesitamos hacer mayor investigación sobre sus propiedades y su desempeño en el concreto

B). Por su gradación

La gradación es la distribución volumétrica de las partículas, que como ya se mencionó, tiene mucha importancia en concreto. De acuerdo la gradación podemos practicar el agregado en:

- **El agregado fino:** Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es

la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

- **El agregado grueso:** Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Esta es una acción que responde a consideraciones de tipo práctico, ya que, las técnicas de procesamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a separarlos de esta manera, con el fin de poder tener un mejor control en procesamiento y empleo.

C). Por su densidad.

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal, comprendidos entre 2.50 a 2.75 ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75. Cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y para cada caso.

D). Por el origen, forma y textura superficial.

Por naturaleza los agregados tienen forma irregularmente geométrica compuestos aleatoriamente por caras redondeadas y angularidades. En términos descriptivos la forma de los agregados puede ser:

- **Angular:** Cuyos bordes están bien definidos y formado por la intersección de sus caras (planas) además de poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
- **Sub angular:** Evidencian algo de desgaste en caras y bordes, pero las caras están intactas.
- **Sub redondeada:** Considerable desgaste en caras y bordes.
- **Redondeada:** Bordes desgastados casi eliminados.

- **Muy Redondeada:** Sin caras ni bordes.

Respecto de la textura superficial estas pueden ser:

- Lisa
- Áspera
- Granular
- Vítrea
- Cristalina

La textura superficial depende de la dureza, tamaño del grano y las características de la roca original. La forma y la textura del material pueden influir altamente en la resistencia a la flexión del concreto estas características se deben controlar obligatoriamente en los concretos de alta resistencia. También se puede afirmar que la forma y textura de las arenas influyen en los requerimientos de agua en el concreto.

E). Por el tamaño del agregado

Según su tamaño, los agregados para concreto son clasificados en:

- Agregados finos (arenas).
- Agregados gruesos (piedras).

2.2.5.3. Propiedades del agregado

A). Propiedades físicas.

Menciona varias propiedades físicas comunes del agregado, conocidas desde el estudio el de la física, son relevantes para el comportamiento del agregado en el concreto y para las propiedades del concreto hecho con el agregado dado, según *Riva. E.*

A.1. Peso específico o gravedad específica

El peso específico de los agregados, que se expresan también como densidad relativa, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de un buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales.

Aplicado a los agregados, el concepto de peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo: Pudiendo definirse al peso específico como la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua, libre de gas.

La norma ASTM C128 considera tres formas de expresión de la gravedad:

A.1.1. Peso específico de masa: El cual es definido por la norma ASTM E-12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

A.1.2. Peso específico de masa saturado superficialmente seco (SSS): El cual es definido como el peso específico de masa, excepto que ésta incluye el agua en los poros permeables.

A.1.3. Peso específico aparente: el cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

En las determinaciones del peso sólido y el volumen absoluto, así como en la selección de las proporciones de la mezcla, se utiliza el valor del peso específico de masa.

A.1.4. Ensayos: La norma ASTM C128 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino. La norma ASTM C127 indica el procedimiento para determinar el peso específico del agregado grueso. Propiedades físicas de los agregados.

A.2. Peso unitario

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico del material. Este Valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y. en el caso de dosificarse el concreto por volumen. El peso unitario está influenciado por:

- Su gravedad específica.
- Su granulometría.
- Su perfil y textura superficial.
- Su contenido de humedad.
- Su grado de compactación de masa.

El peso unitario varía con el contenido de humedad. En el agregado grueso incrementos en el contenido de humedad

incrementado el peso unitario. En el agregado fino incrementos más allá de la condición de saturado superficialmente seco 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.

- **Ensayos:** La determinación del precio unitario de los agregados, ya sea suelto o compactado, se efectúa de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C29.

A.3. Porcentaje de vacíos.

Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. Se evalúa usando la siguiente expresión recomendada por ASTM C 29.

$$\%vacio = \frac{(SxW - PUC)}{SxW} x 100$$

Donde:

S = Peso especifico de masa.

W = Densidad del agua.

P.U.C. = Peso unitario compactado seco del agregado.

A.4. Absorción.

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegando a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia que se refleja de concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencias en las propiedades resistentes y en la trabaja

habilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones debidas.

Ensayos: La determinación de Absorción de los agregados, ya sea suelto o compactado, se efectúa de acuerdo a lo indicado en las normas ASTM C127 y 128.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{(W_{SSS} - W_{\text{seco}})}{W_{\text{seco}}} \times 100$$

Donde:

W_{SSS} = Peso saturado superficialmente seco.

W_{seco} = Peso seco.

A.5. Humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W_{\text{natural}} - W_{\text{seco}})}{W_{\text{seco}}} \times 100$$

Es la cantidad

de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

Donde:

W_{natural} = Peso natural.

W_{seco} = Peso seco.

A.6. Granulometría

Define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de los agregados. Ello se logra separando el material por procedimientos mecánicos empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas. A esto se le denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la

representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, según *Cachay. R.*

Los valores agregados se representan gráficamente en un sistema ordenado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada. Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de los agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos específicos muy diferentes, hay que hacer las comparaciones a volumen absoluto para que se representa realmente la definición volumétrica que es la que interesa por el elaboración del concreto.

Las series de mallas, y seis estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por la malla cuadrada de 3" la siguiente es igual a la mitad del anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma secuencia, pero el nombre de las mallas establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada.

Otro concepto importante que debemos tomar en cuenta es el del Tamaño Máximo, que en términos generales es menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado. Se define operativamente como Tamaño Máximo Nominal (TMN) el correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido. En la tabla N° 8, correspondiente a los anexos, se muestran los valores de las mallas estándar

A.7. Módulo de Fineza

En la búsqueda de caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de

los agregados, se definió hace muchos años al módulo de fineza.

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el año 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del módulo de fineza, reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica.

Debe tenerse muy claro que su criterio que se aplica tanto al agregado grueso como al agregado fino, pues es general y sirve para caracterizar cada agregado independientemente con la mezcla de agregados en conjunto.

La base experimental que apoya al concepto del módulo de fineza es que es que granulometrías que tengan igual modo de fineza independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad de resistencia, lo que lo convierte en un parámetro ideal para el diseño de control de mezclas.

B). Propiedades resistentes de los agregados.

B.1. Calidad de los agregados.

Uno de los factores que en la práctica nos vemos obligados a considerar con más frecuencia como variable, es la calidad granulométrica de los agregados, entendiendo por tal la granulometría y el tamaño máximo

Esta nueva variable, calidad granulométrica de los agregados, la podemos introducir en la siguiente forma que se muestra en la figura N° 9, mostrado en los anexos gráficos,

considerando que su principal influencia es sobre las restantes variables que componen el círculo.

B.1. Resistencia.

La resistencia de los agregados dependen de su composición textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles.

La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

La norma británica establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura.

La resistencia en comparación está inversamente relacionada con la porosidad y la absorción y directamente con el peso específico. Agregados normales con peso específico entre 2.5 y 2.7, tienen resistencia en compresión del orden de 750 a 1200 Kg/cm². Los agregados ligeros con peso específico entre 1.6 y 2.5, usualmente manifiestan resistencias de 200 a 750 Kg/cm².

B.2. Tenacidad.

Esta característica está asociada con la resistencia al impacto del material. Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.

B.3. Dureza.

Se define como dureza de un agregado a su resistencia a la erosión abrasión o en general al desgaste. La dureza de las partículas depende de sus constituyentes.

Entre las rocas a emplear en concretos éstas deben ser resistentes a procesos de abrasión o erosión y pueden ser el cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas.

B.4. Módulo de elasticidad.

Es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

C). Propiedades térmicas de los agregados.

(Según Riva. E, 2000(15)) Condicionan el comportamiento de los agregados ante el efecto del gradiente de temperatura. Estas propiedades tienen importancia básica del concreto pues el calor de hidratación generado por el cemento, además de los cambios térmicos ambientales que actúan sobre los agregados provocando dilataciones, expansiones retención por disipación de calor según sea el caso.

Las propiedades térmicas están afectadas por la condición de humedad de los agregados, así como por la porosidad, por lo que sus valores son bastante variables.

C.1. Coeficiente de expansión.

Cuantifica la capacidad de aumento de dimensiones de los agregados en función de la temperatura, depende mucho de la composición y estructura interna de las rocas y varía significativamente entre los diversos tipos de roca.

En los agregados secos es alrededor de un 10% mayor que en estado parcialmente saturado. Los valores oscilan normalmente entre 0.9×10^{-6} a 8.9×10^{-6} / °C.

C.2. Calor específico.

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar en un grado centígrado la temperatura. No varía mucho en los diversos tipos de roca salvo en el caso de agregados muy ligeros y porosos.

C.3. Conductividad térmica.

Es la mayor o menor facilidad para conducir el calor. Está influenciada básicamente por la porosidad siendo su rango de variación relativamente estrecho. Los valores usuales en los agregados son de 1.1 a 2.7 BTU/ pie.hr. °F

C.4. Difusividad.

Representa la velocidad con que se pueden producir cambios térmicos dentro de una masa. Se expresa como el cociente de dividir la conductividad entre el producto de calor específico por la densidad.

D). Propiedades químicas.

D.1. Reacción álcali-sílice.

Los álcalis en el cemento están constituidos por el óxido de sodio y de potasio quienes en condiciones de temperatura y humedad pueden reaccionar con ciertos minerales, produciendo un gel expansivo normalmente para que se produzca esta reacción es necesario contenidos de álcalis del orden del 0.6% temperaturas ambientes de 30°C y humedades relativas de 80% y un tiempo de 5 años para que se evidencie la reacción.

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones que se encuentran definidas en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado.

D.2. Reacción álcali-carbonatos.

Se produce por reacción de los carbonatos presentes en los agregados generando sustancias expansivas, en el Perú no existen evidencias de este tipo de reacción.

Los procedimientos para la evaluación de esta característica se encuentran normalizados en ASTM C-586.

2.2.5.4. Agregado fino

Se define como agregado fino aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el tamiz ASTM estándar de 3/8" y retiene en el malla N° 4 que, cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037 ó ASTM C33.

a) Requisitos

El agregado podrá consistir en arena natural o manufacturada o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes, libre de polvo, partículas escamosas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

b) Granulometría

El agregado será gradado dentro de los índices indicados en las normas NTP 400.037 ó ASTM C33. Los límites ASTM

Preferentemente el módulo de fineza no deberá ser menor que 2.3 ni mayor que 3.1 debiendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla.

e) Partículas Inconvenientes

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder de los siguientes límites:

- Partículas de arcilla y partículas desmenuzables.....3%
 - Material más fino que la Malla N°200:
- Concretos sujetos a abrasión.....3%
- Otros concretos.....0.5%
 - Carbón:
- Cuando la apariencia superficial del concreto es
 - Importante.....0.5%
- Otros Concretos.....1%

2.2.5.5. Agregado grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y que cumple con los límites establecidos por la norma ITINTEC 400.037 6 ASTM C33.

a) Requisitos

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semi-angular, limpias, duras, compactas, resistentes, de textura preferentemente rugosa, libres de material escamoso o partículas blandas.

b) Granulometría

El agregado grueso de estará graduado dentro de los límites especificados en las normas NTP 400.03 ó ASTM C33, los límites ASTM. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberán cumplir en obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en

la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa por la malla de 1/4".

c) Tamaño máximo

De acuerdo a la norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasan la muestra de agregado grueso. Granulometrías muy disímiles pueden dar el mismo Valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse presente en la selección del agregado, de su granulometría y las proporciones de la mezcla,

d) Tamaño máximo nominal

De acuerdo a la norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde 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.
- Un tercio del peralte de losas.
- Tres cuartos el espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales, paquetes de barras, tendones, conductos de pre esfuerzo.

e) Partículas Inconvenientes

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso no deberá exceder de los siguientes valores:

- Arcilla0.25%
- Partículas deleznable.....5.00%
- Material más fino que pasa la malla N° 200.....1.00%

Carbón y lignito:

- Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia.....0.50%
- Otros concretos.....1.00%

El agregado grueso cuyos límites de partículas perjudiciales excedan a los indicados, podrá ser aceptado siempre que en un concreto preparado con agregado de la misma procedencia; haya dado un servicio satisfactorio cuando ha estado expuesto de manera similar al estudiado; o en ausencia de un registro de servicios siempre que el concreto preparado con el agregado tenga características satisfactorias, cuando es ensayado en el laboratorio.

2.2.5.6. Propiedades principales del concreto fresco

a). Trabajabilidad

Está definida por la mayor o menos dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto, su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas que se disponga durante las etapas del proceso, ya que, un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no necesariamente es así si dichas condiciones cambian. Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra, con los medios de compactación del que se disponga. La trabajabilidad depende de las dimensiones del elemento, secciones armadas y medios de puesta en obra. Así existirá una mayor trabajabilidad cuando contenga más agua, más finos y agregados redondeados, pero la consecuencia es que repercutirá en bajar la resistencia final del concreto. También al contener la mezcla mayor cantidad de cemento puede ayudar a disminuir el efecto ya mencionado en la resistencia. Por lo general un concreto es trabajable, cuando en su

desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos 1/4" sobre el agregado grueso.

El método tradicional de medir la trabajabilidad ha sido desde hace muchos años el "slump" o asentamiento con el cono de Abrams, ya que, permite una aproximación numérica a esta propiedad del concreto.

b). Estabilidad

Es el desplazamiento o flujo que se produce en el concreto sin medir la aplicación de fuerzas externas. Se cuantifica por medio de la exudación y la segregación, evaluadas con métodos estándar que permiten comparar dichas características entre varios diseños, siendo obvio que se tiene que buscar valores mínimos.

Es interesante notar que ambos fenómenos no dependen expresamente del exceso de agua en la mezcla, sino, del contenido de poros y de las propiedades adherentes de la pasta.

c). Compactibilidad

Es la medida de la facilidad con que puede compactarse el cemento fresco. Existen varios métodos que establecen el denominado "factor de compactación", que evalúa la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total, que consiste en el cociente de la densidad suelta del concreto en la prueba, entre la densidad del concreto compactado.

La prueba consiste en llenar el cono superior con concreto, depositándolo sin dejarlo caer para que no haya compactación adicional. A continuación se abre la compuerta inferior para que caiga por su propio peso y llene el segundo cono con lo que se estandariza la condición de compactación adicional. Finalmente

luego de enrazar el cono se abre la segunda compuerta y el concreto cae por su propio peso para llenar un molde cilíndrico estándar.

Se obtiene el peso unitario del concreto en el molde y el valor se divide entre el peso unitario obtenido con la prueba estándar en tres capas, con 25 golpes cada uno.

d). Movilidad

Es la facilidad del concreto a ser desplazando mediante la aplicación del trabajo externo. Se evalúa en función a la viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte.

La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados, y la resistencia interna al corte le provee la habilidad a las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta. Las pruebas desarrolladas en la actualidad para medir estos parámetros son solo aplicables a niveles sofisticados de laboratorio.

e).Segregación

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan un tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales), lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

Cuando la viscosidad del mortero se produce por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente; las partículas gruesas se separan del

mortero y se producen lo que se conoce como segregación, es decir, separación de los áridos gruesos y finos.

f). Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Está influenciada por la cantidad de poros en los agregados y la finura del cemento, por lo que, cuanto más fina es la molienda del cemento y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor, pues se retiene el agua de mezcla. *La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluar y controlar los efectos negativos que pudiera tener.*

g). Contracción

La pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química entre esta y el cemento, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es llamada contracción por secado, que es la responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, dado que ocurre tanto en el estado plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

Este proceso no es irreversible, ya que, si se repone el agua perdida por secado, se recupera gran parte de la contracción ocurrida.

2.2.5.7. Propiedades principales del concreto endurecido

a).Estructura interna del concreto

En la figura10 (anexos), se puede apreciar el esquema típico de la estructura interna del concreto endurecido, que consiste en el aglomerante, estructura básica matriz,

Constituida por la pasta de cemento y agua, que aglutina a los agregados grueso y fino, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propias.

Un aspecto sumamente importante en la estructura del concreto endurecido reside en la porosidad o sistema de vacíos. Gran parte de agua que interviene en la mezcla, solo cumple la función de lubricante en el estado plástico, ubicándose en líneas de flujo y zonas de sedimentación de los sólidos, de manera que, al producirse el endurecimiento y evaporarse, quedan los vacíos o poros, que condicionan el comportamiento posterior del concreto para absorber líquidos y su permeabilidad o capacidad de flujo a través de él.

b).Elasticidad

En general, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que, no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga versus deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "módulo de elasticidad estático" del concreto mediante una recta tangente a parte inicial del diagrama. El módulo de elasticidad estática

es definido como el cambio de esfuerzos con respecto a la deformación elástica, considerándosele como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

c). Resistencia

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como lo son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use.

La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; la textura la estructura y composición de las partículas del agregado influyen sobre la resistencia.

Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

d). Extensibilidad

Es propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que pueda asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad

de ser parcialmente recuperable, estado también relacionado con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente diferentes.

2.2.5.8. Normas y requisitos de los agregados para el concreto

A). Requisitos obligatorios.

A.1. Granulometría.

Los agregados finos y grueso según la norma ASTM C-33, Y NTP 400.037 deberán cumplir con las GRADACIONES establecidas en la NTP 400.012, respectivamente.

Tabla 7: Requisitos granulométricos para el agregado grueso.

Tamaño Nominal	Porcentajes que pasa por los Tamices Normalizados												
	4"	3 ½"	3"	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16
90 a 37.5 mm 3 ½" a 1 ½"	100%	90% a 100%		25% a 60%		0% a 15%		0% a 5%					
63 a 37.5 mm 2 ½" a 1 ½"			100%	90% a 100%	35% a 70%	0% a 15%		0% a 5%					
50 a 25 mm 2" a 1"				100%	90% a 100%	35% a 70%	0% a 15%		0% a 5%				
50 a 4.75 mm 2" a Nº 4				100%	95% a 100%		35% a 70%		0% a 10%		0% a 5%		
37.5 a 19 mm 1 ½" a ¾"					100%	90% a 100%	20% a 55%	0% a 5%		0% a 5%			
37.5 a 4.75 mm 1 ½" a Nº 4					100%	95% a 100%		35% a 70%		10% a 30%	0% a 5%		
25 a 12.5 mm 1" a ½"						100%	90% a 100%	20% a 55%	0% a 10%	0% a 5%			
25 a 9.5 mm 1" a 3/8"						100%	90% a 100%	40% a 85%	10% a 40%	0% a 15%	0% a 5%		
25 a 4.75 mm 1" a Nº 4						100%	95% a 100%		25% a 60%		0% a 10%	0% a 5%	
19 a 9.5 mm ¾" a 3/8"							100%	90% a 100%	20% a 55%	0% a 15%	0% a 5%		
19 a 4 mm ¾" a Nº 4							100%	90% a 100%		20% a 55%	0% a 10%	0% a 5%	
12.5 a 4.75 mm ½" a Nº 4								100%	90% a 100%	40% a 70%	0% a 15%	0% a 5%	
9.5 a 2.36 mm 3/8" a Nº 8									100%	85% a 100%	10% a 30%	0% a 10%	0% a 5%

Fuente: Flavio Abanto Castillo

Nota: Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concretos con la calidad requerida

Además del tamaño máximo también es importante que la cantidad de granos de menor tamaño esté bien balanceada en la composición total del agregado.

Los agregados con falta de esos tamaños tienen una mayor cantidad de espacios vacíos entre sus partículas y puestos en el concreto requerirán más cantidad de pasta.

A.2. Sustancias dañinas.

Se prescribe también que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes:

Tabla 8: Sustancias dañinas.

Agregados descripción	Fino	Grueso
Partículas deleznable	3%	5%
Material más fino que el tamiz No 200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5 %	0.5%

A.3. Materia orgánica.

El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica cuando se determine conforme el ensayo colorimétrico de (Impurezas Orgánicas) de carácter cualitativo, se deberá considerar satisfactorio. Mientras que el agregado fino que no cumpla con el ensayo anterior, podrá ser usado si al determinarse

impurezas orgánicas, la resistencia a compresión medida a los 7 días no es menor de 95%.

2.2.5.9. El Agregado Global (NTP 400.037).

La norma contiene un apéndice y a manera de información acerca de usos granulométricos considerados óptimos, para los proporcionamientos de finos y gruesos en el diseño de mezclas, dentro de los cuales se pueden obtener concretos trabajables y compactos.

Esta información tiene carácter de orientación y en ningún caso es prescriptiva.

El agregado global es aquel material compuesto de agregado fino y grueso, cuya granulometría cumple con los límites dados en la siguiente tabla.

Tabla 9: Granulometría del agregado global.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GLOBAL						
Porcentaje en peso (masa) que pasa						
TAMIZ	Tamaño Nominal		Tamaño Nominal		Tamaño Nominal	
	37,5 mm (1 1/2)		19,0 mm (3/4)		9,5 mm (3/8)	
75,0 Mm 3"						
62,5 Mm 2 1/2"						
50,0 Mm 2"	100					
37,5 Mm 1 1/2"	95 A 100	100				
25,0 Mm 1"						
19,0 Mm 3/4"	45 A 80	95 a 100				
12,5 Mm 1/2"					100	
9,5 Mm 3/8"					95 a 100	
6,3 Mm 1/4"						
4,75 Mm No4	25 a 50	35 a 55	30 a 65			
2,36 Mm No8			20 a 50			
1,18 Mm No16			15 a 40			
600 Um No30	8 a 30	10 a 35	10 a 30			
300 Um No50			5 a 15			
150 Um No100	0 a 8	0 a 8	0 a 8			

* Incrementar a 10% para finos de roca Triturada,

Fuente: Flavio Abanto Castillo.

2.3. TÉRMINOS RELACIONADOS CON SU COMPOSICIÓN O NATURALEZA

Acelerante

Material que se añade para aumentar la velocidad de endurecimiento del mortero.

Adición:

Materiales que influyen en las propiedades del mortero sin ejercer ninguna influencia perjudicial y cuyo volumen es tomado en cuenta en la dosificación.

Aditivo:

Sustancia que se agrega a la masa en estado fresco para obtener una cualidad de la que carece o para mejorar la que posee.

Aglomerante:

Material capaz de unir varios componentes y dar cohesión al conjunto, por mecanismos exclusivamente físicos (mezcla reversible).

Arcilla:

Material formado por partículas de tamaño inferior a 0,002 mm que proceden de la descomposición de feldespatos; mayoritariamente es una mezcla de sílice (SiO_2) y alúminas (Al_2O_3).

Arena:

Fragmentos de roca disgregada (2-0,06 mm) que dota de dureza y cohesión al mortero al oponerse a la retracción del aglomerante.

Cal:

Conglomerante que incluye formas físicas y químicas de diferentes variedades en las que puede presentarse el óxido y el hidróxido de calcio y de magnesio.

Cal Apagada:

"cal aérea que se compone principalmente de hidróxido de calcio y posiblemente magnesio, que resulta de la hidratación controlada de la cal viva. No da reacción exotérmica cuando se pone en contacto con agua. Se produce en forma de polvo seco (hidrato de cal) o como pasta (pasta de cal)".

Cal Hidráulica:

Cal viva que por su contenido en sílice, aluminio y hierro, tiene la cualidad de poder endurecer tanto en contacto con el aire como en el agua.

Cal Viva:

Cal aérea que se compone principalmente de óxido de calcio y óxido de magnesio, producida por calcinación de caliza o roca dolomítica, de reacción exotérmica en contacto con el agua.

Cemento Natural:

Conglomerante obtenido por calcinación de marga, piedra compuesta de caliza y arcilla en proporciones adecuadas, sin ningún otro aditivo, para posteriormente proceder a su molienda hasta conseguir un polvo fino.

Cemento Portland:

Conglomerante hidráulico en polvo, obtenido por la mezcla de Clinker más 3-5% de yeso y adiciones diversas.

Conglomerante:

Material que tiene la capacidad de dar cohesión a un conjunto de materiales por reacciones químicas.

Fibra:

Materiales orgánicos o sintéticos añadidos al mortero para evitar fisuras de retracción o para reforzar su resistencia al descuelgue.

Granulometría:

Conjunto de áridos de diferentes tamaños que se utilizan para confeccionar los morteros, utilizado también en la mecánica de suelos.

Lechada:

Masa líquida o fluida, muy fina, elaborada con cal, cemento o distintas mezclas.

Ligante:

Material capaz de dar cohesión a la mezcla por efectos físicos (aglomerante) o reacciones químicas (conglomerante).

Mortero:

Mezcla de un conglomerante (cal, yeso o cemento) más arena, amasados con agua, con o sin aditivos y adiciones para mejorar las propiedades.

Pasta:

Amasado de conglomerante más agua sin la presencia de áridos.

Puzolana:

Fina ceniza de origen volcánico o silíceo que en combinación con la cal le aporta hidráulica.

Retardante:

Aditivo para retardar el endurecimiento del mortero (agua de cal, azúcar, vino).

Textura:

Conjunto de las características de un mortero relativas al tamaño, forma y disposición de sus componentes en el espacio (a nivel microscópico). Disposición, tamaño de los granos y aspecto que presentan las partículas sobre una superficie (a nivel macroscópico).

Yeso:

Sulfato cálcico dihidrato, aljez o piedra yeso, obtenido por calcinación y posterior molienda, compuesto de varias fases anhidras o semihidratadas del sistema sulfato cálcico-agua y que se endurecerá rápidamente cuando se amasa con agua.

Análisis Granulométrico:

Determinación del tamaño y porcentajes de los granos o partículas del material en polvo.

Densidad:

Masa por unidad de volumen expresada en kg/m³.

Impermeabilidad:

Resistencia a la penetración de agua líquida.

Hidráulico:

Propiedad de un mortero de fraguar en contacto con el agua.

Módulo de Elasticidad:

Relación entre la fuerza por unidad de superficie que actúa sobre un cuerpo y la deformación relativa que produce.

Retracción:

Disminución del volumen de un mortero al fraguar por la evaporación del agua de amasado.

Trabajabilidad:

Cualidad que desarrolla la pasta o mortero en el tiempo que transcurre en pasar del estado líquido al plástico, o lo que es lo mismo, el tiempo de inicio de fraguado.

Curado:

Hidratación posterior a la aplicación del mortero.

Fraguado:

Proceso físico-químico de endurecimiento de la pasta o mortero antes de alcanzar su resistencia

CAPÍTULO III

PROPUESTA TÉCNICA DE COBERTORES ORGANICOS

3.1. MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS

3.1.1. Introducción

Menciona que el diseño de mezclas, consiste en aplicar técnicamente los conocimientos sobre sus componentes para obtener requerimientos particulares del concreto requerido en el Proyecto u Obra.

Como se sabe el diseño de Mezclas de Concreto ha estado enfocado muy a menudo de acuerdo a las "Normas" que debiera cumplir cada elemento del diseño, pero estas Normas están enfocadas a un cierto número de condiciones específicas que muchas veces, van en contra de las nuevas circunstancias que se generan en el desarrollo de la Tecnología del Concreto a nivel mundial.

En la actualidad una variedad de Métodos de Diseño de Mezclas Normalizados, pero que solamente se usan en circunstancias que necesitamos un certificado que nos dé un organismo a nivel nacional para fines administrativos y técnicos de las obras.

El Método Tradicional como sabemos especifica que al mezclar el cemento, el agua, el aire atrapado, el agregado (arena y piedra y/o agregado grueso y agregado fino) y en algunos casos aditivos, obtendremos finalmente un sólo material "EI CONCRETO". Pero observamos que los agregados son parte del concreto y por lo tanto no tenemos por qué separarlos en su estudio, pero podemos ver sus propiedades independientemente para un mejor control de ellos.

3.1.2. Definición

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que, en base a la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económico los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

El concreto es un material heterogéneo, el cual está compuesto por material aglutinante como el cemento Pórtland, material de relleno (agregados naturales o artificiales), agua, aire naturalmente atrapado o intencionalmente incorporado y eventualmente aditivos o adiciones, presentando cada uno de estos componentes propiedades y características que tienen que ser evaluadas así como aquellas que pueden aparecer cuando se combinan desde el momento del mezclado.

3.1.3. Consideraciones y/o criterios para el diseño de las mezclas

Es necesario enfocar el concepto del diseño de mezcla para producir un buen concreto tan económico como sea posible, que cumpla con los requisitos requeridos para el estado fresco (mezclado, transporte, colocación, compactado y acabado, etc.) y en el estado endurecido (la resistencia a la compresión y durabilidad, etc.).

En general, se piensa que todas las propiedades del concreto endurecido están asociadas a la resistencia y, en muchos casos, es en función del valor de ella que se las califica. Sin embargo, debe siempre recordarse al diseñar una mezcla de concreto que muchos factores ajenos a la resistencia pueden afectar otras propiedades.

Es usual suponer que el diseño de mezclas consiste en aplicar ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo

cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal.

Finalmente debemos advertir que la etapa de diseño de mezclas de concreto representa sólo el inicio de la búsqueda de la mezcla más adecuada para algún caso particular y que ésta, necesariamente deberá ser verificada antes reconvertirse en un diseño de obra.

Conseguir una mezcla con un mínimo de pasta y volumen de vacíos o espacios entre partículas y consecuentemente cumplir con las propiedades requeridas es lo que la tecnología del concreto busca en un diseño de mezclas.

Antes de dosificar una mezcla se debe tener conocimiento de la siguiente información:

- Los materiales.
- El elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras.
- Resistencia a la compresión requerida.
- Condiciones ambientales durante el vaciado.
- Condiciones a la que estará expuesta la estructura.

Pasos básicos para diseñar una mezcla de concreto.

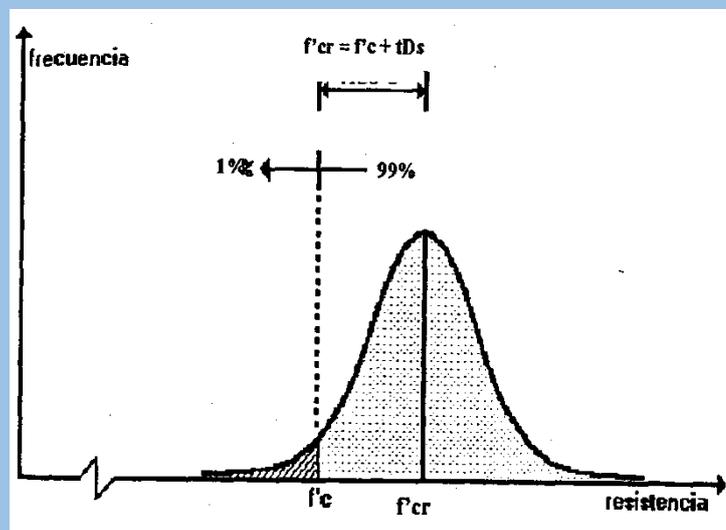
a) Recaudar el siguiente conjunto de información:

- Los materiales.
- Del elemento a vaciar; tamaño y forma de las estructuras.
- Resistencia a la compresión requerida.
- Condiciones ambientales durante el vaciado.
- Condiciones a la que estará expuesta la estructura.

b) Determinar la resistencia requerida

Esta resistencia va estar en función a la experiencia del diseñador o la disponibilidad de información que tenga el mismo, pero siempre vamos a tener que diseñar para algo más de resistencia de tal manera que solo un pequeño porcentaje de las muestras (normalmente el 1%, según el ACI) puedan tener resistencias inferiores a la especificada, como se muestra en la figura.

Imagen 15: Esquema de Comparación Estadística en Ensayos de Concreto



Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas"

El comité ACI 318 - 99 muestra **tres posibles casos** que se podrían presentar al tratar de calcular la resistencia requerida f'_{cr} :

Caso 1: Si se contarán con datos estadísticos de producción en obra así como resultados de la rotura de probetas

En este caso, se utilizarán las siguientes fórmulas para calcular el f'_{cr}

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34D_s \dots \dots \dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33D_s - 35 \dots \dots \dots (2)$$

Dónde:

F'c: Resistencia a la compresión especificada (Kg/cm²)

F'cr: Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm²)

Ds: Desviación estándar en obra (Kg/cm²).

De ambos resultados se escogerá el mayor valor de las fórmulas, siendo este el f'cr requerido con el cual vamos a diseñar.

Caso 2: No contamos con suficientes datos estadísticos (entre 15 y 30 resultados)

En este caso se utilizarán las fórmulas anteriores, donde al valor de Ds se amplificará por un factor de acuerdo a la tabla N°.12

Tabla 10: Factor de Corrección

Nº ENSAYOS	FACTOR DE INCREMENTO (α)
Menos de 15	Usar tabla caso 3
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 a mas	1.00

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas"

Entonces para calcular el f'cr tendremos:

$$f'cr = f'c + 1.34(\alpha Ds)$$

$$f'cr = f'c + 2.33(\alpha Ds) - 35$$

Dónde: α = factor de amplificación.

Caso 3: Contamos con escasos (menos de 15 ensayos) o ningún dato estadístico

Para este caso el Comité del ACI nos indica aplicar la tabla N°13 para determinar el f'cr.

Tabla 11: Resistencia a la Compresión Promedio

f`c ESPECIFICADO	F`cr (Kg/cm2)
<210	f`c + 70
210 a 350	f`c + 84
>350	f`c + 98

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas

c) Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso (TNM).

La mayoría de veces son las características geométricas y las condiciones de refuerzo de las estructuras las que limitan el tamaño máximo del agregado que pueden utilizarse, pero a la vez existen también consideraciones a tomar en cuenta como la producción, el transporte y la colocación del concreto que también pueden influir en limitarlo.

El TNM del agregado grueso no deberá ser mayor de uno de estos puntos:

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

Estas limitaciones a menudo se evitan si la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto puede colocarse sin dejar zonas o vacíos en forma de panal.

d) Selección del asentamiento y tipo de estructuras

Si el asentamiento no se encuentra especificado entonces se puede partir con los valores indicados en la tabla 14 (Tipo de Estructura)

Tabla 12: Asentamiento

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	Asentamiento	
	máximo	mínimo
Zapatas y Muros de cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración		

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas

Para el presente trabajo de investigación se hizo el diseño de mezcla para las estructuras de losas y pavimentos, que fue realizado en el Jr. 5 de abril N° 114 del Distrito de Puno.

e) Determinación del contenido de aire

El ACI 211 establece una tabla que proporciona aproximadamente el porcentaje de contenido de aire atrapado en una mezcla de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso. La tabla proporcionada más adelante indica la cantidad aproximada de contenido de aire atrapado que se espera encontrar en concretos sin aire incluido.

Tabla 13 : Aire Atrapado %

TNM del agregado grueso	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
4"	0.2

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas

En el caso del contenido de aire incorporado también presenta una tabla indicando valores aproximados en función además de las **condiciones de exposición, suave, moderada y severa.**

Estos valores señalados en la tabla (16) no siempre pueden coincidir con las indicadas en algunas especificaciones técnicas. Pero muestra los niveles recomendables del contenido promedio de aire para el concreto, cuando el aire se incluye a propósito por razones de durabilidad

Tabla 14: Aire Atrapado en condiciones suave, moderada y severa

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado	
3/8 "	3.0	%
1/2 "	2.5	%
3/4 "	2.0	%
1 "	1.5	%
1 1/2 "	1.0	%
2 "	0.5	%
3 "	0.3	%
6 "	0.2	%

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas

f) Determinación del volumen de agua

La cantidad de agua (por volumen unitario de concreto) que se requiere para producir un asentamiento dado, depende del tamaño máximo de agregado, de la forma de las partículas y gradación de los agregados y de la cantidad de aire incluido. La tabla (16) proporciona estimaciones de la cantidad de agua requerida en la mezcla de concreto en función del tamaño máximo de agregado y del asentamiento con aire incluido y sin él. Según la textura y forma del agregado, los requisitos de agua en la mezcla pueden ser mayores o menores que los valores tabulados, pero estos ofrecen suficiente aproximación para una primera mezcla de prueba. Estas diferencias de demanda de agua no se reflejan necesariamente en la resistencia, puesto que pueden estar involucrados otros factores compensatorios. Por ejemplo, con un agregado grueso angular y uno redondeado, ambos de buena calidad y de gradación semejante, puede esperarse que se produzcan concretos que tengan resistencias semejantes, utilizando la misma cantidad de cemento, a pesar de que resulten diferencias en la relación a/c debidas a

distintos requisitos de agua de la mezcla. La forma de la partícula, por si misma, no es un indicador de que un agregado estará por encima o por debajo del promedio de su resistencia potencial.

Tabla 15: Volumen Unitario de Agua

Asentamiento	Agua en Lts/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concretos 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	---
Concretos 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: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas"

g) Seleccionar la relación agua/cemento

La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente.

Para condiciones severas de exposición, la relación a/c deberá mantenerse baja, aun cuando los requisitos de resistencia puedan cumplirse con un valor más alto. Las tablas 18 y 19 muestran estos valores límites.

Tabla 16: Relación agua-cemento por Resistencia

f' cr (28 días) Kg/cm ²	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40

400	0.43	---
450	0.38	---

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas"

Tabla 17: Relación Agua-Cemento por Durabilidad. Concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua, presente en el suelo con SO ₄ % en Peso	Sulfato en Agua, como SO ₄ ppm	Cemento Tipo	Relación W/C máxima, en peso. En concretos con agregado de peso normal
Despreciable	0.00 - 0.10	0 - 150	-	-
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1500	11 - 1P -1PM	0.5
Severa	0.20 - 2.00	1500 - 10000	V	0.45
muy severa	sobre - 2.00	sobre - 10000	V + puzolana	0.45

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas"

h) Cálculo del contenido de cemento

Se obtiene dividiendo los valores hallados en los pasos (f)/(g) es decir determinación de agua entre relación agua y cemento (a/c)

i) Cálculo de los pesos de los agregados.

Está en función del método de diseño específico a emplear o basado puntualmente en alguna teoría de combinación de agregados.

Tabla 18: Volumen de Agregado Grueso por Unidad es de Volumen de Concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino (b/b ₀)			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.7
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.84	0.81

* El Agregado Grueso se encuentra en la condición de seco compactado, tal como es definida por la Norma ASTM C 29.
** El cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente b/b_o, permite obtener concretos con una trabajabilidad adecuada para concreto armado usual.
*** Para concreto menos trabajables, tales como los que se requiere en pavimentos, la relación puede incrementarse en un 10 %. Para concretos más trabajables, tales como los concretos bombeados, los valores pueden reducirse en un 10 %.

Fuente: Riva López, Enrique "Diseño de Mezclas

Dónde:

b/b_o = Dato de la tabla, (se obtiene con los datos TMN y PUC)

b_o = Peso Unitario Compactado (PUC)

b= Peso del agregado grueso

j) Presentar el diseño de mezcla en condiciones secas.

Se presenta el diseño en condiciones secas.

k) Corrección por humedad del diseño de mezcla en estado seco

Hay que tener en cuenta la humedad de los agregados para pesarlos correctamente.

Generalmente los agregados están húmedos y a su peso seco debe sumarse el peso del agua que contienen, tanto absorbida como superficial.

Peso agregado húmedo = Peso agregado seco (1 + Cont. humedad del agregado (%))

i) Cálculo del agua efectiva

El agua a utilizarse en la mezcla de prueba debe incrementarse o reducirse en una cantidad igual a la humedad libre que contiene el agregado, esto es, humedad total menos absorción. Para esto se utilizará la siguiente fórmula:

Aporte de humedad de los agregados = (Peso agregado seco) * (% Cont. de humedad - % absorción)

Entonces:

Agua efectiva = (Agua de diseño)– (Aporte de humedad de los agregados)

m) Presentar el diseño de mezcla en condiciones húmedas.

n) Realizar los ajustes a las mezclas de pruebas

Para obtener las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con las características deseadas, con los materiales disponibles se prepara una primera mezcla de prueba con unas proporciones iniciales que se determinan siguiendo los pasos que a continuación se indican.

A esta mezcla de prueba se le mide su consistencia y se compara con la deseada: si difieren, se ajustan las proporciones. Se prepara, luego, una segunda mezcla de prueba con las proporciones ajustadas, que ya garantiza la consistencia deseada; se toman muestras de cilindro de ella se determina su resistencia a la compresión; se compara con la resistencia deseada y si difieren, se reajustan las proporciones. Se prepara una tercera mezcla de prueba con las proporciones reajustadas que debe cumplir con la consistencia y la resistencia deseada; en el caso de que no cumpla alguna de las condiciones por algún error cometido o debido a la aleatoriedad misma de los ensayos, se pueden ser ajustes semejantes a los indicados hasta obtener los resultados esperados.

3.1.4. Secuencias de los principales métodos de diseños de mezclas:

A. Método ACI 211

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, basándose en algunas de las tablas que presentaremos en los anexos gráficos de la presente investigación, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto. El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta en este capítulo es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que se indican de cada una de las tablas.

Independientemente de las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterio del profesional

responsable del diseño de la mezcla, las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el método del Comité 211 del ACI, siguiendo la con la secuencia que a continuación mostramos:

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en comparación especificada y la desviación estándar si se cuenta con ella.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Selección del asentamiento
- Seleccionar del volumen unitario de agua de diseño
- Seleccionar el contenido de aire atrapado
- Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad.
- Cálculo del contenido de cemento.
- Seleccionar el peso del agregado grueso, proporciona el valor de b/b_o , donde b_o y b son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.
- Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.
- Cálculo del volumen del agregado fino.
- Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.
- Presentación del diseño en estado seco.
- Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- Presentación del diseño en estado húmedo.

B. Método del módulo de fineza de la combinación de agregados

En el método del módulo de fineza de la combinación de agregados, los contenidos de agregados fino y grueso varían para las diferentes resistencias, siendo esta variación en función principalmente, de la relación agua - cemento y del contenido total de agua, expresados a través del contenido de cemento de la mezcla.

Este método utiliza como base algunas tablas dadas por el ACI, la principal diferencia radica en la forma en que se calcula los pesos de los agregados, por lo demás todo es similar al método anterior; la secuencia de diseño es la siguiente:

- Selección de la resistencia requerida (f'_{cr})
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Selección del asentamiento.
- Seleccionar el contenido de aire atrapado.
- Seleccionar el contenido de agua.
- Selección de la relación a/c sea por resistencia a compresión o por durabilidad.
- Cálculo del contenido de cemento (e)/(f)
- Cálculo del volumen absoluto de los agregados.
- Cálculo del módulo de fineza de la combinación de los agregados.
- Cálculo del porcentaje de agregado fino

$$\% \text{Agregado Fino} = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

- Cálculo de los pesos secos de los agregados.
- Presentación el diseño en estado seco.
- Corrección del diseño por el aporte de humedad.

- Presentación del diseño en estado húmedo.

C. Método de Walker

El denominado método Walker se desarrolla debido a la preocupación del profesor norteamericano Staton Walker en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia del diseño de concreto y por tanto su relación agua - cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la cantidad de agregado grueso era la misma, ello cuando se aplicaba el método desarrollado por el Comité 211 del ACI.

Considerando que la relación fino - grueso debería variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y que otro factor que debería ser considerado era la mayor o menor fineza del agregado fino, para esto el profesor desarrollo una tabla. En dicha tabla se toma en consideración la fineza del agregado fino, clasificándolo en tres categorías: fino, mediano y grueso. Igualmente se considera si el agregado grueso de perfil redondeado o angular y, para cada uno de los casos, se considera cuatro alternativas de factor de cemento. Todo ello permite encontrar en esta tabla un porcentaje de agregado fino que se considera más conveniente en relación al volumen total de agregado.

Calculando el volumen absoluto de agregado fino, se determina el de agregado grueso por diferencia con el volumen absoluto total de agregado y conocidos ambos, se determina el peso seco de cada uno de ellos en la mezcla.

El procedimiento anterior garantiza una mejor relación fino grueso en la mezcla de concreto. La tabla de Walker corresponde a concreto sin aire incorporado. A continuación mencionamos la secuencia del diseño por este método:

- Selección de la resistencia requerida (f'_{cr})
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

- Selección del asentamiento
- Selección del volumen unitario de agua de diseño.
- Seleccionar el contenido de aire atrapado
- Selección de la relación a/c sea por resistencia a compresión o por durabilidad
- Cálculo del contenido de cemento
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- Determinación del volumen absoluto de agregado total.
- Determinación del porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.
- Determinación del volumen total de agregado grueso.
- Determinación de los pesos secos de los agregados fino y grueso.
- Corrección de los valores de diseño por humedad de los agregados.
- Presentación del diseño en estado húmedo.

D. Método del agregado global (hormigón)

El método del agregado global para diseño de mezclas seguirá la misma secuencia que los demás métodos, con la diferencia que las proporciones de los agregados se calculan con el método del agregado global, siguiendo la con la secuencia que a continuación mostramos:

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en comparación especificada y la desviación estándar si se cuenta con ella.
- Selección del tamaño máximo nominal del hormigón.
- Selección del asentamiento

- Seleccionar del volumen unitario de agua.
- Seleccionar el contenido de aire atrapado.
- Selección de la relación agua/cemento
- Cálculo del factor cemento.
- Cálculo de Volumen absoluto de la pasta
- Cálculo del volumen absoluto del hormigón
- Cálculo del peso en estado seco del hormigón.
- Valores de diseño
- Corrección del diseño por humedad de hormigón
- Proporción en peso.
- Pesos en tanda de un saco.

Proceso de curado con los cobertores orgánicos.

El Instituto Norteamericano del Concreto (ACI) define el clima frío como un período cuando, para más de 3 días consecutivos, se presentan las siguientes condiciones:

- a). La temperatura diaria promedio del aire es menor a 4 °C (40 °F). La temperatura diaria promedio es la media entre las temperaturas más alta y más baja registradas durante un período de medianoche a medianoche.
- b). La temperatura del aire para más de la mitad de un período cualquiera de 24 horas no es superior a los 10 °C (50 °F).

Cuando se debe colocar el concreto con tiempo frío o en una época del año en que es probable que haga frío, se deben desarrollar planes para mantener al concreto a la temperatura apropiada mucho antes de la fecha en que se espera que la temperatura caiga debajo del punto de congelación. Para la colocación de concreto con tiempo frío se debe tener en cuenta lo siguiente:

- b.1) Los diseños de mezclas de concreto desarrolladas para su colocación a temperaturas más frías normalmente tienen mayor cantidad de cemento que aquellas usadas con climas calurosos.
- b.2) El empleo de escoria, ceniza volátil y puzolanas debe reducirse o aún eliminarse a menos que se las necesite para controlar la reacción álcalis-sílice o para proporcionar algún grado de resistencia al ataque de sulfatos. En última instancia, puede ser necesario aumentar el contenido total de materiales cementicios o cambiar el tipo de cemento al tipo III en lugar de los tipos I/II.
- b.3) La dosis necesaria de aditivo incorporador de aire deberá ser menor que la dosis a temperaturas normales.
- b.4) Dado que el concreto necesitará más tiempo para fraguar, también existe un cierto peligro de agrietamiento por contracción plástica, especialmente si el concreto está mucho más caliente que el aire del ambiente o si sopla viento.
- b.5) Los agregados deben hallarse libres de hielo, nieve y terrones congelados antes de su carga en la mezcladora.
- b.6) La temperatura de la mezcla no deberá estar por debajo de los 10 °C (50 °F).
- c).** Se pueden calentar el agua y/o los agregados a menos de 66 °C (150 °F).
- d).** El material debe calentarse uniformemente.
 - d.1) No se debe colocar el concreto si las temperaturas del aire en el sitio o de las superficies sobre el cual será colocado están por debajo de los 4 °C (40 °F).

- d.2) Las cubiertas y otros tipos de protección del concreto contra la congelación deben estar disponibles antes de comenzar la colocación.
- d.3) Debe mantenerse la temperatura del concreto en 10 °C (50 °F) o más por al menos 72 horas posteriores a su colocación y a una temperatura por encima del punto de congelación por el resto del período de curado (cuando el concreto alcanza una resistencia a la compresión de 20 MPa. [3.000 psi]). Las esquinas y los bordes son los más vulnerables a la congelación.
- d.4) Retire y reemplace completamente el concreto que se ha dañado debido a la congelación.
- d.5) El concreto colocado con tiempo frío obtiene lentamente su resistencia. El concreto que contiene materiales cementicios suplementarios obtiene muy lentamente su resistencia.
- d.6) Puede retrasarse el aserrado de juntas para la apertura al tráfico.
- d.7) Verifique la resistencia in situ mediante un método de madurez, el curado con temperaturas coincidentes, ensayos no destructivos o ensayos Sobren testigos antes de abrir el pavimento al tráfico.

Remítase a ACI 306 – Cold Weather Concreting (Colocación de concreto con tiempo frío) para obtener información adicional.

3.2. ASPECTOS GENERALES DEL CURADO.

El curado consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién vaciado, de manera que pueda desarrollar las propiedades deseables. La resistencia y durabilidad del

concreto se desarrollarán en todo su potencial sólo si se cura adecuadamente un concreto.

El efecto de una evaporación mayor causa frecuentemente grietas por contracción plástica y baja la resistencia en la superficie.

El tiempo de curado no se puede ni debe prescribir, la costumbre de indicar siete días como mínimo, se deriva de lo que ocurre con el concreto producido con cemento Portland tipo I normal, para climas húmedos y concretos de poca resistencia. El tiempo de curado debe guardar relación con el tipo de cemento que se usa, con la calidad de concreto deseado, el diseño de mezcla utilizado y la humedad ambiental.

En muchos casos el curado de estructuras en nuestro medio, no llegan a ser mayor de tres días, ya que por ejemplo no se puede tener una losa inundada ya que impediría el avance de los trabajos para niveles superiores. En términos generales dicen los textos que se debe curar por lo mínimo 7 días o hasta que el concreto desarrolle el 70 % de resistencia a la compresión, pero esto si se trabaja con cemento Portland tipo I, pero si se trabaja con cemento Portland tipo IP el cual es el cemento de mayor uso en la actualidad en nuestro medio el 70 % de resistencia recién alcanzan a los 12 días aproximadamente, para esto entonces se debe de tener muchas precauciones en cuanto a curado se refiere.

Cuando se curan concretos a temperaturas menores de 5° C, se debe tomar precauciones para evitar daños por congelación. En concretos de alta resistencia (mayor de 420 kg/cm²) el periodo de curado debe ampliarse, aún más de 28 días, para permitir el desarrollo de la resistencia.

3.2.1. La norma técnica peruana NTP.

La norma técnica peruana NTP 339.033, respecto al curado de testigos de concreto nos menciona 4 ítems muy importantes.

- **Cubrimiento de los testigos después de moldeada.**

Para prevenir la evaporación del agua de la superficie del concreto no endurecido de los testigos, se cubren éstos inmediatamente después de moldeados, preferiblemente con una placa no absorbente y no reactiva o una lámina de plástico durable. También se puede usar para el cubrimiento, trapos o lienzos humedecidos, pero debe cuidarse de mantenerlos húmedos hasta que los testigos se desmolden.

- **Curado inicial.**

Antes del llenado, se colocan los moldes sobre una superficie horizontal rígida y libre de vibraciones. Luego serán protegidos del viento y del sol o de toda otra causa que pueda perturbar al concreto.

Durante las primeras 24 horas después del moldeo, se almacenaran todos los testigos bajo condiciones que mantengan la temperatura ambiente entre 16 °C y 27 °C y que prevengan toda pérdida de humedad. Las temperaturas de almacenamiento pueden ser reguladas por medio de ventilación o por evaporación de agua, arena húmeda o trapos humedecidos, o por uso de dispositivos eléctricos de calentamiento.

El estacionamiento de los testigos se realiza en construcciones provisionarias realizadas en el lugar de la obra, en cajones de madera y zunchados, en depósitos de arena húmeda o siempre que el clima sea favorable cubriéndolas los testigos con trapos húmedos.

- **Testigos para comprobar la calidad y uniformidad del concreto durante la construcción.**

Las probetas hechas con el fin de juzgar la calidad y uniformidad del concreto colocado en obra o para que sirvan como base para decidir sobre la aceptación del mismo, se desmoldan al cabo de 20 h \pm 4 h después de ser vaciados.

Inmediatamente después los testigos se estacionaran en una solución saturada de agua de cal a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, la saturación se puede obtener incorporando tentativamente 2 gramos de cal hidratada por litro de agua, no debiendo estar en ningún momento expuestas al goteo y a la acción del agua en movimiento.

- **Testigos moldeadas para apreciar las condiciones de protección y curado del concreto.**

Los testigos hechos con el fin de determinar la resistencia de un concreto determinado, la misma que sirve para apreciar las condiciones de protección y curado del concreto, o de cuando una estructura puede ser puesta en servicio, se almacenan tan cerca como sea posible del lugar o punto de donde se extrajo la muestra y deben recibir la misma protección contra las acciones climáticas y el mismo curado en toda su superficie que los recibidos por la estructura que representan.

3.2.2. Materiales para concreto

En la presente investigación se ha utilizado los materiales básicos como: agregado grueso (hormigón), agregado fino (arena gruesa) aglomerantes, agua, equipos y herramientas que a continuación se describe las características de cada uno de ellos.

3.2.3. Cemento.

Se ha seleccionado el cemento portland tipo IP, marca RUMI de 42.5 Kg., la selección de dicho cemento se determinó porque es el cemento más utilizado en la región Puno ya que su uso es habitual tanto en la ciudad como en las provincias de la región y departamentos del sur del Perú.

Imagen 16: Presentación del Cemento Yumi Tipo IP.

DESCRIPCION	ILUSTRACION
<p>Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil. Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas.</p> <p>Presentación:</p> <p>Bolsas de 42.5 kg. / Granel / Big Bag de 1.5 TM</p>	

3.2.4. Agregados Naturales

3.2.4.1. Agregado Fino

La consideración del agregado fino en el presente trabajo es de suma importancia, ya que es un componente importante en el diseño de mezclas que se ha realizado, a continuación, se describen alguna de sus propiedades:

Imagen 17: Presentación del Agregado Fino Cantera rio Cutimbo.

DESCRIPCION	ILUSTRACION
<p>El agregado fino o arena se ha extraído de la cantera: Rio cutimbo – Puno.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es una arena natural limpia libre de las cantidades perjudiciales de polvo y terrones el cual no contiene partículas blandas o escamosas. <p>Son partículas limpias duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, cumple con los requisitos de la norma ASTM C 33, que generalmente es satisfactoria para la mayoría de los concretos.</p>	

3.2.4.2. Agregado Grueso (hormigón)

El agregado grueso se ha obtenido naturalmente de la cantera río Cutimbo – Puno.

Imagen 18: Presentación del Agregado Grueso cantera río Cutimbo.

DESCRIPCION	ILUSTRACION
Es el agregado que queda retenido en el tamiz N°4 (4.76mm), esta puede ser proveniente de la clasificación y trituración por medio de una chancadora, u obtenida del hormigón de río. El agregado debe cumplir con los límites establecidos por las norma ASTM o NTP.	

3.2.4.3. Equipos y Herramientas Manuales.

Los equipos y herramientas utilizados en el desarrollo de los ensayos y caracterización de los materiales son los mostrados a continuación y con sus respectivos gráficos.

A). Equipos de Laboratorio.

Equipos de laboratorio utilizados, para el control y dosificación del concreto:

Cubo de 1pie3	(01)
Cono de Abrahams (control de slump)	(01)
Moldes cilíndricos de metal.	(10)
Mescladora de concreto de 9p3	(01)

Imagen 19: Equipos y Laboratorio de Concreto

DESCRIPCION	ILUSTRACION-IMAGEN
01 MESCLADORA DE CONCRETO DE 9P3	
01) MOLDES CILÍNDRICOS DE METAL	
01 CONO DE ABRAHAMS	
01 CUBO DE 1Pie3	



B). Herramientas Manuales.

Las herramientas manuales utilizadas en la preparación del concreto son los siguientes.

Palas para construcción (02)

Buguis y/o carretillas (01)

Cilindros vacíos de metal (02)

Espátulas. (02)

Cubetas de agua. (02)

Martillos de goma. (02)

Imagen 20: Herramientas Manuales.

ILUSTRACION-IMAGEN	ILUSTRACION-IMAGEN
	
	

C). Equipos Electromecánicos.

Como se va a determinar la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido a diversas edades además de notar las propiedades a la abrasión del agregado grueso (piedra chancada) usaremos los siguientes equipos:

Máquina de esfuerzo a la compresión del concreto (01).

Máquina de los Ángeles. (01)

Esclerómetro. (01)

3.2.4.4. Ensayos de Agregado Fino.

A). Características Generales y Muestreo.

Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural de río siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm.

Los agregados finos deben cumplir con ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes, y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas del hormigón.

Para realizar el análisis de las propiedades físicas de los agregados necesitamos realizar el cuarteo del hormigón, este proceso significa tomar tamaños representativos de la misma con el fin de formar un círculo, dividirlo en 4 partes iguales y tomar de estas 2 porciones para nuevamente formar el círculo y cuartearlo, este procedimiento es básico para poder realizar los diferentes ensayos con el agregado.

El objetivo básico del cuarteo es:

- Obtener de la muestra proporciones representativas, es decir; tamaños adecuados para realizar los ensayos en laboratorio.
- Cuartear la muestra cuantas veces sea necesario, para tener mayor uniformidad en el tamaño y realizar los ensayos físicos del agregado

B). Obtención de la Muestra

Los materiales se han extraído de la cantera del rio cutimbo de la, siguiente forma:

Muestra puente arriba: 60%P y 40%F, 55%P y 45%F

Muestra puente: 50%P y 50%F

Muestra puente abajo: 45%P y 55%F

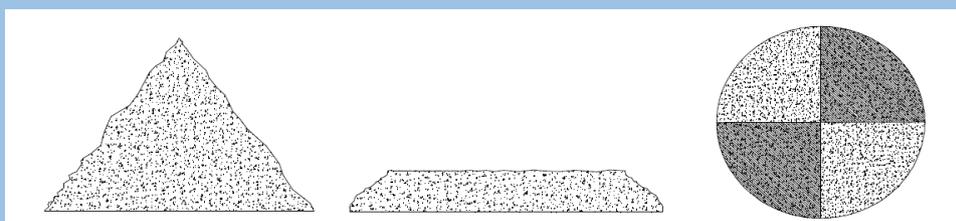
B.1 Método Manual:

La forma de desarrollo de este método esta normada por la Norma Técnica Peruana (NTP) 400 012: 2001. Se debe seguir los siguientes pasos:

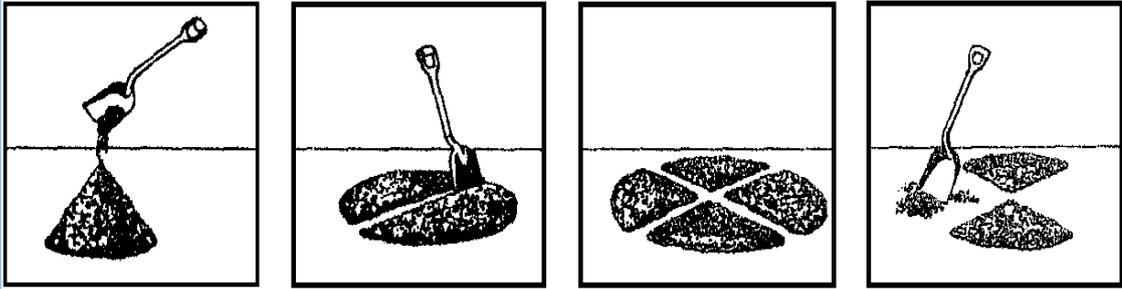
La operación se inicia colocando la muestra sobre una superficie dura, preferentemente, lisa y limpia, donde no sea posible la pérdida de material, ni la adición de materias extrañas.

Los agregados finos y las mezclas de agregados finos y gruesos serán cuarteados en estado húmedo. Si no estuviesen así, deberán humedecerse con agua limpia para que no modifique las características del material.

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



Se trazan dos diámetros perpendiculares quedando la muestra dividida en cuartos, de las cuatro 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.



C). Granulometría del Agregado Fino.

Los requisitos de la norma ASTM C 33, permiten un rango relativamente amplio en la granulometría del agregado fino. La granulometría del agregado fino dentro de los límites de la norma ASTM C 33, generalmente es satisfactoria para la mayoría de concretos.

El agregado fino será de la cantera “río Cutimbo” ubicada en el departamento de Puno.

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8”) y que cumple con los requisitos especificados.

La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena, se determina por la separación con una serie de mallas normalizadas. Las mallas utilizadas para el presente trabajo son: N°4, 8, 16, 30, 50, 100.

La granulometría es un ensayo obligatorio en los agregados que intervendrán en la preparación del concreto debiendo realizarse:

- Granulometría del agregado fino.

- Granulometría del agregado grueso.
- Granulometría del agregado global (hormigón)

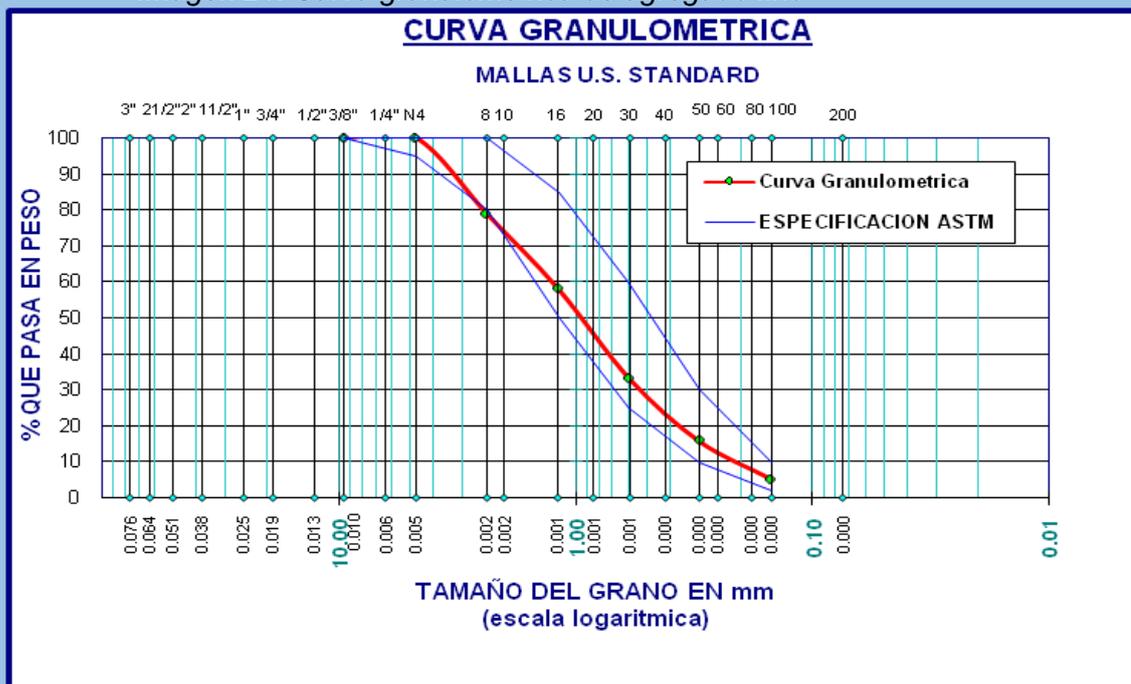
Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8") y retenida en la malla N° 200, y que cumple con los requisitos especificados.

Tabla19: Granulometría de agregado fino

PROYECTO	EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO EN EPOCAS DE HELADA						
SOLICITANTE	EDGAR MALDONADO CHAMBI						
UBICACIÓN	CIUDAD DE PUNO						
MUESTRA A. FINO	CANTERA RIO CUTIMBO						
DISEÑO	EDC						
FECHA	JUNIO DEL 2015						
TAMICES	ABERTURA Mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-5	
1/4"	0.006	0	0.00	0.00	100.00		
N°4	0.005	0	0.00	0.00	100.00	95	100
N°8	0.002	98.37	21.08	21.08	78.92	80	100
N°16	0.001	96.7	20.72	41.81	58.19	50	85
N°30	0.001	117.27	25.13	66.94	33.06	25	60
N°50	0	80.37	17.22	84.16	15.84	10	30
N°100	0	50.2	10.76	94.92	5.08	2	10
N°200	0	23.7	5.08	100.00	0.00		
TOTAL		466.61	100.00				

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

Imagen 21: Curva granulométrica de agregado fino



D). Densidad Relativa (peso específico).

El peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionar mezclas y control, por ejemplo en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado. Generalmente no se le emplea como índice de calidad del agregado, aunque ciertos agregados porosos que exhiben deterioro acelerado a la congelación y deshielo tengan pesos específicos bajos. La mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas entre 2.4 y 2.9.

OBJETIVO:

Determinar la densidad relativa de la arena para elaborar concreto hidráulico, empleando un matraz de fondo plano de 500ml. de capacidad y su correspondiente curva de calibración.

EQUIPO Y MATERIAL A UTILIZAR:

- Matraz aforado a 500 ml.
- Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- Cono truncado
- Pisón
- Termómetro
- Embudo
- Probeta de 500 ml de capacidad
- Pizeta o gotero
- Pipeta
- Horno o estufa
- Franela o papel absorbente
- Charola de aluminio
- Espátula y Arena saturada y superficialmente seca.

D.1). Procedimiento para la determinación de la densidad relativa de la arena.

D.1.1). Se satura la arena por 24 hrs, se le retira el agua y se logra el estado de saturado y superficialmente seco; esto se lograra al tender la arena a temperatura ambiente en una superficie limpia y seca, moviéndola de un lugar a otro, para que por efecto del sol y el viento (simulando condiciones de cantera u obra), hasta que se logre el estado SSS estado superficialmente seco, para logra esto, se utiliza el cono truncado, el cual se llena con arena en dos capas, dándole 15 golpes con el pisón a la primera capa y 10 golpes a la segunda capa, se engrasa y se retira el cono sin hacer movimientos laterales, si la arena que con la forma del cono, esto es un indicador que la arena tiene aún exceso de humedad, en consecuencia se debe de seguir con el proceso de secado y nuevamente se repite lo antes detallado, hasta que el cono de arena se desmorone lentamente; esto será un indicador de que la arena llevo al estado de saturación superficialmente seco.

D.1.2.) Se pesan dos muestras de 200grs. Cada una de arena (W_{sss}), se vierte agua al matraz hasta la mitad de la parte curva, se vacía una muestra de arena empleando para esto un embudo y en la parte inferior del matraz se coloca un folder o algún tipo de superficie, por si es que cayese algo de material y pueda ser recogido con facilidad posteriormente y vaciado al matraz.

D.1.3.) La otra muestra se somete al secado total, ya sea en estufa o en el horno, para poder obtener el peso seco de la arena (W_s).

D.1.4.) Se extrae el aire atrapado en el suelo empleando la bomba de vacíos; el material con el agua se agita sobre su eje longitudinal, se conecta a la bomba de vacios por 30 segundos

D.1.5.) se repite el paso anterior varias veces.

D.1.6.) Se completa la capacidad del matraz con agua hasta la marca de aforo, de tal manera que la parte inferior del menisco coincida con la marca de (500ml).

D.1.7) Se pesa el matraz + agua + arena (W_{mwa}).

D.1.8.) Se toma la temperatura de la suspensión, con esta, se entra a la curva de calibración del matraz y se obtiene el peso del matraz + agua hasta la marca de aforo (W_{mw}).

D.1.9.) Se sustituyen los valores obtenidos en la fórmula siguiente y se obtiene la densidad:

$$Dr = \frac{W_{sss}}{W_{sss} - W_{mw} + W_{mwa}}$$

Dónde:

Dr = Densidad relativa o Gravedad específica

W_{sss} = Peso de la muestra saturada superficialmente seca

Tabla 20: Peso específico de masa seca

I.- DATOS		I	II	III
1	PESO DE LA ARENA SSS+P. DEL BALON+P. DEL AGUA =(dato)	1443.50	1443.00	1445.00
2	PESO DE LA ARENA SSS +P. DEL BALON =(dato)	988.50	988.50	988.50
3	PESO DEL AGUA =(dato)	455.00	454.50	456.50
4	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO +P. DEL BALON	964,00	966.50	966.00
5	PESO DEL BALON	488.50	488.50	488.50
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORN (W_s) =(dato)	475.50	478.00	477.50
7	VOLUMEN DEL BALON =(dato)	665.00	665.00	665.00
8	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS (W_{sss}) =(dato)	500.00	500.00	500.00
II.- RESULTADOS				
9	PESO ESPECIFICA DE MASA SECA: P.E.M. =(6/(7-3))	2.26	2.27	2.29
	Promedio		2.28	

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

E). Porcentaje de absorción.

OBJETIVO:

Determinar la cantidad de agua que absorbe la arena para concreto, expresado esta en porcentaje con respecto al peso seco de la arena.

E.1). Procedimiento para la determinación de la absorción:

E.1.1) De la muestra que se puso a secar en la prueba anterior, se revisa con el cristal de reloj para comprobar que la arena haya perdido toda el agua, de ser así, se deja enfriar y se obtiene su peso en estado seco (W_s).

E.1.2) Se obtiene el porcentaje de la absorción por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción} = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100$$

E.2). Resultados Finales:

Al aplicar la fórmula del porcentaje de absorción se obtiene:

% Absorción:

Tabla 21: Porcentaje de Absorción

II.- RESULTADOS					
9	PESO ESPECIFICA DE MASA SECA: P.E.M.	$=6/(7-3)$	2.26	2.27	2.29
	Promedio			2.28	
10	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S.	$=8/(7-3)$	2.38	2.38	2.40
	Promedio			2.38	
11	PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A.	$=6/((7-3)-(8-6))$	2.56	2.54	2.57
	Promedio			2.56	
12	PORCENTAJE DE ABSORCION: %ABS	$=((8-6)/6)*100$	5.15	4.60	4.71
	Promedio			4.82	

Fuente: Elaborado en base de las prueba realizados.

D). Contenido de Humedad de la arena

OBJETIVO:

Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de arena con respecto al peso seco de la muestra.

Esta prueba se lleva a cabo antes de hacer una mezcla de concreto, con el fin de hacer los ajustes en la cantidad de agua de mezclado.

Formula:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

E). Procedimiento de la determinación del contenido de humedad

Contenido de humedad:

E.1). Se anota el número de la bandeja y se pesa, anotándola como tara (T)

E.2). Se vacía arena húmeda a la bandeja y se pesa, anotándola como tara + arena húmeda (T + Ah).

E.3). Se pone a secar la arena en la estufa, moviéndola algunas veces para que sea más rápido el secado, se coloca encima el cristal de reloj para comprobar que la arena ya no tenga humedad; esto ocurrirá cuando ya no se empañe el cristal.

E.4). Posteriormente, se deja enfriar (bandeja y arena)

E.5). Se procede a pesar: bandeja + arena seca (T + A`s)

E.6). Se determinan los cálculos para encontrar el contenido de humedad con la formula ya mencionada líneas atrás.

3.2.5. Resultados Finales

Tabla 22: Contenido de Humedad

Nro. De Tara		W-1	W-2	W-3
1	Peso de Tara = (dato)	434.00	434.00	434.00
2	Peso de Tara + M. Húmeda = (dato)	1434.00	1434.00	1434.00
3	Peso de Tara + M. Seca = (dato)	1418.20	1418.70	1416.10
RESULTADOS				
4	Peso de Agua P.A. = (2-3)	15.80	15.30	17.90
5	Peso Muestra Seca PMS = (3-1)	984.20	984.70	982.10
6	Contenido de humedad W% = (4/5)*100	1.61	1.55	1.82
7	Promedio cont. Humedad W%	1.661		

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

F). Pesos volumétricos secos: suelto y compactado.

El peso volumétrico (también llamado peso unitario o densidad de masa) de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen al que se hace referencia, es ocupado por los agregados y los vacíos entre las partículas de agregado. El peso volumétrico aproximado de un agregado usado en un concreto de peso normal, varía desde aproximadamente 1,200 Kgf/m³ a 1,760 kgf/m³. El contenido de vacíos entre las partículas afecta la demanda de mortero en el diseño de la mezcla. Los contenidos de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50% en el caso del agregado fino. La angulosidad aumenta el contenido de vacíos; mayores tamaños de agregado bien graduado y una granulometría mejorada hacen disminuir el contenido de vacíos. Los métodos para determinar el peso volumétrico de los agregados y el contenido de vacíos, se dan en la norma ASTM C 29. Se describen tres métodos para consolidar el agregado en el recipiente, dependiendo del tamaño máximo del agregado: varillado, sacudido y vaciado con pala.

F.1). Peso volumétrico seco y suelto de la arena.

Objetivo:

Obtener la cantidad de agregado fino en kilogramos que puede ocupar por metro cúbico, al vaciar el material a un recipiente de volumen conocido y sin darle acomodo de las partículas.

Equipo y material necesario:

Cucharón de lámina

Recipiente de volumen conocido

Regla o solera de 30 cm

Balanza de 20 kg. de capacidad de 5 grs. de aproximación.

F.2). Procedimiento para obtener el peso volumétrico seco y suelto de la arena.

F.2.1). La arena se seca al sol y se cuartea.

F.2.2). Se pesa el recipiente vacío

F.2.3). Empleando el cucharón se toma material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5cms, hasta que se llene, evitando que el material se reacomode por movimientos indebidos; luego se procede a enrasar utilizando la regla de 30cm.

F.2.4). Se pesa el recipiente conteniendo el material y se registra su peso con aproximación de 5grs.

F.2.5). Se calcula el peso volumétrico del material seco y suelto con la siguiente formula:

Dónde:

$$P.V.S.S = \frac{W_m}{V_r}$$

W_m = Peso en Kgf.

W_m = (Peso del recip. + mat.) – (peso del recip.)

V_r = Volumen del recipiente en m³

F.3). Peso volumétrico seco y compactado de la arena.

Objetivo:

Obtener la cantidad de arena en kilogramos que se puede lograr por metro cubico, al vaciar material a un recipiente de volumen conocido y dándole acomodo de las partículas por medio de golpes de varilla punta de bala.

Equipo y material necesario:

Cucharon de lámina

Recipiente de volumen conocido

Regla o solera de 30 cm.

Balanza de 20 kg. de capacidad.

Varilla punta de bala.

F.3.1). Procedimiento para obtener el peso volumétrico seco y compactado.

F.3.1.1). La arena se seca al sol y se cuartea.

F.3.1.2) Se pesa el recipiente vacío.

F.3.1.3) Empleando el cucharon se toma el material y se deja caer dentro del recipiente desde una altura de 5cm, llenando el recipiente en tres capas, dándole 25 golpes de varilla a cada capa, después se procede a enrasar utilizando la regla de 30 cm.

F.3.1.4). Se pesa el recipiente conteniendo el material y se registra su peso con aproximación de 5gr.

F.3.1.5). se calcula el peso volumétrico del material seco y compactado, con la siguiente formula:

$$P.V.S.C. = \frac{W_m}{V_s}$$

Dónde:

W_m =Peso del material en Kg.

W_m = (peso del recip. + mat.) – (peso del recip.)

V_r = Volumen del recipiente = m³.

F.3.2). Resultados

El volumen del recipiente que se usó en las pruebas es de 0.10 pies³, que equivalen aproximadamente a 0.002832 m³. Aplicando la fórmula para obtener el peso volumétrico seco y suelto se tiene:

Tabla 23: PESO UNITARIO SECO

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	6970	6970	6970
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	13490	13510	13510
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	6520	6540	6540
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	3283	3283	3283
5	PESO UNITARIO Gr/m ³ , = (3/4)	1.986	1.992	1.992
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000		1,990	
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m ³ .		1,990	

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

G). Módulo de finura

Es un indicador numérico que toma en cuenta la distribución volumétrica de las partículas del agregado. Se obtiene utilizando la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenidos Acum. (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100}$$

De la tabla de granulometría del agregado fino:

$$MF = \frac{21.08\% + 41.81\% + 66.94\% + 84.16\% + 94.92\%}{100} = 3.09$$

De acuerdo a la clasificación podemos observar que el valor hallado corresponde a la clasificación de **Arena Gruesa**.

3.2.5.1. Ensayos de agregado grueso.

A). Características Generales y Muestreo

Los agregados gruesos consisten en grava o una combinación de gravas o agregado triturados cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5 mm y generalmente entre 9.5mm y 38 mm.

Los agregados grueso deben cumplir con ciertas reglas para darle un uso en ingeniería óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras resistentes y libres de sustancias químicas, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudiesen afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles a resquebrajarse son indeseables.

B). Análisis granulométrico, tablas y graficas de granulometría del agregado grueso

En la práctica, cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites específicos que señala la NTP 400.012, que son tamices estándar de muestreo. La granulometría influye directamente en muchas propiedades del concreto fresco así como en algunas del concreto endurecido, por lo tanto, es un parámetro importante en todos los métodos de diseño de mezclas.

El agregado utilizado en el presente trabajo de investigación fue el de la cantera “rio huallcomayo”, a continuación se muestra el análisis granulométrico con la respectiva gráfica del agregado grueso:

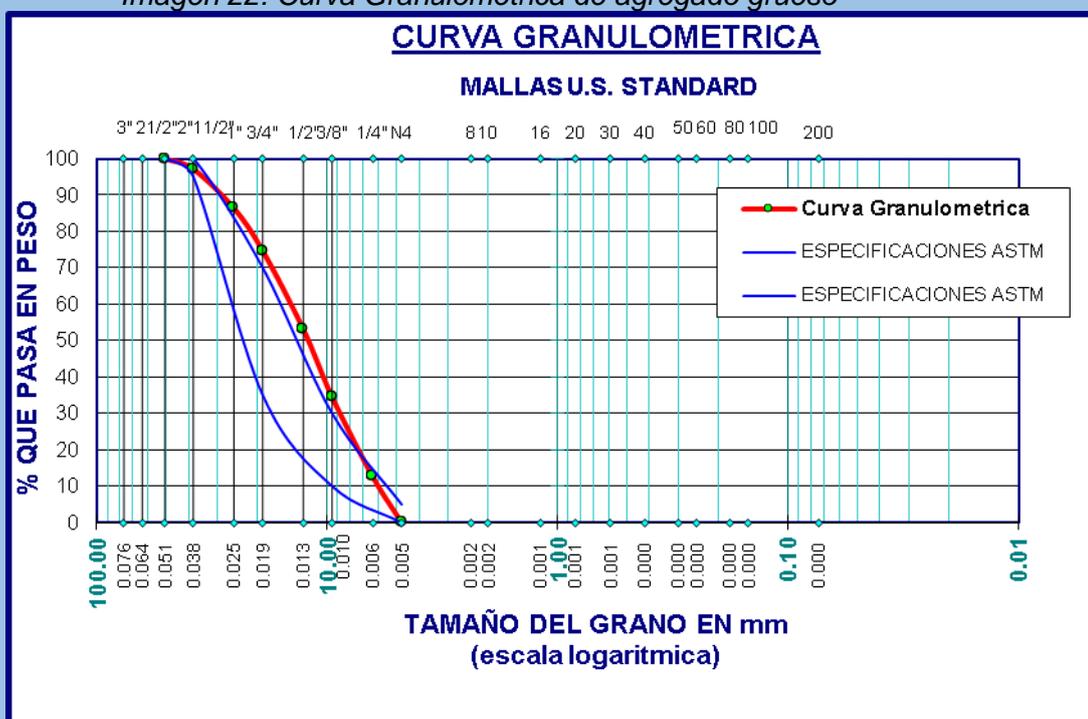
Tabla 24: granulometría del agregado grueso

PROYECTO	EFFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO EN EPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	CIUDAD DE PUNO
MUESTRA A. FINO	CANTERA RIO CUTIMBO
DISEÑO	EDC
FECHA	JUNIO DEL 2015

TAMICES ASTM	ABERTURA Mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-54	
2"	0.051	0,00	0,00	0.00	100.00		
1 1/2"	0.038	184.78	2.88	2.88	97.12	100	100
1"	0.025	689.78	10.77	13.65	86.35	95	100
3/4"	0.019	750.58	11.72	25.37	74.63		
1/2"	0.013	1,379.23	21.53	46.90	53.10	25	60
3/8"	0.01	1,193.30	18.63	65.52	34.48		
1/4"	0.006	1,399.18	21.84	87.37	12.63		
No4	0.005	809.42	12.63	100.00	0.00	0	10
TOTAL		6,406.27	100.00				

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

Imagen 22: Curva Granulométrica de agregado grueso



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

C). Densidad relativa y absorción de gravas

Objetivo:

Determinar la densidad de la grava, empleando el Principio de Arquímedes para obtener el volumen de gravas y también determinar el porcentaje de absorción que tiene las gravas; ambos resultados tiene aplicación en el diseño de mezclas de concreto.

Equipo y material que se utilizara:

- Balanza con aproximación a 0.1 gr.
- Horno o estufa
- Franela
- Canastilla
- Bandeja de aluminio
- Espátula
- Cristal de reloj.

C.1). Procedimiento de porcentaje de absorción NTP 400.012

C.1.1) Se dejan las gravas en saturación por 24hrs.

C.1.2) Se les retira el agua y se secan superficialmente con una franela ligeramente húmeda, se pesa una cantidad de material cercana a los 500gr, obteniéndose de esta manera el peso saturado y superficialmente seca de las gravas (W_{sss})

C.1.3) Se procede a determinar el volumen desalojado de las gravas ($V_{des.}$), para esto se emplea el Principio de Arquímedes, pesando las gravas en una canastilla, sumergidas en agua, obteniéndose el peso de las gravas sumergidas ($W_{sum.}$).

$$V_{des.} = \frac{W_{sss} - W_{sum.}}{\gamma_w}$$

Dónde:

γ_w = Peso específico del agua = 1gr/cm³ o 1000Kg/m³

C.1.4). Para secarlas totalmente ya sea en la estufa o en el horno, opte que haya pérdida de material, se vacían las gravas a una bandeja obteniéndose el peso de las gravas secas (W_s).

C.1.5). Con los datos anteriores se obtiene el porcentaje de absorción de las gravas, de la siguiente manera:

$$Absorcion = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100$$

C.1.6) Se determina la densidad relativa (D_r) o gravedad especifica de la siguiente manera:

$$D_r = \frac{W_s}{(V_{real})\gamma_w} = \frac{W_s}{(V_{des.} - V_{abs.})\gamma_w} \text{ o } D_r = \frac{W_s}{W_{sum}}$$

Dónde:

V_{real} = Volumen real en m³

V_{abs} = Volumen absorbido, en cm³

$$V_{abs.} = \frac{W_{SSS} - W_s}{\gamma_w}$$

C.1.7). Se obtiene el porcentaje de absorción por medio de la siguiente Formula:

$$Absorcion = \frac{W_{SSS} - W_s}{W_s} \times 100$$

C-2). Resultados

Tabla 25: Peso específico y absorción de agregado grueso.

I.- DATOS		I	II	III
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO = (dato)	2763.00	2122.00	2654.00
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS = (dato)	2837.00	2191.00	2730.00
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	1657.00	1291.00	1590.00
II.- RESULTADOS				
4	PESO ESPECIFICA DE MASA SECA: P.E.M. = $1/(2-3)$	2.34	2.36	2.33
	Promedio		2.34	
5	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. = $(2/(2-3))$	2.40	2.43	2.39
	Promedio		2.41	
6	PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A. = $1/(1-3)$	2.50	2.55	2.49
	Promedio		2.52	
7	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN: %ABS = $((2-1)/1)*100$	2.68	3.25	2.86
	Promedio		2.93	

Fuente: Elaborado en base de las prueba realizados.

D). Contenido de humedad NORMA ASTM-566.

Objetivo:

Determinar la cantidad de agua que posee una muestra de grava, con respecto al peso seco de la muestra. Esta prueba se lleva a cabo antes de hacer una mezcla de concreto, con el fin de hacer ajustes en la cantidad de agua de mezclado.

Formula:

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso agregos seco}} \times 100$$

Equipo y material a utilizar:

Estufa

Balanza con aproximación al 0.1 gr

Bandeja de aluminio

Espátula

Cristal de reloj.

D.1). Procedimiento:

d.1.1) Se anotara el número de la bandeja además de pesarla, anotándola como tara (T).

d.1.2). Se vacía material húmedo a la bandeja y se pesa, anotándola como tara más material húmedo (T+Sh).

d.1.3) Se pone a secar el material en la estufa, moviéndola algunas veces para que sea más rápido el secado, se colocara encima el cristal de reloj para comprobar que ya no tenga humedad; esto ocurre cuando ya no se empaña el cristal.

d.1.4). Posteriormente, se deja enfriar (bandeja y suelo)

d.1.5). Se procede a pesar, lo que será bandeja + material seco (T+S`s).

d.1.6). Se realizan los cálculos para determinar el contenido de agua.

$$\omega = \frac{(T + Sh) - (T + Ss)}{(T + Ss) - T} \times 100 = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

D.2). Resultados:

Tabla 26: Contenido de humedad del agregado grueso.

Nro. De Tara		W-1	W-2	W-3
1	Peso de Tara = (dato)	420.50	420.50	420.50
2	Peso de Tara + M. Húmeda = (dato)	1920.50	1920.50	1920.50
3	Peso de Tara + M. Seca = (dato)	1914.60	1914.10	1914.70
RESULTADOS				
4	Peso de Agua P.A. = (2-3)	5.90	6.40	5.80
5	Peso Muestra Seca PMS = (3-1)	1494.10	1493.60	1494.20
6	Contenido de humedad W% = (4/5)*100	0.39	0.43	0.39
7	Promedio cont. Humedad W%	0.404		

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas.

E). Pesos volumétricos seco y compactado

Estas pruebas se realizan en forma similar que los agregados finos



E.1). Resultados:

El volumen del recipiente que se usó para las pruebas es de **0.30 pies³**, que son equivalentes a **0.009440m³**. Aplicando la fórmula para obtener el peso volumétrico seco y suelto se tiene

Tabla 27: Peso unitario suelto y compactado del agregado.

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	5020	5020	5020
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	26460	26550	26610
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	21440	21530	21590
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	13678	13678	13678
5	PESO UNITARIO Gr./m ³ , = (3/4)	1.567	1.574	1.578
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000		1,573	
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m³.		1,573	

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizados.

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	5020	5020	6970
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	25060	24960	24940
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	20040	19940	17970
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	13678	13678	13678
5	PESO UNITARIO Gr./m ³ , = (3/4)	1.465	1.458	1.314
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000		1,412	
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m³.		1,412	

Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizados.

D). Módulo de finura.

De la tabla de granulometría del agregado grueso:

$$M.F. = \frac{3,1 \ 1/2, 3/4, 3/8, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N100}{100}$$

$$M.F. = \frac{2.88\% + 25.37\% + 65.52\% + 100\% + 100\% + 100\% + 100\% + 100\% + 100\%}{100} = 6.94$$

CAPÍTULO IV

PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1. DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas, es una secuencia ordenada de procedimientos, que conforman un método de diseño con el objetivo de calcular las proporciones de los materiales componentes de la mezcla. Se aplican criterios teóricos experimentales según las características físicas y mecánicas de los agregados, del tipo del cemento a utilizar, de las características plásticas y las resistencias mecánicas del concreto requerido, de las condiciones de obras a las que estará expuesto y del tipo de aditivo que se utilizara.

4.1.1. Método de diseño de mezcla

Existen varios métodos para el diseño de mezclas, existen el método del ACI, método del módulo de fineza, método de Fuller, método de Walker, método experimental, etc., de los cuales uno de los más conocidos es el método del ACI-211, **con la diferencia que las proporciones de los agregados se calcularon con el método del agregado global,**

Se tomó con mucho cuidado en la dosificación de la mezcla, puesto que el diseño de mezclas no es un procedimiento automático.

Todo este estudio está basado en los parámetros de una resistencia que variaran según la relación agua/cemento de 0.55 y 0.65, con un asentamiento plástico de 3" a 4", se busca una buena resistencia y durabilidad del concreto optimizando en el diseño de mezclas, el comportamiento del concreto debe cumplir con las propiedades en estado fresco, una mezcla que conserve su

consistencia mediante un tiempo prolongado y permita una adecuada trabajabilidad y en estado endurecido se espera obtener los valores de la resistencia a la compresión y resistencia a la tracción por compresión diametral.

4.1.2. Secuencia de diseño de mezcla para el concreto patrón.

La secuencia seguida es la típica para cualquier diseño de mezclas, las proporciones calculadas para el concreto patrón serán las mismas para los concretos de diferentes relaciones agua/cemento, se trabajó con dos relaciones agua/cemento de 0.55 y 0.65, y una vez halladas las proporciones óptimas de agregados con esas proporciones vaciaremos todas muestras para aplicar los diferentes tipos de curados.

4.1.2.1. Cálculo de las proporciones de los agregados para a/c 0.55

Para el inicio del cálculo de las proporciones de los agregados se seguirán los siguientes pasos:

Primero.- Los materiales se han extraído de la cantera del rio cutimbo de la, siguiente forma:

Muestra puente arriba: 60%P y 40%F, 55%P y 45%F

Muestra puente: 50%P y 50%F

Muestra puente abajo: 45%P y 55%F

A través de las pruebas realizadas en el laboratorio de tecnología del concreto, se procederá a analizar cuál de las tres muestras es lo más recomendable para las proporciones de los agregados.

Segundo.- Obtenemos las proporciones de agregados, ya sea 40% de fino y 60% de piedra, 45% de fino y 55% de piedra, 50% de fino y 50% de piedra, 55% de fino y 45% de piedra.

Tercero.- Una vez obtenidas las proporciones de los agregado, cemento, y agua se procede a realizar la mezcla para cada una de las proporciones arriba mencionado, para media tanda de una bolsa de cemento, le agregamos a la mezcladora; agua aproxima el 9% (para que los demás materiales no hagan polvo), cemento (16%), agregado grueso (en una proporción aproximada de 73%, dicho proceso es mostrado.

Cuarto.- Ya vertidos todos los componentes de la mezcla de concreto, la mezcla se de tal forma que cada uno de los agregados se cubra totalmente con la pasta de cemento y el agua hasta obtener una masa uniforme el tiempo de mezclado es variable pero es recomendable en un rango de 4 a 5 minutos, esto con la finalidad de que los materiales estén completamente mezclados y cubiertos con pasta.

Quinto.- Una vez obtenidos la mezcla homogénea fresca se procede a realizar la prueba de ensayo de consistencia del concreto (slump o asentamiento), para determinar la consistencia de la mezcla de acuerdo a las especificaciones de diseño de concreto para el cual va a ser utilizado.

Mezclado de concreto tipo trompo



4.1.2.2. Ensayo de Asentamiento en las Mezclas de Concreto.

El procedimiento que se ha seguido para determinar la consistencia de la mezcla es la siguiente:

Se coloca el molde sobre una superficie plana y humedecida o metálica, manteniéndolo inmóvil pisando las aletas. (Las figuras representadas por este ensayo se detallándose a continuación

Ensayo de asentamiento.



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Posteriormente se vierte una capa de concreto hasta $\frac{1}{3}$ del volumen, al cual se apisona con una varilla, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente, enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a $\frac{1}{3}$ del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata interior.

Posteriormente se retira el molde para determinar la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca el cual se denomina Slump o asentamiento.

Se realiza la respectiva verificación de la diferencia o asentamiento de la mezcla fresca en donde la consistencia de ser plástica y trabajable 3" a 4", o para el tipo de mezcla que se desee, con vibración ligera o chuseada.

Determinado el slump de la mezcla fresca y sea aceptable según la recomendación del diseño de mezclas se procede a tomar las muestras en los moldes cilíndricos para concreto, bajo el siguiente procedimiento.

4.1.2.3. Toma de Muestras en Moldes para Determinación de f_c .

Los moldes para preparar los cilindros de concreto, se les hace la limpieza respectiva con un poco de grasa o petróleo para evitar que el concreto se adhiera al molde y evitar residuos pegados al molde de concreto, también las llamadas rebabas en el molde, en lo posible debe ser evitado.

Moldes para determinar f_c



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Ya una vez tenido listo los moldes para la toma de la muestra, se ha colocado de concreto a los testigos con diferentes proporciones de agregados, ya sea 40% de fino y 60% de piedra, 45% de fino y 55% de piedra, 50% de fino y 50% de piedra, 55% de fino y 45% de piedra, con una misma cantidad de cemento, posteriormente se le agrego a los moldes la mezcla de concreto en 3 capas, cada una de estas se apisona con una varilla de acero dándole 25 golpes verticales, distribuidos uniformemente

Forma de colocados de concreto a los moldes



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

La superficie del molde será terminada con la barra o regla de madera, para lograr una superficie plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.

Una vez concluido la toma de muestras dentro de 24 horas se procede a quitar los moldes para su posterior curado del concreto en agua, todas estos testigos fueron ensayadas a los 7 días y se vio diferentes

resistencias para las diferentes proporciones de los agregados, y los resultados se detallará en el presente tabla.

Imagen 23: Rotura de Testigos



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Tabla 28: Concreto patrón rotura a los 7 días.

Concreto patrón rotura a los 7 días								
Proporción	a / c	Slump pulgada	Peso Test Gramos	Diam. cm.	Altura cm.	Agua M3	Carga libra	Resistencia kg / cm2
45% P, 55% F	0.55	3 ½	12350	15.2	30.5	185	45000	112.59
45% P, 55% F	0.55	3 ½	12300	15.2	30.5	186	35000	87.57
45% P, 55% F	0.55	3 ½	12360	15.2f	30.7	187	42000	105.08
50% P, 50% F	0.55	2 ¾	11560	14.9	30.2	184	48000	124.98
50% P, 50% F	0.55	3 ¼	12410	15.2	30.5	187	49500	123.85
50% P, 50% F	0.55	2 ½	12440	15.3	30.6	183	37000	91.37
50% P, 50% F	0.55	3 ¼	12330	15.3	30.6	186	43000	106.18
50% P, 50% F	0.55	3 ½	12380	15.2	30.6	186	39000	97.58
55% P, 45% F	0.55	3 ¼	12520	15.3	30.7	182	47000	116.06
55% P, 45% F	0.55	3 ½	12450	15.3	30.4	183	34000	83.96
55% P, 45% F	0.55	3 ⅛	12530	15.3	30.4	186	44000	108.65
55% P, 45% F	0.55	3 ½	12490	15.3	30.5	183	51000	125.94
58% P, 42% F	0.55	3	11580	14.9	30.2	182	38000	98.94
58% P, 42% F	0.55	3 ½	12360	15.6	30.6	179	39000	92.64
58% P, 42% F	0.55	4 ¼	12380	15.3	30.5	187	35000	86.43
60% P, 40% F	0.55	5	12400	15.2	30.4	187	46000	115.09
60% P, 40% F	0.55	5	12500	15.2	30.2	185	46000	115.09
60% P, 40% F	0.55	3 ⅛	11580	14.9	30.1	178	37000	96.34
60% P, 40% F	0.55	3 ½	11700	14.8	30.1	178	48000	126.67
60% P, 40% F	0.55	6	12500	15.2	30.7	192	62000	155.12
60% P, 40% F	0.55	3 ¼	12570	15.3	30.7	184	49500	122.23
62% P, 38% F	0.55	3 ¼	12450	15.2	30.3	178	39000	97.58
62% P, 38% F	0.55	3 ½	11520	14.9	30	177	48000	124.98
62% P, 38% F	0.55	2 ¾	11560	14.8	30	175	53500	141.19

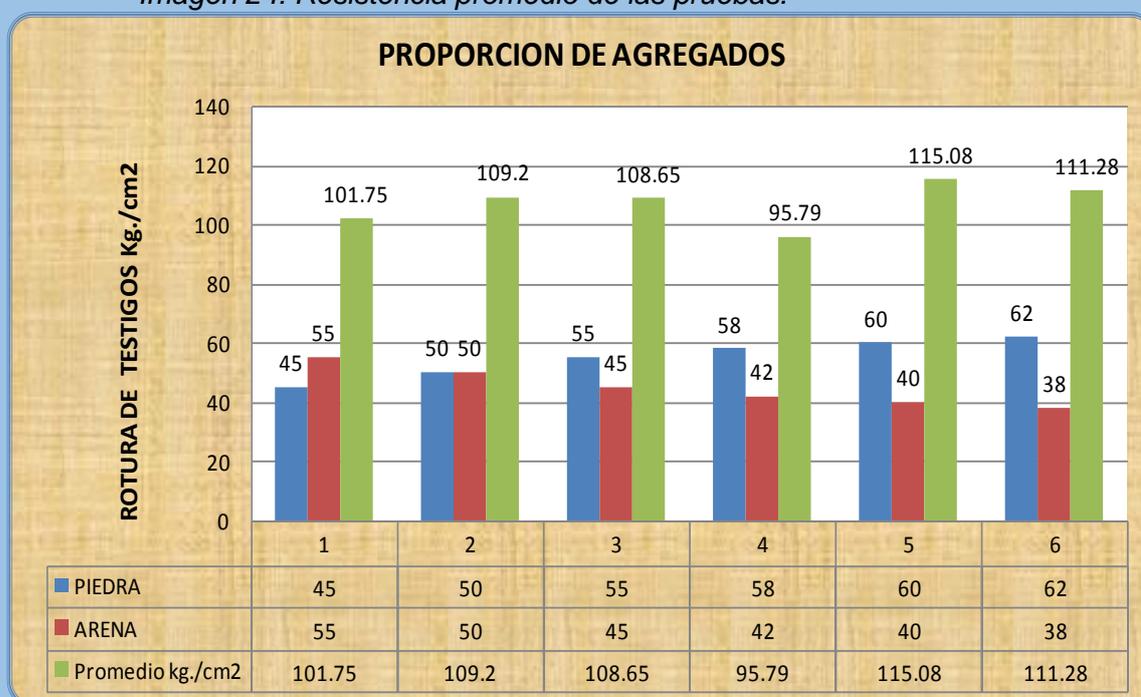
Seguidamente a todo esto se tomaron todo los resultados cuya mezcla cumplieran con un Slump de 3" a 4", cuyos valores se promedió y la mejor combinación de proporción que alcance mayor resistencia ella se tomara para la ejecución de toda la tesis y el cuadro resumen que cumplen con el Slump de 3" a 4" se muestra en la tabla.

Tabla 29: Resistencia promedio de las pruebas.

Proporciones	Resist. Optimos	Promedio kg./cm2
45% P, 55% F	112.59 87.57 105.08	101.75
50% P, 50% F	123.85 106.18 97.58	109.20
55% P, 45% F	116.06 83.96 108.65 125.94	108.65
58% P, 42% F	98.94 92.64	95.79
60% P, 40% F	96.34 126.67 122.23	115.08
62% P, 38% F	124.98 97.58	111.28

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 24: Resistencia promedio de las pruebas.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

INTERPRETACIÓN

Como se puede apreciar para un concreto estándar, es decir un concreto que no presenta adiciones de aditivos con una consistencia plástica (3"- 4"), el resultado de la resistencia promedio se muestra es las proporciones de 60% de piedra y 40% de fino, y con estas proporciones se trabajó hasta el final de la tesis.

MÉTODO "AGREGADO GLOBAL"

Este método está basado en el criterio del mejor acomodo de los gruesos y los finos, a esta característica le corresponde el valor del máximo Peso Unitario Compactado (PUC), ya que nos permitió una mejor compactación del agregado y posterior un mejor concreto con menor permeabilidad.

Para hallar las proporciones óptimas se obtienen varios valores probables y luego se les gráfica eligiéndose el par correspondiente al pico mayor de la curva.

Tabla 30: Cálculo del peso unitario compactado (P.U.C.)

COMB.	%	%	M.F.	M1	M2	M3	PROM	PUC
	PIED	AREN	GLOBAL	Kg	Kg	Kg	kg	kg/m3
1	35	65	4,44	23,55	23,98	23,93	23,82	1741,5
2	40	60	4,63	24,94	24,61	24,95	24,83	1815,5
3	45	55	4,82	24,27	23,88	24,26	24,14	1764,6
4	50	50	5,01	24,43	24,57	24,8	24,60	1798,5
5	55	45	5,21	24,38	25,06	25,01	24,82	1814,3
6	60	40	5,4	24,94	25,06	25,15	25,05	1831,4
7	65	35	5,59	23,92	23,74	23,57	23,74	1735,9

Fuente: Elaborado a base de pruebas realizadas

Imagen 25: Peso unitario compactado del agregado global.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Del gráfico anterior se tomó el punto más alto de peso unitario compactado cuyo valor tiene 1831.39 kg/m^3 lo cual nos permite utilizar las siguientes proporciones de agregado para todo el trabajo del informe, y es 60% de piedra y 40% de fino, con estas proporciones se llegó a una mejor compactación del agregado, a la diferencia de las tablas del ACI que nos dan 65 % de piedra y 35 % fino.

Del punto más alto que nos resultó se tomó 2 % a la izquierda y 2 % a la derecha y posteriormente se vaciaron 3 probetas para cada proporción, 58 % de piedra y 42 % de fino, 60 % de piedra y 40 % de fino, 62 % de piedra y 38 % de fino, y todas estas probetas fueron ensayadas a los 7 días, se tomó el mayor de las resistencias a compresión, como vemos en el cuadro N° 3.4. Pero sin antes calcular la cantidad de agua óptima.

4.1.2.4. Cálculo de la cantidad de agua.

Para el cálculo de la cantidad de agua correspondiente a un determinado Slump, se realizan diversos tanteos con el objetivo de hallar la cantidad de agua correspondiente al asentamiento requerido. En la tesis se efectuaron tres diseños con tres asentamientos cercanos de 3"- 4" pulgadas, con los datos

obtenidos se dibujó una gráfica para hallar la cantidad correspondiente de agua a 3"- 4" pulgadas de asentamiento, a continuación se muestran los resultados.

Tabla 31: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba.

RESULTADOS DE SLUMP PARA CADA CANTIDAD DE AGUA EN TANDAS DE PRUEBA			
A. Global	58% Piedra + 42% Arena		
Agua en Lt.	177	179	181
Slump en pulgadas	3	3,5	4 ¼

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 26: Cantidad de agua de diseño



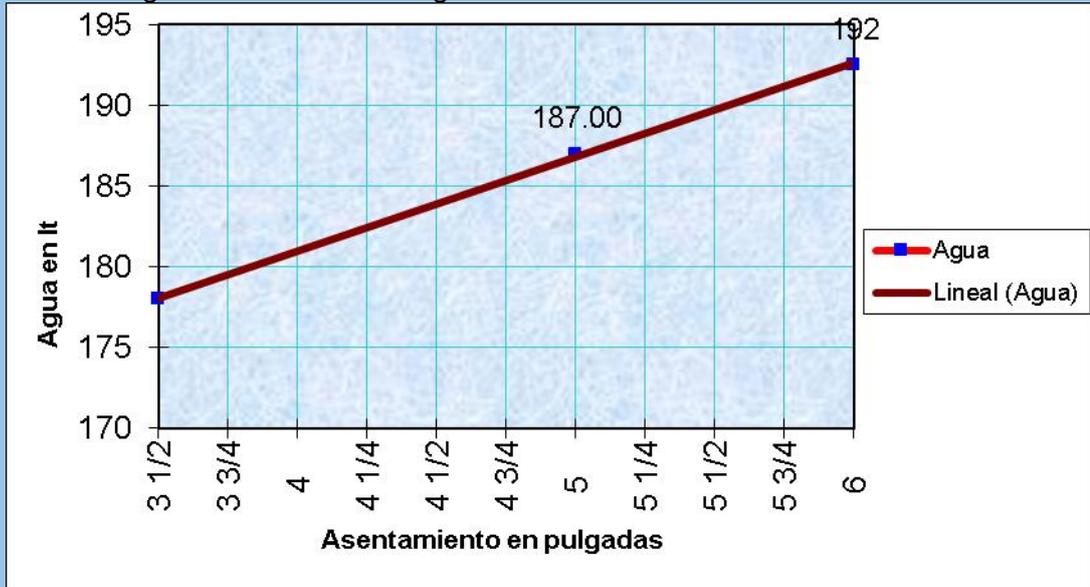
Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Tabla 32: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba.

A. Global	60% Piedra + 40% Arena		
Agua en Lt.	178	187	192
Slump en pulgadas	3 1/2	5	6

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 27: Cantidad de agua de diseño.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Tabla 33: Resultados de Slump para cada cantidad de agua en tandas de prueba

A. Global	62% Piedra + 38% Arena		
Agua en lt	174	176	177
Slump en pulgadas	2 3/4	3 1/4	3 1/2

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 28: Cantidad de agua de diseño



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

INTERPRETACIÓN

Como se puede apreciar para un concreto estándar, es decir un concreto que no presenta adiciones de aditivos con una consistencia plástica (3"- 4"), en la cantidad de agua hay una variación en los tres ensayos en Lt/m³, como en nuestro caso se trabajará con las proporciones de 60% de piedra y 40% de fino, la cantidad de agua será 178 Lt/m³, se trabajó hasta el final de la tesis.

4.1.2.5. Resistencia a la compresión de diseños preliminares.

Para obtener la mejor combinación de agregado fino y grueso, se ha fabricado concretos con distintas proporciones de arena y piedra, para las dos relaciones a/c, 0.45, y 0.55. La finalidad de este ensayo preliminar es obtener el concreto con mejor resistencia y que al mismo tiempo presente mejor trabajabilidad en el estado fresco.

Para la elección final de la combinación también se tendrá en cuenta el ensayo PUC de la combinación de los agregados y obviamente los husos de la norma.

Se presentan los resultados de la verificación de las proporciones de agregados hallados en los ensayos de compresión a los 7 días de edad, preparándose las probetas de concreto con las tres proporciones más cercanas al máximo peso unitario compactado. Se presenta la gráfica que comprueba o corrige las proporciones de los agregados. En el informe se confirmaron 60% de piedra y 40% de arena.

Tabla 34: Resultados de la resistencia de pruebas.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA					A/C = 0,55
COMBINACIÓN		RESISTENCIA EN kg/cm ²			RESISTENCIA
PIEDRA	ARENA	TESTIGO 1	TESTIGO 2	TESTIGO 3	PROMEDIO
45	55	113	88	105	101,75
50	50	124	106	98	109,20
55	45	116	84	109	108,65
58	42	99	93		95,79
60	40	96	127	122	115,08
62	38	98	125		111,28

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 29: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

INTERPRETACIÓN

En resumen tanto el primer método y el segundo tienen el mismo objetivo el cual es de darnos mediante laboratorio las proporciones más óptimas de agregados para nuestro diseño de mezclas el cual como hemos podido apreciar es de 60% de piedra y 40% de fino, como se vio todo esto es para la relación agua cemento de 0.55.

Cálculo de las proporciones de los agregados para a/c 0.45.

- Por el método “probando con diferentes proporciones”

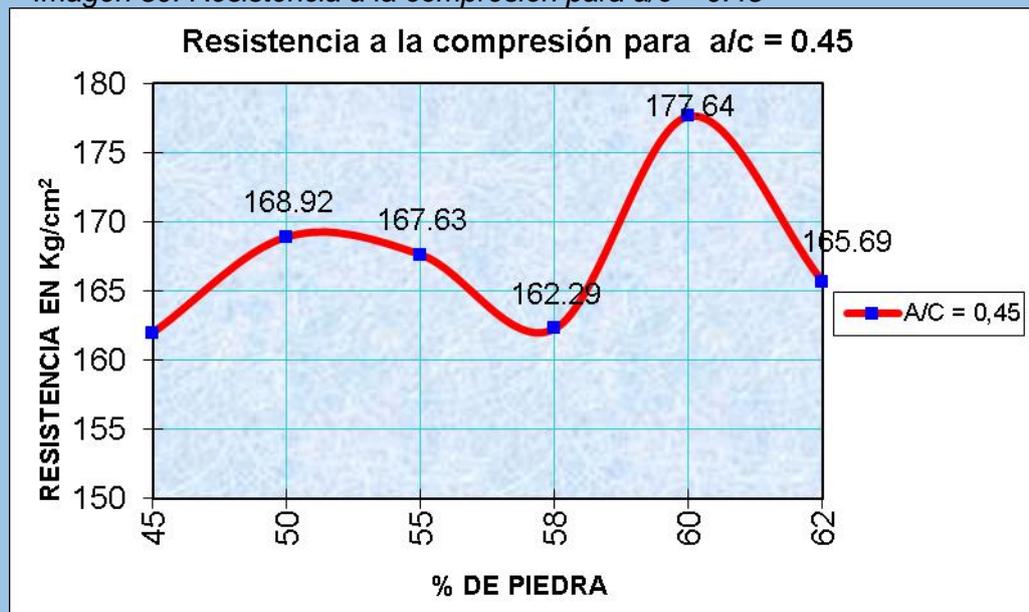
Se probará si cumple la misma proporción de 60% de piedra y 40% de fino, para la relación agua/cemento 0.45, el procedimiento es el mismo que para la relación agua cemento 0.55 que anteriormente se realizó, veamos el cuadro 3.8.

Tabla 35: Resistencia a la compresión para $a/c = 0.45$

COMBINACIÓN		RESISTENCIA EN Kg/cm ²			RESISTENCIA
PIEDRA	AREN	TESTIGO 1	TESTIGO 2	TESTIGO 3	PROMEDIO
45	55	156,00	168,00		162,00
50	50	172,40	165,45		168,92
55	45	180,14	155,12		167,63
58	42	177,64	146,93		162,29
60	40	177,40	177,88		177,64
62	38	170,39	160,98		165,69

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 30: Resistencia a la compresión para $a/c = 0.45$



Fuente: Elaborado en base a los diseño realizado.

INTERPRETACIÓN

Como se puede apreciar el agregado con lo que se está trabajando son las proporciones de 60 % de piedra y 40 % de fino es la más óptima para un diseño de mezclas, y estas proporciones servirán para distintas relaciones agua cemento.

En nuestro trabajo como se mencionó se desarrolló dos relaciones agua cemento que a un principio planteamos 0.55 y 0.45, pero viendo el problema de la máquina de compresión de nuestro laboratorio que sufría en las roturas de probetas para menores relaciones agua cemento (0.45) y se vio a los 7 días que se ensayaron estas probetas, pero será mayor la dificultad si ensayamos a los 28, 60 días es por la razón que se cambió de relación agua/cemento a 0.65.

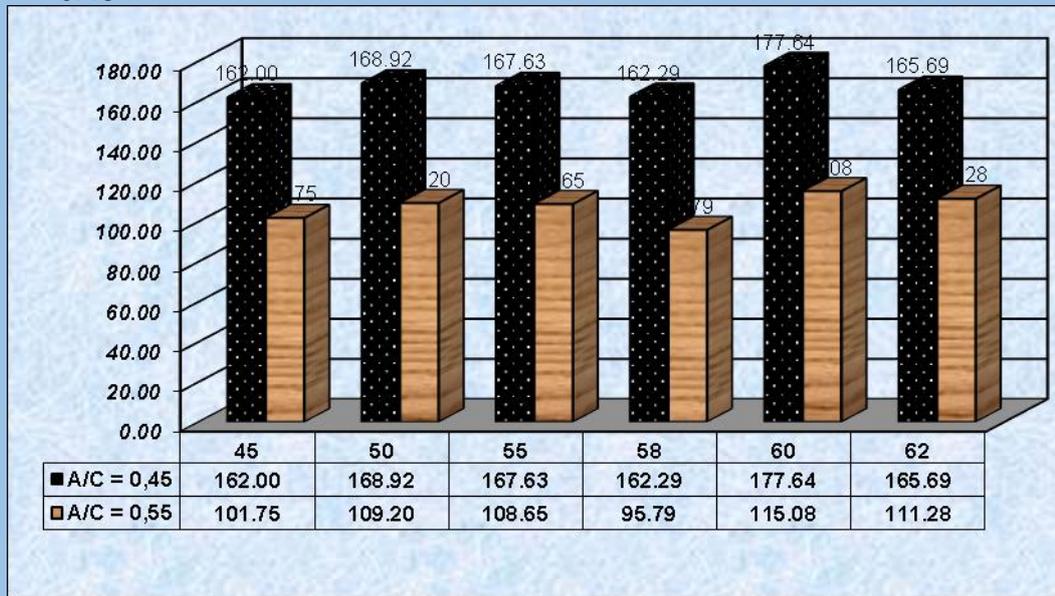
Finalmente concluimos que cualquiera sea la relación a/c que elijamos diseñar siempre llegaremos a utilizar las proporciones de 60% de piedra y 40% de fino, estas proporciones se hallaron en el laboratorio, a diferencia de las tablas del ACI que nos dan 65% de piedra y 35% de fino queremos decir que las tablas del ACI sólo se deben tomar para una primera estimación, puesto que estas tablas son generales más no para cada tipo de agregado de diferentes canteras.

Imagen 31: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55 y 0.45



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Imagen 32: Resistencia a la compresión a los 7 días relación a/c = 0.55 y 0.45



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

INTERPRETACIÓN

Como se puede apreciar para un concreto estándar, es decir un concreto que no presenta adiciones de aditivos con una consistencia plástica (3"- 4"), las proporciones del agregado de

60 % de piedra y 40 % de fino es la más óptima en los dos relaciones de a/c 0.55 y 0.45, para un diseño de mezclas.

4.1.2.6. Granulometría del agregado global

El cálculo de la curva de la granulometría del agregado global es realizado con las proporciones de arena y piedra que intervendrán en el diseño de mezcla. Los porcentajes de cada agregado son hallados con el método del agregado global, en la tesis realizada fueron de 60% de Piedra + 40% de Arena.

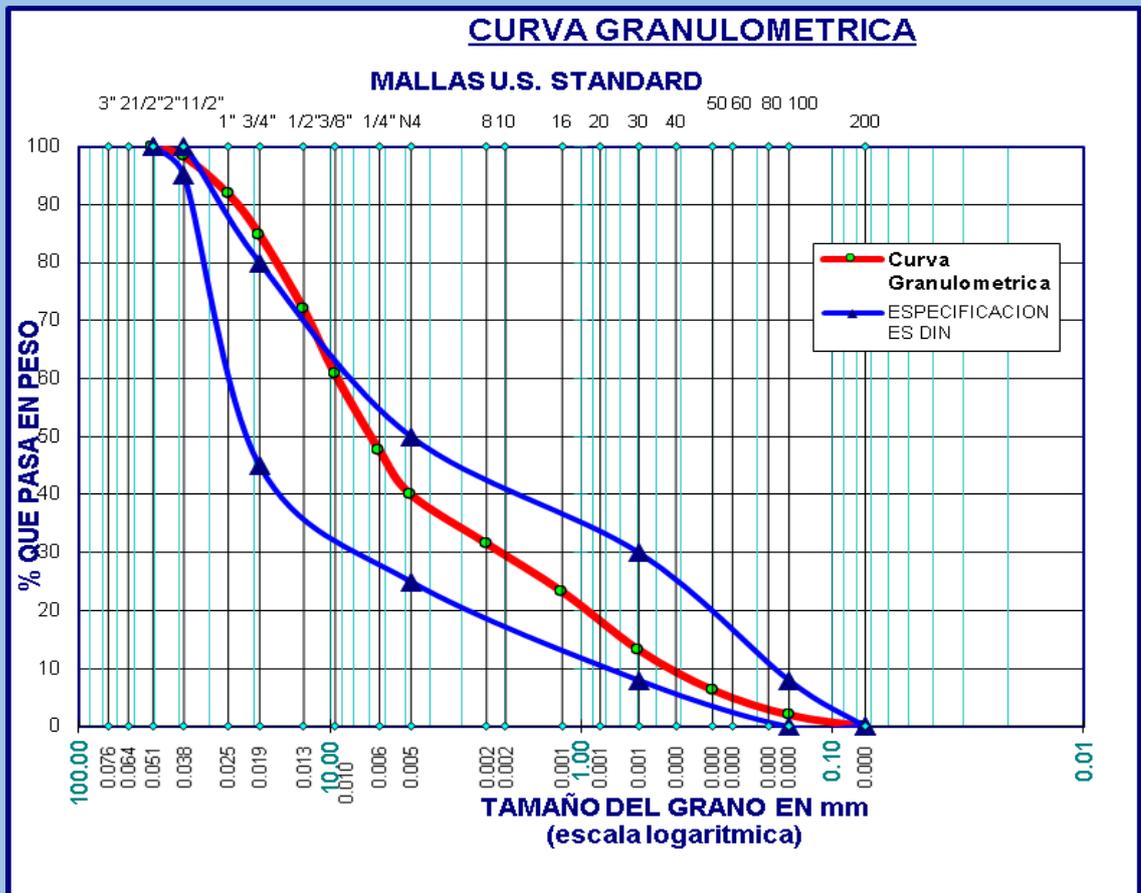
Tabla 36: Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D422) ensayos estándar de clasificación norma DIN.

TAMICES ASTM	ABERTURA Mm	% QUE PASA	% QUE PASA	ARENA 40 % PIEDRA 60 %	NORMA DIN	
3"	0.076					
2 1/2"	0.064					
2"	0.051	100,00	100,00	100,00	100	100
1 1/2"	0.038	97,12	100,00	98,27	95	100
1"	0.025	86,35	100,00	91,81		
3/4"	0.019	74,63	100,00	84,78	45	80
1/2"	0.013	53,10	100,00	71,86		
3/8"	0.010	34,48	100,00	60,69		
1/4"	0.006	12,63	100,00	47,58		
No4	0.005	0,00	100,00	40,00	25	50
No8	0.002		78,92	31,57		
No16	0.001		58,19	23,28		
No30	0.001		33,06	13,22	8	30
No50	0.000		15,84	6,34		
No100	0.000		5,08	2,03	0	8
No200	0.000		0,00			

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Tabla 37: Datos generales para el diseño de mezcla

DISEÑO DE MEZCLAS			
DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL INSTITUTO AMERICANA DEL CONCRETO ACI COMITÉ 221			
FECHA DE DISEÑO:		JUNIO DEL 2015	
REALIZADO POR:		EDGAR MALDONADO CHAMBI	
CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico Gr./cc	2.27	Tamaño máximo nominal (pulg)	1" Pulg.
Peso unitario suelto Kg/m3	1804	Peso específico Gr./cc	2.34
Absorción (%)	4.82	Peso unitario compactado (Kg/m3)	1573
Contenido de humedad (%)	1.66	Peso unitario suelto Kg./m3	1412
Módulo de finura	3.09	Absorción (%)	2.93
NOTA: NORMA ASTM "ARENA NO MENOR DE 2.3 NI MAYOR QUE 3.5"		Contenido de humedad (%)	0.4
CEMENTO		Perfil del agregado	AGREGADO
Tipo de cemento a usar	RUMI TIPO IP	Módulo de finura	6.94
Peso específico (Grf/cm3)	3.05	AGUA	
NOTA: SI EL AGUA FUERA DE OTRO FUENTE, REALIZAR ANÁLISIS EN LABORATORIO		POTABLE DE RED PÚBLICA SEDA PUNO	



.Diseño de Mezclas

Introducción.

En los capítulos anteriores del presente trabajo de investigación se analizó las propiedades de los materiales integrantes de una mezcla de concreto así como los diversos métodos que existen para su dosificación, en esta parte se realizara la aplicación técnica y practica de los visto en la teoría.

Se comparara los resultados de los métodos anteriormente vistos, para ello se realizaran dos diseños de mezclas (ACI, método del agregado global)

A. Diseño de Mezclas por el Método ACI 211

Se ha diseñara para una mezcla con resistencia a compresión de $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de edad, para el cual se ha utilizado los materiales anteriormente descritos con los siguientes datos:

Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterios del profesional responsable del diseño de mezcla , las cantidades de los materiales por metro cubico pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método del Comité 211 del ACI, siguiendo la secuencia que a continuación se detalla:

DISEÑO DE MEZCLA (ACI)

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

Características de los materiales

Cemento

Tipo IP

Peso Específico 3.05

Agregados

Características	Agregados	
	Fino	Grueso
Tamaño máximo nominal		
Peso Específico de masa	2.27	2.34
Peso unitario suelto	1775	1407
Peso unitario compactado	1957	1567
Absorción	4.82	2.93
contenido de humedad	1.66	0.404
modulo de fineza	3.09	6.94

Paso 1.- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada, en esta etapa se debe tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de datos registrados por la entidad o empresa constructora.

El requerimiento promedio de resistencia a la $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(Utilizando tabla, anexo N°1)

$F'cr = 294 \text{ Kg/cm}^2$

Paso 2.- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso en función a las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto.

El tamaño máximo nominal es de **1"**

Paso 3.- Selección del asentamiento.

El asentamiento dado es de **3" - 4"**

Paso 4.- Selección del volumen unitario de agua de diseño sin aire
(Utilizando tabla, anexo N°2)

La cantidad aproximada de agua es **195.00 Lt/m³**

Paso 5.- Selección del porcentaje de aire atrapado o el aire total
(Utilizando tabla, anexo N° 2)

Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **1.5 %**

Paso 6.- Selección de la relación agua-cemento, obtenida en función de la resistencia y la durabilidad deseada. (Utilizando tablas, anexo N° 10.2)

Entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**

Paso 7.- Determinación del factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua-cemento seleccionada

Factor cemento = 354.55 Kg/m3
Factor cemento = 8.34 Bol/m3

Paso 8.- Determinación del contenido de agregado grueso
(Utilizando tabla, anexo N° 4).

Peso del agregado grueso: $0.64 \times 1567 = 1004 \text{ Kg/m3}$

Paso 9.- Determinación de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.

Volúmen absoluto de cemento = **0.116 m3**
Volúmen absoluto de agua = **0.195 m3**
Volúmen de aire atrapado = **0.015 m3**
Volúmen absoluto de agregado grueso = **0.429 m3**
Volúmen sub total = **0.755 m3**

Paso 10.- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.

Volúmen absoluto de agregado fino = **0.245 m3**

Paso 11.- Determinación del peso seco del agregado fino.

Peso seco del agregado fino. = **555.03 Kg/m3**

Paso 12.- Determinación de los valores de diseño de los componentes de la mezcla como el cemento agua, aire, agregado fino, agregado grueso.

Cemento	= 354.55	Kg/m3
Agua de diseño	= 195.00	Lt/m3
Agregado fino seco.	= 555.03	Kg/m3
Agregado grueso seco	= 1004.45	Kg/m3

Paso 13.- Corrección de los valores de diseño por contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 555.03 \times 1.017 = 564 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco} &= 1004.45 \times 1.004 = 1009 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Humedad superficial del :

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 1.66 - 4.8 = 3.2 \% \\ \text{Agregado grueso seco} &= 0.40 - 2.9 = 2.5 \% \end{aligned}$$

Aporte de humedad

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 555.03 -x 0.032 = 18 \text{ Lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco} &= 1004.45 -x 0.025 = 25 \text{ Lt/m}^3 \\ \text{Aporte de humedad de los agregados} &= 43 \text{ Lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 195.00 - 43 = 238 \text{ Lt/m}^3$$

Materiales corregidos por humedad del agregado

Cemento	= 354.55	Kg/m ³
Agua de diseño	= 237.91	Lt/m ³
Agregado fino humedo	= 564.24	Kg/m ³
Agregado grueso humedo	= 1008.50	Kg/m ³

Paso 14.- Determinación de las proporciones en peso de diseño.

Agregados	Dosificación peso seco	Proporción en peso	Dosificación peso humedo	Proporción en peso
Cemento	355	1	355	1
Agua de diseño	195	0.55	238	0.67
Agregado fino	555	1.57	564	1.59
Agregado grueso	1004	2.83	1009	2.84

$$\begin{aligned} \text{Relacion Agua - Cemento de diseño} &= 0.55 \\ \text{Relacion Agua - Cemento Efectiva} &= 0.67 \end{aligned}$$

Paso 15.- Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

Cemento	= 42.50	Kg/Bolsa
Agua de diseño	= 28.52	Lt/Bolsa
Agregado fino	= 67.64	Kg/Bolsa
Agregado grueso	= 120.89	Kg/Bolsa

B. Diseño de mezcla por el método del agregado global

Para un primer tanteo se tuvo que utilizar como referencia la tabla del ACI que nos da la cantidad de agua de 195 lt/m³ para una relación a/c =0.55 y para el diseño final se obtuvo 178 lt/m³.

DISEÑO DE MEZCLA
(Método del Agregado Global)

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74

ACI 211.1.81

Características de los materiales

Cemento

Tipo IP
Peso Especifico 3.05

Agregados

Características	Agregados	
	Fino	Grueso
Tamaño máximo nominal		1"
Peso Especifico de masa	2.27	2.34
Peso unitario suelto	1775	1407
Peso unitario compactado	1957	1567
Absorción	4.82	2.93
contenido de humedad	1.66	0.4
modulo de fineza	3.09	6.94

Paso 1.- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a la compresión especificada, en esta etapa se debe tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de datos registrados por la entidad o empresa constructora.

El requerimiento promedio de resistencia a la $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
(Utilizando tabla, anexo N°1)

$F'cr = 283 \text{ Kg/cm}^2$

Paso 2.- Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso en función a las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto.

El tamaño máximo nominal es de **1"**

Paso 3.- Selección del asentamiento.

El asentamiento dado es de **3" - 4"**

Paso 4.- Selección del volumen unitario de agua de diseño sin aire
(Utilizando del diseño final)

La cantidad aproximada de **178 Lt/m³**

Paso 5.- Selección del porcentaje de aire atrapado o el aire total
(Utilizando tabla, anexo N° 2)

Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado **1.5 %**

Paso 6.- Selección de la relación agua-cemento, obtenida en función de la resistencia y la durabilidad deseada. (Utilizando tablas, anexo N° 3)

Entonces la relación agua/cemento (w/c) **0.55**

Paso 7.- Determinación del factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua-cemento seleccionada

Factor cemento 323.64 Kg/m³

Factor cemento 7.61 Bol/m³

Paso 9.- Determinación de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire

Volúmen absoluto de cemento = 0.106 m³

Volúmen absoluto de agua = 0.178 m³

Volúmen de aire atrapado = 0.015 m³

Volúmen absoluto de la pasta = 0.299 m³

Paso 8.- Determinación del volumen absoluto del agregado

Volumen absoluto del agregado 1.00 - 0.299 = 0.701 m³

Paso 10.- Determinación del modulo de fineza de la combinación de agregados .
(Utilizando tabla, anexo N° 4).

Modulo de fineza **= 5.38 m³**

Paso 11.- Determinación del valor del modulo de finura de la combinación de agregados
(Utilizando la ecuación N° 1)

$$R_f = \frac{MF_{(AG)} - MF_{(combinación de agregados)}}{MF_{(AG)} - MF_{(AF)}} \quad \text{Ec.1}$$

$$R_f = \frac{6.94 - 5.38}{6.94 - 3.09} = 40 \quad \%$$

Paso 11.- Determinación de los volúmenes absolutos del agregado

Volumen absoluto :

Agregado fino = 0.701 x 0.40 = 0.280 **m³**

Agregado grueso = 0.701 x 0.60 = 0.421 **m³**

Paso 12.- Determinación de los valores de diseño de los componentes de la mezcla como el agua, aire, agregado fino, agregado grueso.

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 323.64 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agua de diseño} &= 178.00 \text{ Lt/m}^3 \\ \text{Agregado fino seco} &= 0.280 \times 2270 = 636.41 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco} &= 0.421 \times 2340 = 984.05 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Paso 13.- Corrección de los valores de diseño por contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

Peso humedo de agregados :

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 636.41 \times 1.017 = 646.97 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco} &= 984.05 \times 1.004 = 987.99 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

Humedad superficial del :

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 1.66 - 4.8 = -3.2 \% \\ \text{Agregado grueso seco} &= 0.40 - 2.9 = -2.5 \% \end{aligned}$$

Aporte de humedad

$$\begin{aligned} \text{Agregado fino seco.} &= 636.41 \times -0.032 = -20 \text{ Lt/m}^3 \\ \text{Agregado grueso seco} &= 984.05 \times -0.025 = -25 \text{ Lt/m}^3 \\ \text{Aporte de humedad de los agregados} &= -45 \text{ Lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 178.00 - 45 = 223 \text{ Lt/m}^3$$

Materiales corregidos por humedad del agregado

Cemento	= 324	Kg/m ³
Agua de diseño	= 223	Lt/m ³
Agregado fino humedo	= 647	Kg/m ³
Agregado grueso humedo	= 988	Kg/m ³

Paso 14.- Determinación de las proporciones en peso de diseño.

Agregados	Dosificación peso seco	Proporcion en peso	Dosificación peso humedo	Proporcion en peso
Cemento	323.64	1.000	323.64	1.000
Agua de diseño	178.00	0.550	223.01	0.689
Agregado fino	636.41	1.966	646.97	1.999
Agregado grueso	984.05	3.041	987.99	3.053

$$\begin{aligned} \text{Relacion Agua - Cemento de diseño} &= 0.55 \\ \text{Relacion Agua - Cemento Efectiva} &= 0.69 \end{aligned}$$

Paso 15.- Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

Cemento	= 42.50	Kg/Bolsa
Agua de diseño	= 29.29	Lt/Bolsa
Agregado fino	= 84.96	Kg/Bolsa
Agregado grueso	= 129.74	Kg/Bolsa

4.1.3. Interpretación Análisis de los diseños de mezclas y gráficos Estadísticos

Todos los métodos mencionados resultan de una aproximación a la solución final mientras no se pruebe en obra. Dentro de este contexto es muy poco probable que con un solo diseño de mezcla que hagamos acertemos tanto la resistencia como el resto de requisitos, por lo que es necesario optimizarlos mediante otros diseños, y debemos tener muy claro que no existe ningún método perfecto para solucionar todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio del personal de quien los aplique, resultados que cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia obtenga en obra. (Apaza Medina-Huarachi Cano 2004).

Del método de las tablas del ACI, es un método que solo se debe utilizar para una estimación previa en un diseño de mezclas mientras no se pruebe en obra, por que como se puede notar, el volumen de los agregados se hace en base a una tabla que está en función del tamaño máximo nominal, el Método ACI presenta limitaciones insalvables, cuando se trata de usar distintos tipos de agregados, como el canto rodado fracturado de cerro y chancado porque en sus tablas no existe una diferenciación para los mismos.

Mientras que, en el diseño de mezclas mediante el método del agregado global que se utilizará en el presente trabajo, se da una mejor proporción de los agregados a utilizar porque permite usar porcentajes de agregados más reales debido a que en el laboratorio se analiza mediante la prueba del Peso Unitario Compactado (P.U.C.), y así obtener las proporciones exactas de un agregado tanto fino como grueso en función a la máxima densidad.

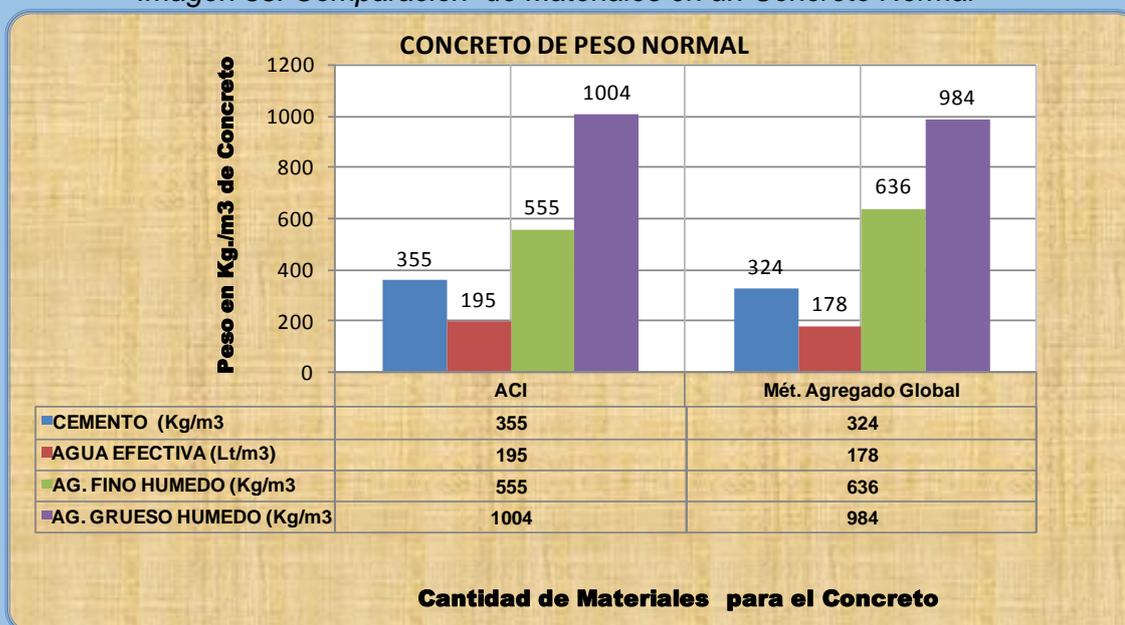
- Las diferencias entre los *concretos normales (Kg/m3)* estándar por los métodos (ACI, Agregado Global) son los siguientes:

Tabla 38: Comparación de Materiales en un Concreto Normal.

METODOS & MATERIALES	CEMENTO (Kg/m3)	AGUA EFECTIVA (Lt/m3)	AG. FINO HUMEDO (Kg/m3)	AG. GRUESO (Kg/m3)
ACI	355	195	555	1004
Mét. Agregado Global	324	178	636	984

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizados.

Imagen 33: Comparación de Materiales en un Concreto Normal



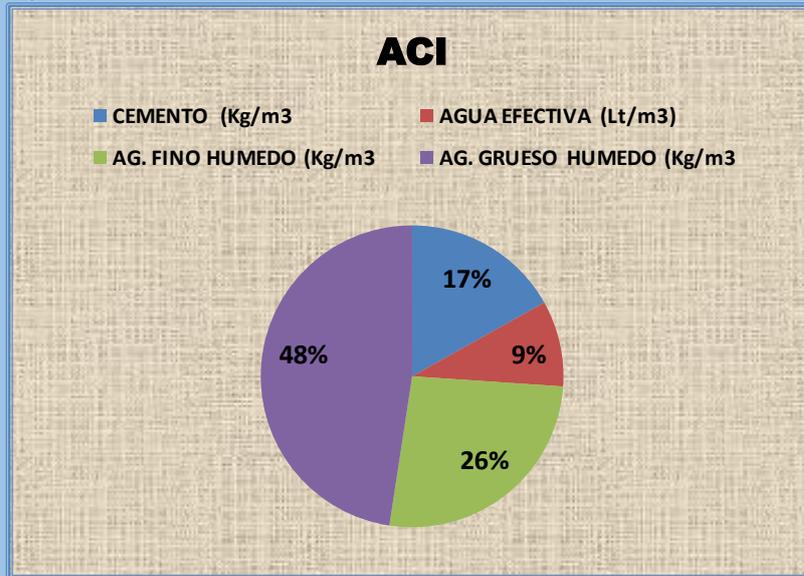
INTERPRETACIÓN:

Como se puede apreciar para un concreto estándar, es decir un concreto que no presenta adiciones de aditivos con una consistencia plástica (3"- 4"), la cantidad de cemento tanto en el método ACI y el método de agregado global, en el agua existe una variación de 17 litro en los, existe una variación en los agregados fino de 81Kg., agregado grueso de 20Kg. tanto en el método ACI, con respecto método de agregado global, estando dentro de los estándares,

para una mejor visualización las diferencias de los resultados se presenta en Kg/m³

- **Concretos normales (Kg/m³) estándar por los métodos (ACI) son los siguientes:**

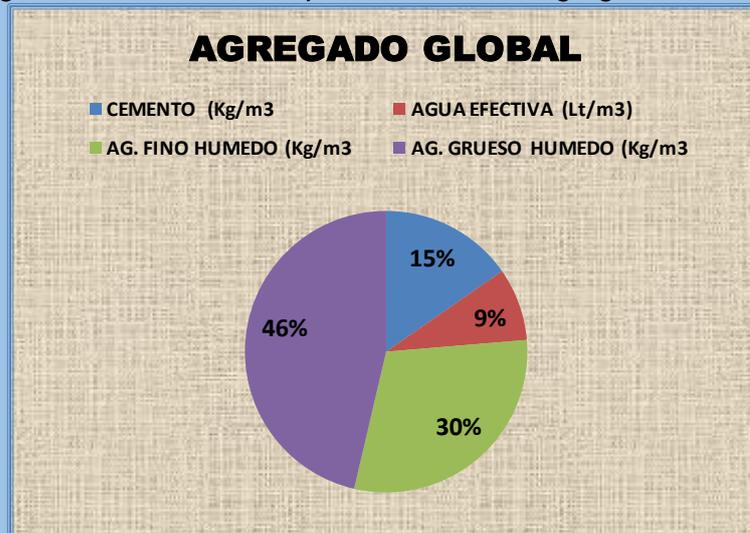
Imagen 34: Diseño Mezcla por el método ACI en %



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

- **Concretos normales (Kg/m³) estándar por los métodos (Agregado Global) son los siguientes:**

Imagen 35: Diseño Mezcla por el método de Agregado Global en %.



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

CALCULO DE MATERIALES PARA CONCRETO PATRON

- Bajo el método del Agregado Global se procederán a realizar los cálculos para el concreto patrón usándose la dosificación escogida líneas atrás.
- Se necesitaran un total de 9 probetas de concreto, se usara un factor de ampliación de 1.5 por perdidas durante el mezclado siendo en total una dosificación para 14 probetas de concreto.

Materiales corregidos por humedad del agregado

Cemento	= 324	Kg/m ³
Agua de diseño	= 223	Lt/m ³
Agregado fino humedo	= 647	Kg/m ³
Agregado grueso humedo	= 988	Kg/m ³

Determinación de las proporciones en peso de diseño.

Agregados	Dosificación peso seco	Proporción en peso	Dosificación peso humedo	Proporción en peso
Cemento	323.64	1.000	323.64	1.000
Agua de diseño	178.00	0.550	223.01	0.689
Agregado fino	636.41	1.966	646.97	1.999
Agregado grueso	984.05	3.041	987.99	3.053

Relacion Agua - Cemento de diseño **0.55**
 Relacion Agua - Cemento Efectiva **0.69**

Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

Cemento	= 42.50	Kg/Bolsa
Agua de diseño	= 29.29	Lt/Bolsa
Agregado fino	= 84.96	Kg/Bolsa
Agregado grueso	= 129.74	Kg/Bolsa

4.2. PROCESO CONSTRUCTIVO PARA EL EXPERIMENTO.

El proceso constructivo para el diseño experimental para la colocación del concreto se realiza a continuación:

Paso 1

Diseño para el encofrado

Se encofró 02 losa de 50x50 cm. de área con 15 cm. de altura de losa para proteger con guano de corral, 02 losa de 50x50 cm. de área con 15 cm. de altura para proteger con paja y 01 losa de concretolosa de 50x50 cm. de área con 15 cm. de altura esto sin protección al intemperie, para una mejor ilustración se puede observar en las siguientes figuras.

Imagen 36: Proceso constructivo de encofrado



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Paso 2

Temperatura en obra

Primeramente se recomienda en estos tiempos de helada que la temperatura del ambiente o la superficie a colocar el concreto tengan como mínimo una temperatura de 4°C, en nuestro caso la temperatura se controló a las 14 horas registrando una temperatura de 6°C, para prevenir que la temperatura ascienda es recomendable a proceder a colocar el concreto en las muestras.

Imagen 37: Control de temperatura.



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Paso 3

Fabricación de la mezcla y colocado de concreto.

Cumpliendo con las recomendaciones anteriores, se procederá al colocado de concreto a las muestras, y lo que se recomienda en el proceso de fabricación del concreto se cumpla fielmente los requisitos del diseño de mezcla por el método de agregado global, el control de los componentes, la consistencia de la mezcla y una buena compactación se ha utilizado una vibradora, para evitar o disminuir el porcentaje de vacíos.

Imagen 38: Dosificación y colocado de la mezcla.



Fuente: Elaborado en base de las pruebas realizadas

Una vez terminado el vaciado se espera que el concreto termine su fraguado inicial este periodo es de 2 o 3 horas aproximadamente después

del vaciado, inmediatamente se cubre la superficie con **guano del corral y paja**, esto para evitar que el frío de la primera noche no congele el concreto.

Paso 4

Descripción de los curados de losas realizados.

En este ítem se presentarán todo los tipos de curados realizados tanto en el laboratorio como en la intemperie para este fin se realizaron varios sistemas de curados para buscar una solución óptima para contrarrestar los efectos de hielo y deshielo en los tiempos frígidos y estas son:

- Curado con guano
- Curado con paja.
- Curado a la intemperie.

4.2.1. Curado con guano de corral.

Este sistema que se ha planteado es una de las primeras alternativas y el objetivo es de poder visualizar, que si curando el concreto como el caso anterior y cubriéndolas con guano se puede solucionar este problema del congelamiento del concreto.

Pero para visualizar todo ello pasaremos a detallar como es que se realizó dicho sistema, los testigos y losas después de ser vaciadas fueron sacadas al aire libre y se curaba 2 veces al día rociando agua en los testigos durante 3 a 5 min. como se suele hacer en las obras esto solo en el día y por las noche se dejaba en la intemperie y sin ningún tipo de recubrimiento, este método es lo que simulará la obra real, y este sistema que se realizó como ya se había adelantado no dio buenos resultados debido al inmenso frío que se tuvo en distrito de Puno en estos meses, pero estos resultados se mostraran para tomar conciencia de que no simplemente se debe de curar el concreto con curado clásico,

más al contrario debemos de tener mucha precaución para curar el concreto para que así el concreto pueda desarrollar resistencia normalmente en estos meses fríos.

Este sistema de curado se realizó de la siguiente manera, los testigos o losas después de ser vaciadas y a las 4:00 p.m. los testigos fueron recubiertos con una amina o plástico y sobre el plástico el guano de corral con un 1 pulgada de espesor, para que las losas durante la noche no se congelen y permanezca a una temperatura adecuada, la cobertura de guano de corral también permanecía en la intemperie, y al día siguiente los testigos nuevamente fueron descubiertos de la cobertura de guano de corral para ser curadas nuevamente en el día con agua, esto durante siete días, y así simulando lo que se realizará en obra real, a todo ello se puede decir que si mejoró los resultados de resistencia de la losa de concreto o testigo.

Imagen 39: Curado de concreto fresco con estiércol de corral.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

4.2.2. Curado con paja o Ichu (Intemperie).

Este sistema de curado se planteó como una segunda alternativa, fue el mismo sistema que el anterior, los testigos y losas después de ser vaciadas fueron sacadas a la intemperie y se curaba en el día dos veces rociando agua a los testigos y por las noches se recubre con paja del altiplano o ichu, con la similitud que a cada testigo se cubría con paja del altiplano con un espesor 5 cm., y al

día siguiente nuevamente se descubre para seguir curando con agua por roseado también este sistema se hizo durante siete días, y se verifica y se obtiene resultados buenos resultados similares como los de cobertura con guano del corral.

Imagen 40: Curado de concreto fresco con paja del altiplano.



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

4.3. EVALUACIÓN DE LAS TEMPERATURAS EN EL PRESENTE AÑO.

Las temperaturas en todos los años y específicamente en los meses de Mayo Junio, Julio y Agosto, son las más bajas de cada año y esto no permite realizar óptimos trabajos en la construcción de obras debido a que estas temperaturas se presentan incluso bajo cero, y en referente a trabajos con concreto se debe de tener todas las precauciones del caso.

Se tiene conocimiento que para un desarrollo normal de resistencia en el tiempo, el concreto debe curarse como referencia a una temperatura de por lo menos 13° C, lo cual como ya se mencionó en nuestra zona son aun menores las temperaturas, y las más bajas se dieron en el mes de

junio en el presente año, se tuvo que estar diariamente con un termómetro para poder apreciar dichas temperaturas y en la 24 horas del día, y estas en promedio fueron:

Tabla 39: Temperaturas en el mes de junio del año 2015 a una altura de 3895 m.s.n.m.

Hora	° C	Hora	° C	Hora	° C
0	3.0	8	3.5	16	10.0
1	2.1	9	7.6	17	9.4
2	2.0	10	11.4	18	5.5
3	-0.6	11	13.5	19	4.2
4	-4.2	12	15.3	20	3.4
5	-9.0	13	16.8	21	3.1
6	-4.0	14	18.1	22	3.1
7	1.6	15	15.9	23	3.0

Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

4.4. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DE LOSAS CURADAS.

Se presenta principalmente los resultados de resistencia a la compresión del concreto para los diferentes tipos de coberturas utilizados, resaltando los incrementos y variaciones de resistencia obtenidas con las diferentes combinaciones de cobertores de concretos frescos para contrarrestar este fenómeno natural el hielo y deshielo, se mostraran diferentes cobertores y se observaran las diferencias de resistencia.

4.4.1. Resultados de Esfuerzo a Compresión.

<h2 style="margin: 0;">CONTROL DE LABORATORIO</h2> <h3 style="margin: 0;">DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO</h3>

UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL JULIACA
TESIS	:EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
LUGAR	: DISTRITO DE PUNO - PUNO
APARATO	: PRENSA
FECHA DE ENSAYO	: JULIO DEL 2015

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 7 DIAS						
TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	12350	15.2	30.5	29930	156.68	T-1
PAJA	12300	15.2	30.5	26490	149.17	T-2
INTEMPIERE	12360	15.2f	30.7	25850	142.9	T-3

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 14 DIAS MUESTRA 03						
TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	11560	14.9	30.2	34130	179.54	T-4
PAJA	12410	15.2	30.5	32190	169.06	T-5
INTEMPIERE	12440	15.3	30.6	29500	155.19	T-6

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 28 DIAS MUESTRA 04						
TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	12400	15.2	30.4	46010	220.07	T-7
PAJA	12500	15.2	30.2	38780	203.67	T-8
INTEMPIERE	11580	14.9	30.1	35060	194.79	T-9

4.4.2. Equipo de esclerómetro.

Instrumento de medición utilizado por lo general para la determinación de la resistencia a la compresión en losas.

El **esclerómetro** es un instrumento de medición empleado, generalmente, para la determinación de la resistencia a compresión en hormigones ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc. En algunos países ya no se usa para determinar la resistencia del hormigón endurecido, sino que solamente se utiliza para evaluar la uniformidad del hormigón in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad o estimar el desarrollo de resistencias in situ.

4.4.2.1. Descripción ampliada.

El Esclerómetro está provisto de una pesa tensada con un muelle; funciona cuando la pesa tensada es lanzada contra la superficie para medir su rebote.

A pesar de que no se considera un método excesivamente fiable, su uso está muy extendido. Proporciona valores aproximados y se lo emplea principalmente como método de comprobación, siendo menos usado que el ensayo de compresión.

En el año 1950 fue diseñado el primer esclerómetro para la medición no destructiva del hormigón. Se lo patentó con el nombre SCHMIDT; su valor de rebote "R" permite medir la dureza de este material y se ha convertido en el procedimiento más usado a nivel mundial, para el control no destructivo en hormigón.

4.4.2.2. Recomendación del uso del esclerómetro.

Si la superficie no está muy limpia y pulida, arrojará valores menores (capas de pintura o polvo crean una capa blanda que puede amortiguar el impacto).

Impactar sobre la superficie en forma perpendicular, si se observa una superficie destrozada o aplastada se debe de anular.

Leer el número de rebote en la escala indicadora del martillo aproximándolo siempre a un número entero.

Si el esclerómetro no está perfectamente perpendicular a la superficie, tendrá un rebote con menor intensidad.

El hormigón es una mezcla de cemento, grava y arena; si el golpe impacta sobre una piedra nos dará una dureza mayor.

Si es concreto armado se puede lanzar el golpe cerca de una barra corrugado de acero, lo cual posee mayor dureza, modificando el valor.

Considerar separaciones entre cada punto de aproximación de 1 a 3 pulgadas.

4.4.2.3. Uso del esclerómetro

Tomar 9 lecturas como mínimo.

Descartar aquellas que difieran en más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas restantes.

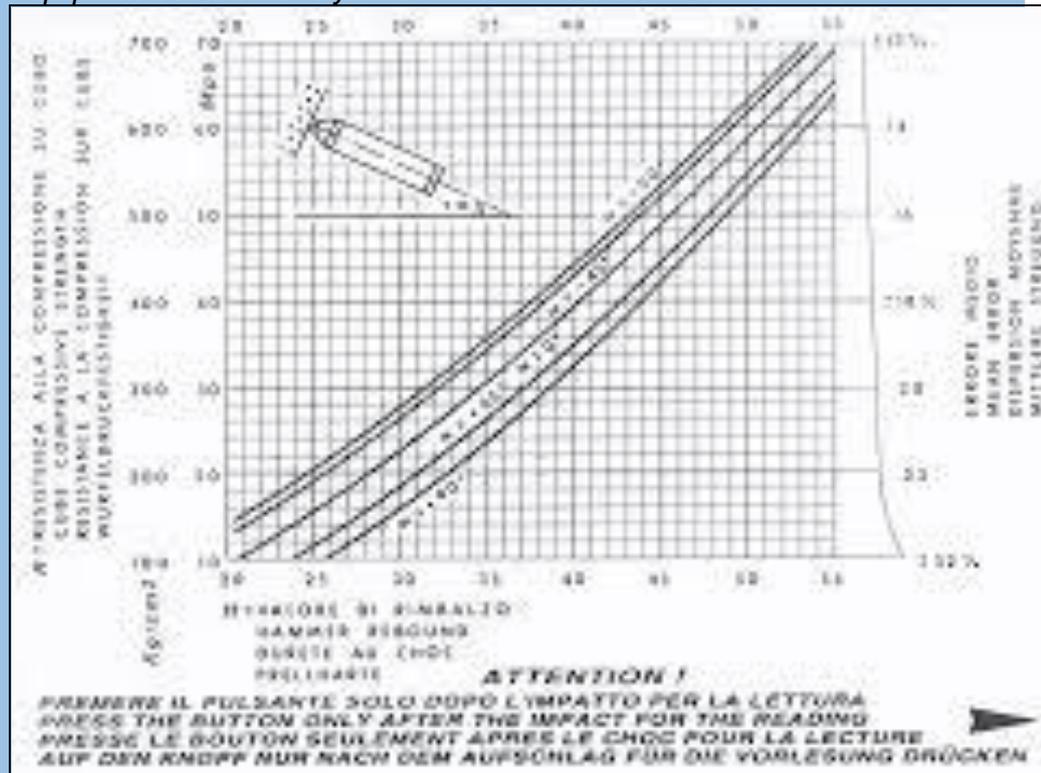
Si más de 2 lecturas difieren de este promedio por 6 unidades, desechar todas las lecturas y determinar los números de rebote en 9 nuevas ubicaciones dentro del área de ensayo.

Todo lo que se ha detallado anteriormente se ha tomado en consideración para hacer las pruebas de las 5 losas vaciadas en nuestro trabajo, y los resultados lo veremos más adelante y posteriormente tendremos un comentario respecto a este método.

Imagen 41: Esclerómetro.



Imagen 42: Equipo de esclerómetro y la tabla de conversión de lectura.



4.4.3. Losas (Ensayada con esclerómetro).

Como se mencionó se vaciaron losas de 0.50 m x 0.50 m x 0.15 m de espesor y estas serán ensayadas con un esclerómetro a los 28 días.

Imagen 43: Resultados con esclerómetro a los 28 días



Fuente: Elaborado en base a las pruebas realizadas.

Las resistencias de las losas de concreto que fueron curados con estiércol, paja y expuesto al intemperie se muestran en el tabla N° 44, donde la mayor resistencia superficial se obtuvieron con cobertores de plástico y estiércol llegando con un promedio de 217 kg/cm^2 , seguida con cobertores de paja del altiplano llegando con un promedio de 200 kg/cm^2 , mientras que sin cobertores y expuestos al intemperie sólo llegó

a una resistencia promedio del concreto de 168 kg/cm^2 , esto según las pruebas con esclerómetro.

Los cobertores orgánicos como es estiércol en el distrito de Puno de la provincia de Puno se encuentra en cantidad suficiente y que cada uno de los pobladores del distrito tienen producto de la crianza de los animales domésticos entre ovinos, vacunos, auquénidos y animales menores, ya que este cobertor orgánico tiene mejores propiedades térmicas y consecuentemente brinda mejores resultados de resistencia del concreto en climas severos y de alto riesgo en el altiplano peruano.

Tabla 40: Sistematización de los datos y resultados.

CONTROL DE LABORATORIO										
PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO										
UNIVERSIDAD		: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL JULIACA						FECHA:		: 20/08/2015
TESIS		: EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA.						Operador:		Personal Laboratorio
LUGAR		: DISTRITO DE PUNO - PUNO								
APARATO		: SCLEROMETRO SCHIMDT, Model "Roche"								
Orientación del Martillo		: TIPO "B"								
FECHA DE ENSAYO		: 25/07/2015								

PROBETA N° DESCRIPCION			NIVEL	CARA	LECTURA DEL REBOTE	f'c MARCADA EN PSI	f'c CALCULADA (f'c=Kg/cm2)	f'c PROMEDIO (f'c=Kg/cm2)	% PROMEDIO
N° de Rebotes	TIPO DE PROTECCION	ELEMENTO							
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PLASTICO Y ESTIERCOL	Losa 01	1er	Sup	30	3750	261.56	217	1.03
2		Losa 01	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 01	1er	Sup	30	3750	261.56		
6		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
N° de Rebotes		ELEMENTO							
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PLASTICO Y ESTIERCOL	Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81	213	1.01
2		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 02	1er	Sup	29	3500	244.13		
4		Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 02	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 02	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
N° de Rebotes		ELEMENTO							
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PAJA	Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81	200	0.95
2		Losa 03	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 03	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 03	1er	Sup	25	2000	139.50		
9		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
N° de Rebotes		ELEMENTO							
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PAJA	Losa 04	1er	Sup	25	2000	139.50	194	0.92
2		Losa 04	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 04	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 04	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 04	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 04	1er	Sup	25	2000	139.50		
9		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
N° de Rebotes		ELEMENTO							
1	EXPUESTO EN LA INTERPERIE	Losa 05	1er	Sup	22	1500	104.63	168	0.80
2		Losa 05	1er	Sup	25	2000	139.50		
3		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		
4		Losa 05	1er	Sup	24	1875	130.78		
5		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		
6		Losa 05	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 05	1er	Sup	25	2000	139.50		
8		Losa 05	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		

OBSERVACIONES:

- (*) Las resistencias esperadas en kg/cm2, fueron calculadas según gráfica del propio aparato.
- Este procedimiento no es aplicable a la determinación de resistencia del concreto, solo comparativo.
- Este procedimiento no es alternativo respecto a ninguno de los ensayos normales de compresión, y en ningún caso puede emplearse con

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS.

Prueba de Hipótesis General

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H₀): El puntaje promedio de cada uno de cobertores orgánicos no tendrían una contribución significativa en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno – Puno -2015gg

Hipótesis alterna (H₁): El puntaje promedio de cada uno de cobertores orgánicos tendrían una contribución significativa en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno – Puno -2015

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

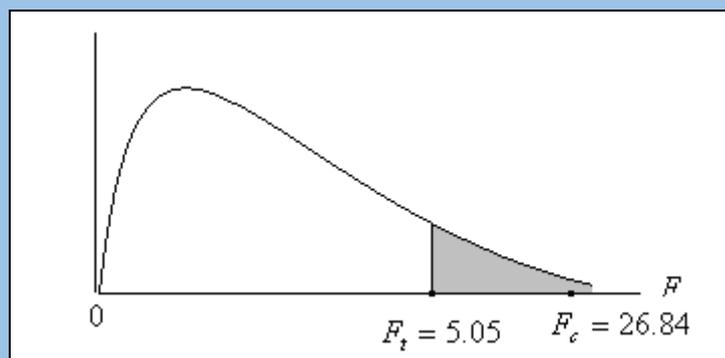
3. Estadístico de Prueba

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

4. Región Crítica

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

$$F_{0.95,5,5} = 5.05$$



5. Cálculos

Tabla 41: Análisis de Varianza para los datos de cobertores orgánicos del distrito de Puno en el año 2015

Fuente de Variación	Grados de Libertd	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Bloques	1	10693.1655	10693.1655	202.35 **
Tratamientos	5	7090.51934	1418.10387	26.84 **
Error Experimental	5	264.218519	52.84	
Total	11	18047.9034		

Fuente: Ficha de observacion

INTERPRETACION.- A un nivel de significación de 0.05 que las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los métodos de cobertores orgánicos obtenido durante el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada del distrito de Puno difiere significativamente de las obtenidas con uno de los otros métodos.

Sin embargo el análisis de varianza no permite determinar cuál de los métodos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que método tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de ensayo de cobertores orgánicos. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples como la prueba de Duncan.

Tabla 42: Diferencia de Medias para el Puntaje Promedio del proceso de cobertores orgánicos

Grupo Duncan	Promedio	N	Tratamientos
A	226.5925	2	T1
AB	205.955	2	T2
BC	194.5525	2	T3
CD	184.74	2	T4
DE	174.3475	2	T5

La conclusión de la prueba de Duncan se presenta en forma vertical. El que los tratamientos tengan la misma letra implica que no tenga diferencias significativas entre ellas y por lo tanto se pueden unir mediante una línea como se presenta a continuación, en donde las sesiones son ordenadas en forma Descendente de acuerdo al rendimiento promedio del puntaje del proceso de ensayo de los cobertores orgánicos del distrito de Puno.

Por lo tanto se concluye que con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los métodos de cobertores orgánicos (T_1) tiene diferencias estadísticas sobre los demás métodos de cobertores, y difieren significativamente de los otros métodos y por lo tanto es el método que más aportan al presente trabajo de investigación. Por otro lado las que aportan moderadamente al estudio son los métodos (T_2), (T_3) y (T_4) y el método que menos aporta al presente estudio es el método sin curado (T_5), tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias.

6. Decisión.- A un nivel de significación del 5% $F_c = 26.84$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de los métodos de cobertores orgánicos en el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada es diferente entre cada uno de los métodos de cobertores en el distrito de Puno durante el proceso de ensayo.

Prueba de Hipótesis específica uno

1. Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): El puntaje promedio de cada uno de los métodos de los cobertores orgánicos no tendría una contribución directa en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada

Hipótesis alterna (H_1): El puntaje promedio de cada uno de los métodos de los cobertores orgánicos tendría una contribución directa en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada

2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

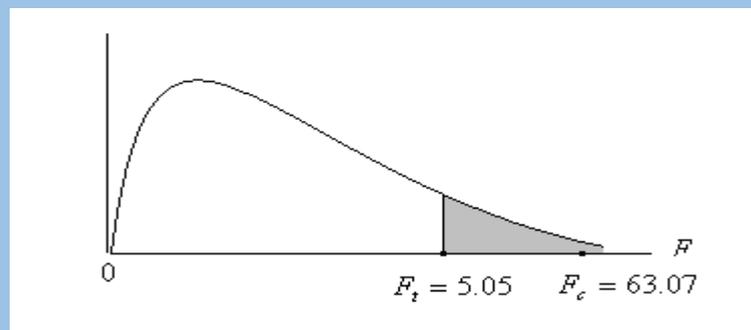
3. Estadístico de Prueba

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

4. Región Crítica

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

$$F_{0.95,5,5} = 5.05$$



5. Cálculos

Tabla 43: Análisis de Varianza para los datos durante el proceso de ensayo de los cobertores orgánicos en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada

Fuente de Variacion	Grados de Libertd	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F
Bloques	1	2001.69585	2001.69585	470.48 **
Tratamientos	5	1341.69864	268.339727	63.07 **
Error Experimental	5	21.2726854	4.25	
Total	11	3364.66717		

Fuente: Ficha de observacion

INTERPRETACION.- A un nivel de significación de 0.05 que las evidencias muestrales indican que al menos un puntaje promedio de los métodos de cobertores orgánicos en la resistencia del concreto obtenido durante el proceso de fraguado en construcción en épocas de heladas del distrito de Puno difiere significativamente de las obtenidas con uno de los otros métodos.

Sin embargo el análisis de varianza no permite determinar cuál de los métodos es el que difiere estadísticamente entre ellos; lo que implica que no muestra que método tiene el mayor puntaje promedio durante el proceso de ensayo de cobertores orgánicos. Para tal efecto se debe realizar una prueba de comparaciones múltiples como la prueba de Duncan.

Tabla 44: Diferencia de Medias para el Puntaje Promedio del proceso de ensayo de cobertores orgánicos en la resistencia del concreto en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada

Grupo Duncan	Promedio	n	Tratamientos
A	102.2025	2	T1
A	100.7125	2	T2
B	93.335	2	T3
B	89.6425	2	T4
C	82.56	2	T5

La conclusión de la prueba de Duncan se presenta en forma vertical. El que los tratamientos tengan la misma letra implica que no tenga diferencias significativas entre ellas y por lo tanto se pueden unir mediante una línea como se presenta a continuación, en donde los métodos son ordenados en forma Descendente de acuerdo al rendimiento promedio del puntaje del proceso de ensayo de cobertores orgánicos.

$$\begin{array}{ccccc} T_1 & T_2 & T_3 & T_4 & T_5 \\ \hline & & & & \end{array}$$

Por lo tanto se concluye que con un nivel de significancia de 0.05 podemos afirmar que el puntaje promedio de los métodos de cobertores orgánicos (T_1) y (T_2) tiene diferencias estadísticas sobre los demás métodos y difieren significativamente de los otros métodos y por lo tanto son los métodos que mas aportan al presente trabajo de investigación. Por otro lado las que aportan moderadamente al estudio son los métodos (T_3) que se refiere al método (T_4) y el método que menos aporta al presente estudio es el método sin curado (T_5), tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias.

6. **Decisión.**- A un nivel de significación del 5% $F_c = 63.07$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes de los métodos de los cobertores orgánicos tiene una contribución directa y significativa en la resistencia del concreto en el distrito de Puno en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada.

Prueba de hipótesis Específica dos

- Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0): Los cobertores orgánicos en su contribución no difieren significativamente en la resistencia de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.

Hipótesis Alterna (H_1): Los cobertores orgánicos en su contribución difieren significativamente en la resistencia de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.

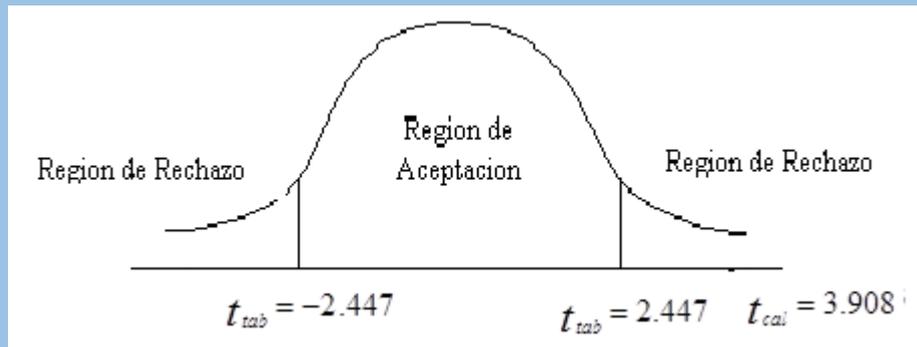
- Nivel de significancia

$$\alpha=0.05$$

- Estadístico de prueba

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

- Región crítica



- Cálculos

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Durabilidad de los agregados	3,908	6	,008	10,67143	3,9897	17,3531

- Conclusión

Como la $t_{cal} = 3.908$ cae en la región de rechazo entonces se rechaza la H_0 , se puede concluir que los valores de los cobertores orgánicos de la paja y guano en su contribución difieren significativamente entre ellas en la resistencia de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada. A nivel de significancia del 5%.

Prueba de hipótesis Específica tres

- Hipótesis

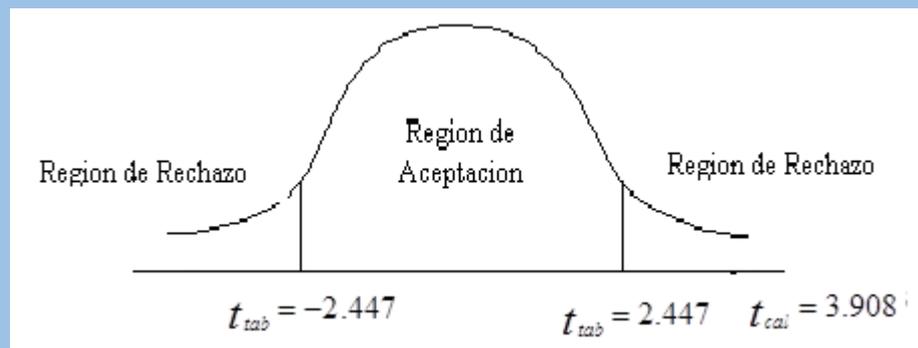
Hipótesis Nula (H_0): Los cobertores orgánicos en su contribución no difieren significativamente en la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.

Hipótesis Alterna (H_1): Los cobertores orgánicos en su contribución difieren significativamente en la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.

- Nivel de significancia
 $\alpha=0.05$
- Estadístico de prueba

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

- Región crítica



- Cálculos

Prueba de muestra única						
	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Durabilidad de los agregados	3,908	6	,008	10,67143	3,9897	17,3531

- Conclusión

Como la $t_{cal} = 3.908$ cae en la región de rechazo entonces se rechaza la H_0 , se puede concluir que los valores de los cobertores orgánicos de la paja y guano en su contribución difieren significativamente entre ellas en la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada. A nivel de significancia del 5%.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Que los cobertores orgánicos la paja y guano tendrían una contribución significativa porque concluimos que los puntajes promedio de los métodos de cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada es diferente entre cada uno de los métodos de cobertores en el distrito de Puno durante el proceso de ensayo en el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno.- A un nivel de significación del 5%.

SEGUNDA. Los cobertores orgánicos de nuestra zona como el estiércol, por sus características y accesibilidad son los para emplearse durante el curado y el proceso del concreto fresco, ya que con estos productos se logró mantener una temperatura constante en el concreto, para que el concreto desarrolle con total normalidad de resistencia y esto se refleja en los resultados obtenidos de 217 kg/cm², seguida con cobertores de paja del altiplano de 200 kg/cm², concluimos que los puntajes promedio de los métodos de cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada es diferente entre cada uno de los métodos de cobertores en el distrito de Puno.

TERCERA: los cobertores orgánicos utilizados del altiplano tienen una magníficos aislantes térmicos debido, concluimos que los puntajes de los métodos de los cobertores orgánicos tiene una contribución directa y significativa en la resistencia del concreto en el distrito de Puno en el proceso de fraguado en construcción en épocas de helada, a un nivel de significación del 5%.

CUARTO: Los cobertores orgánicos protegen óptimamente dándole impermeabilidad durante el fraguado por ello su contribución significativa al a durabilidad de los agregados en el procesos de fraguado debido que difieren significativamente el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie y con los cobertores en

construcciones en épocas de helada. A nivel de significancia del 5%.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: A las instituciones del sector sugerimos que estas experiencias debería tomar en cuenta para mejorar el proceso de fraguado de la concreto con un diseño de mezcla debe siempre realizar con sumo cuidado y con resultados reales, y los vaciados de concretos deben realizar sólo hasta las 15.00 horas debido a que la temperatura al promediar desde esa hora decrece fuertemente en esta zona del altiplano, siendo dañino para la hidratación del concreto, y esperar que la superficie de vaciado tenga una temperatura mayor a los 4 °C (40 °F). Utilizando cobertores orgánicos de la zona.

SEGUNDA: A los profesionales y especialistas que deben basarse en las bondades de un método de cobertores orgánicos con el fin de desarrollar y ejecutar con éxito las obras el proceso del tiempo de fraguado de concreto en épocas de helada en el región altiplánica u otro con similares características, por lo que debe primar en la selección de método el criterio personal, su conocimiento técnico y experiencia profesional del quien lo aplique.

TERCERA: Asimismo, se recomienda tomar en cuenta, para evitar la evaporación del agua de concreto que originan fisuras y debe curarse diariamente durante los 28 días tal como se realiza en el laboratorio o usar aditivos curadores por una sola vez para evitar la evaporación así ya no curar diariamente por aspersion, más no sólo los 7 días como tiempo máximo de curado para evitar las contracciones en el concreto, además es necesario utilizar cobertores a fin de que los concretos conserven sus temperaturas y que desarrollen óptimamente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abanto Castillo, Flavio. (2013). Tecnología de concreto. UNI. Lima-Perú.
- Abanto Castillo, Flavio. (2009). Tecnología de concreto (Teoría y problemas). San Marcos E.I.R.L., Lima-Perú
- ASOCEM Boletines Técnicos ASOCEM. (1998). Contenido todas las especificaciones de tipos de concretos. UNI. Lima-Perú.
- ACI (2002). Normas técnicas para el colado de concreto en clima frío: Concreto en clima frío ACI 306-88. Boletín. Editorial ACI. Lima-Perú.
- Cachay Huamán, Rafael. (1998). Diseño de mezclas. UNI. Lima-Perú.
- Cachay Huamán, R. & Torre Carrillo A. (s/f). Concretos y sus propiedades físicas, diseño de mezclas, concretos especiales, uso de aditivos. Ponencia de tecnología del concreto. Lima –Perú.
- Cachay Huamán, R. (2004). Diseño de mezclas. Lima-Perú.
- Cámara Peruana de la Construcción “Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)” (2014). Lima-Perú.
- Condori Espinoza, Henry. (2001). Influencia del clima en el desarrollo del concreto en el altiplano de Puno. FICA. UNA Puno.
- Czernin, Wolfgang (2001). La química del concreto.
- Iglesias Martínez, Luis. (1995). El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ICCSA (2001). Apuntes y libretos de la Empresa. Guía Práctica.
- INTERSUR. (2010). Apuntes y libretos. Trabajo de campo para técnicos.
- Laura Huanca, S. (2006). Boletín: Diseño de mezclas de concreto. UNA. Puno-Perú.

- Laura Pérez, Pólito. (2011). Materiales ecológicos para la construcción de viviendas. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería. Tesis de Ingeniería Civil. Coatzacoalcos-Veracruz.
- (2013). Ichu: Aislante térmico natural para combatir el friaje. Ciencia y Tecnología. Universidad de ingeniería y Tecnología (UTEC) & del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Junín – Perú.
- Pasino, G. (2003). Apuntes del curso de concreto armado I. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima-Perú.
- Pasquel, E. (2005). Tópicos de tecnología del concreto. Publicación CIP – Consejo Nacional. Lima-Perú.
- Rivva López, Enrique. (2000). Naturaleza y materiales del concreto. Capítulo Peruano ACI. Lima-Perú.
- Rivva López, Enrique. (2002). Concretos de alta resistencia. Propiedades del concreto no endurecido, tipo de aditivos. Lima-Perú.
- Rivva López, Enrique. (2007). Diseño de mezclas. Editorial Williams. Lima-Perú.
- Sanca, W. (2005). Proceso de producción del cemento por vía húmeda en la fábrica de cemento Sur S.A. Lima-Perú.
- Sotomayor, Cristian. (2006). Ponencia de tecnología del concreto. UNICON. Lima-Perú.
- Venuat, Miche (s/f). Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones. Barcelona-España.WWW.uni.edu.pe. (2015). Tecnología del concreto

ANEXOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD
AGREGADOS GRUESO Y FINO**

PROYECTO	: "EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	: EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	: JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO F'c	: 210kg./Cm ²
FECHA	: JUNIO DEL 2015

AGREGADO GRUESO

Nro. De Tara		W-1	W-2	W-3
1	Peso de Tara = (dato)	420.50	420.50	420.50
2	Peso de Tara + M. Húmeda = (dato)	1920.50	1920.50	1920.50
3	Peso de Tara + M. Seca = (dato)	1914.60	1914.10	1914.70
RESULTADOS				
4	Peso de Agua P.A. = (2-3)	5.90	6.40	5.80
5	Peso Muestra Seca PMS = (3-1)	1494.10	1493.60	1494.20
6	Contenido de humedad W% = (4/5)*100	0.39	0.43	0.39
7	Promedio cont. Humedad W%	0.404		

AGREGADO FINO

Nro. De Tara		W-1	W-2	W-3
1	Peso de Tara = (dato)	434.00	434.00	434.00
2	Peso de Tara + M. Húmeda = (dato)	1434.00	1434.00	1434.00
3	Peso de Tara + M. Seca = (dato)	1418.20	1418.70	1416.10
RESULTADOS				
4	Peso de Agua P.A. = (2-3)	15.80	15.30	17.90
5	Peso Muestra Seca PMS = (3-1)	984.20	984.70	982.10
6	Contenido de humedad W% = (4/5)*100	1.61	1.55	1.82
7	Promedio cont. Humedad W%	1.661		



WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

PESO ESPECIFICO UNITARIO
AGREGADOS GRUESO Y FINO PARA DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO	"EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO F'c	210kg./Cm ²
FECHA	JUNIO DEL 2015

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	5020	5020	6970
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	25060	24960	24940
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	20040	19940	17970
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	13678	13678	13678
5	PESO UNITARIO Gr/m ³ , = (3/4)	1.465	1.458	1.314
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000	1,412		
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m ³ .	1,412		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	5020	5020	5020
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	26460	26550	26610
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	21440	21530	21590
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	13678	13678	13678
5	PESO UNITARIO Gr./m ³ , = (3/4)	1.567	1.574	1.578
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000	1,573		
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m ³ .	1,573		

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	6970	6970	6970
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	12910	12890	12880
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	5940	5920	5910
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	3283	3283	3283
5	PESO UNITARIO Gr/m ³ , = (3/4)	1.809	1.803	1.800
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)	1,804		
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m ³ .	1,804		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.		I	II	III
1	PESO DEL MOLDE gr. = (dato)	6970	6970	6970
2	PESO MOLDE + MUESTRA gr. = (dato)	13490	13510	13510
RESULTADOS				
3	PESO DE LA MUESTRA gr. = (2-1)	6520	6540	6540
4	VOLUMEN DEL MOLDE cm ³ , = (dato)	3283	3283	3283
5	PESO UNITARIO Gr/m ³ , = (3/4)	1.986	1.992	1.992
6	PESO UNITARIO HUMEDO Kg/m ³ , =(Prom5)*1000	1,990		
7	PESO UNITARIO SECO Kg/m ³ .	1,990		


WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 12348
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

PESO ESPECIFICO UNITARIO
AGREGADOS GRUESO Y FINO PARA DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO	"EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	: EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	: JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO F' C	210kg./Cm2
FECHA	JUNIO DEL 2015

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO

I.- DATOS		I	II	III
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO =(dato)	2763.00	2122.00	2654.00
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS =(dato)	2837.00	2191.00	2730.00
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	1657.00	1291.00	1590.00
II.- RESULTADOS				
4	PESO ESPECIFICA DE MASA SECA: P.E.M. =1/(2-3)	2.34	2.36	2.33
	Promedio	2.34		
5	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. =(2/(2-3))	2.40	2.43	2.39
	Promedio	2.41		
6	PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A. =1/(1-3)	2.50	2.55	2.49
	Promedio	2.52		
7	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN: %ABS =((2-1)/1)*100	2.68	3.25	2.86
	Promedio	2.93		

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO

I.- DATOS		I	II	III
1	PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE BALON + PESO DE AGUA =(dato)	1443.50	1443.00	1445.00
2	PESO DE LA ARENA SSS + PESO DEL BALON =(dato)	988.50	988.50	988.50
3	PESO DE AGUA =(dato)	455.00	454.50	456.50
4	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO DEL BALON =(dato)	964.00	966.50	966.00
5	PESO DEL BALON	488.50	488.50	488.50
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORN (Ws) =(dato)	475.50	478.00	477.50
7	VOLUMEN DEL BALON =(dato)	665.00	665.00	665.00
8	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS (Wsss) =(dato)	500.00	500.00	500.00
II.- RESULTADOS				
9	PESO ESPECIFICA DE MASA SECA: P.E.M. =(6/(7-3))	2.26	2.27	2.29
	Promedio	2.28		
10	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. =(8/(7-3))	2.38	2.38	2.40
	Promedio	2.38		
11	PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A. =6/((7-3)-(8-6))	2.56	2.54	2.57
	Promedio	2.56		
12	PORCENTAJE DE ABSORCION: %ABS =((8-6)/6)*100	5.15	4.60	4.71
	Promedio	4.82		

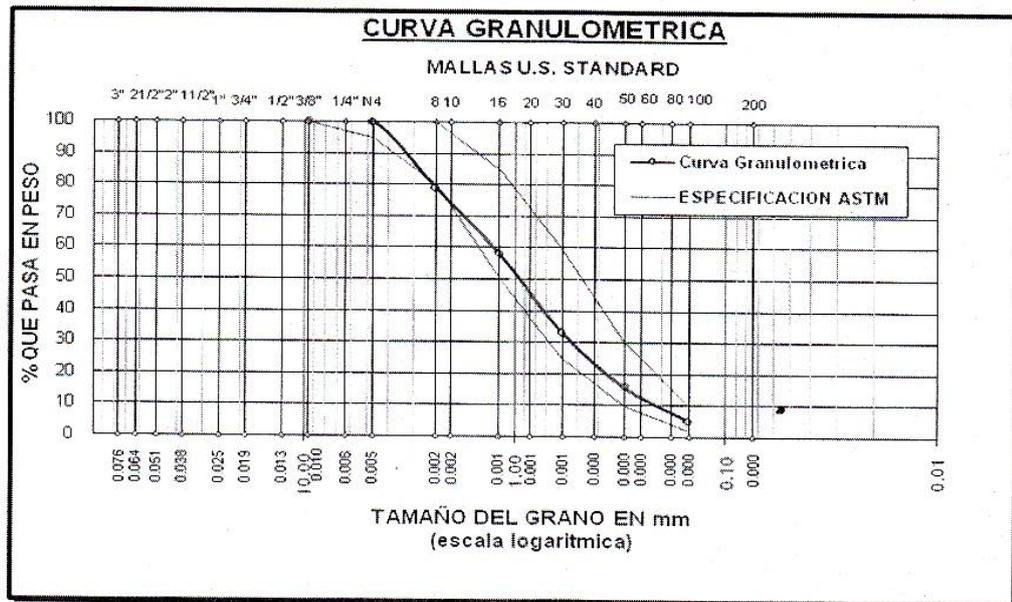


WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL C.I. N° 123148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
(ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216-D854-D427-D4248/))**

PROYECTO	"EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	: EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	: JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO F' C	: 210kg./Cm2
FECHA	: JUNIO DEL 2015

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. 1"	
	Mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	ASTM C-33-54	
1/4"	0.006	0	0.00	0.00	100.00		
N°4	0.005	0	0.00	0.00	100.00	95	100
N°8	0.002	98.37	21.08	21.08	78.92	80	100
N°16	0.001	96.7	20.72	41.81	58.19	50	85
N°30	0.001	117.27	25.13	66.94	33.06	25	60
N°50	0	80.37	17.22	84.16	15.84	10	30
N°100	0	50.2	10.76	94.92	5.08	2	10
N°200	0	23.7	5.08	100.00	0.00		
TOTAL		466.61	100.00				

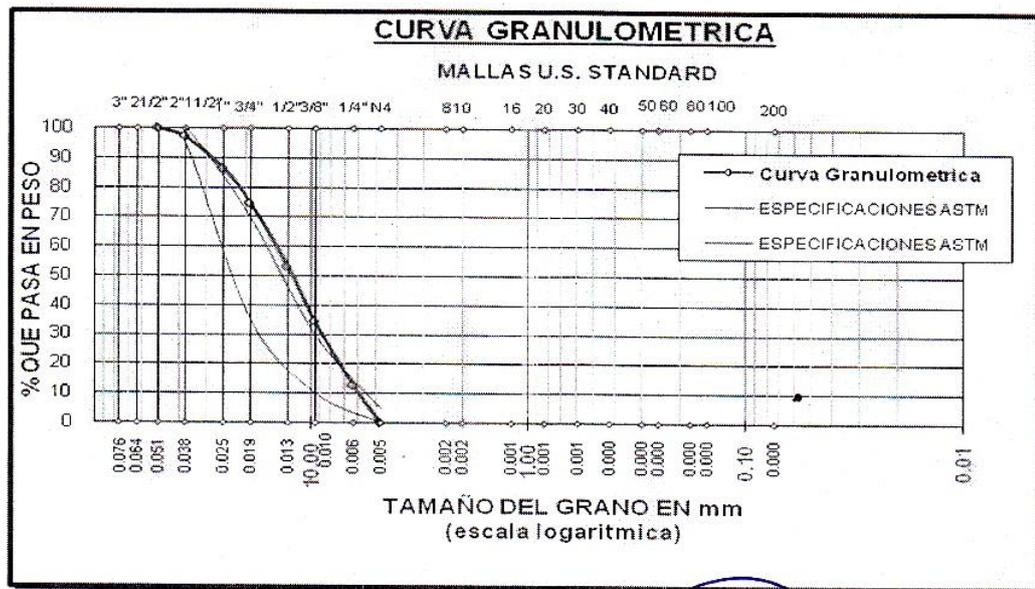



WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL, C.I.P. N° 128148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
(ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216-D854-D42/-D42487))

PROYECTO	"EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA"
SOLICITANTE	EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO F'c	: 210kg./Cm2
FECHA	: JUNIO DEL 2015

TAMICES ASTM	ABERTURA Mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-54	
2"	0.051	0,00	0,00	0.00	100.00		
1 1/2"	0.038	184.78	2.88	2.88	97.12	100	100
1"	0.025	689.78	10.77	13.65	86.35	95	100
3/4"	0.019	750.58	11.72	25.37	74.63		
1/2"	0.013	1,379.23	21.53	46.90	53.10	25	60
3/8"	0.01	1,193.30	18.63	65.52	34.48		
1/4"	0.006	1,399.18	21.84	87.37	12.63		
No4	0.005	809.42	12.63	100.00	0.00	0	10
TOTAL		6,406.27	100.00				




WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL, C.I.P. N° 123148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**DISEÑO DE MEZCLA
CONCRETO $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$
METODO DEL AGREGADO GLOBAL**

PROYECTO	: "EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	: EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	: JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	: HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
DISEÑO	: $f'_c = 210 \text{ Kg./Cm}^2$
FECHA	: JUNIO DEL 2015

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO TIPO IP	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA : RIO CUTIMBO - LARAQUERI				
TAMAÑO MÁXIMO	Pulg.		N° 4	1"
PESO ESPECÍFICO	Gr/cc	3.05	2.27	2.34
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/Cm3		1775	1407
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/Cm3		1957	1567
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.66	0.4
ABSORCIÓN	%		4.82	2.93
MODULO DE FINEZA			3.09	6.94

DOSIFICACIÓN

CONCRETO

F'c PROM F'cr (kg/m2)	TMN (Pulg)	SLUMP (Pulg)	AGUA (Lit/m3)	AIRE (%)	ADJUBO CEMENTO A/C	FACTOR CEM FC (Kg/m3)	FACTOR CEM FC (BOLSA/m3)	MF Comb de Agreg.
285	1"	3" - 4"	178	1.5	0.55	323.64	7.61	5.85

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESO SECO/M3	PROPORCIÓN	PESO HUMEDO (Kg/m3)	PROPORCIÓN
CEMENTO	0.106	323.64	1.000	323.64	1.000
AGREGADO FINO	0.280	636.41	1.966	646.97	1.999
AGREGADO GRUESO	0.421	984.05	3.041	987.99	3.053
AGUA	0.178	178.00	0.550	223.01	0.689
AIRE	0.015				

DOSIFICACIÓN POR TANDA DE UNA BOLSA.

Cemento	= 42.50	Kg/Bolsa
Agua de diseño	= 29.29	Lt/Bolsa
Agregado fino	= 84.96	Kg/Bolsa
Agregado grueso	= 129.74	Kg/Bolsa


WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL, C.I.R. N° 123148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**CONTROL DE LABORATORIO
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO
ROTURA DE PROBETA**

PROYECTO	:	"EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA
SOLICITANTE	:	EDGAR MALDONADO CHAMBI
UBICACIÓN	:	JR. 5 DE ABRIL N° 114 - PUNO
MUESTRA	:	HORMIGON DEL RIO CUTIMBO-LARAQUERI
APARATO	:	PRENSA
FECHA	:	JUNIO DEL 2015

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 7 DIAS (TRES MUESTRAS)

TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	12350	15.2	30.5	29930	156.68	T-1
PAJA	12300	15.2	30.5	26490	149.17	T-2
INTEMPIERE	12360	15.2f	30.7	25850	142.9	T-3

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 14 DIAS MUESTRA 03

TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	11560	14.9	30.2	34130	179.54	T-4
PAJA	12410	15.2	30.5	32190	169.06	T-5
INTEMPIERE	12440	15.3	30.6	29500	155.19	T-6

ESFUERZO A COMPRESION A LOS 28 DIAS MUESTRA 03

TESTIGO N°	PESO TEST. (Gr)	DIAMET. (CM)	ALTURA (CM)	CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	TIPO DE ROTURA
ESTIERCOL	12400	15.2	30.4	46010	220.07	T-7
PAJA	12500	15.2	30.2	38780	203.67	T-8
INTEMPIERE	11580	14.9	30.1	35060	194.79	T-9



WALTER MACHACA ZAMATA
 INGENIERO CIVIL, C.I.P. N° 126148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CONTROL DE LABORATORIO PRUEBAS DE REBOTE CON ESCLEROMETRO

UNIVERSIDAD	: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL JULIACA	
TESIS	: "EFECTOS DE LOS COBERTORES ORGANICOS EN EL PROCESO DE FRAGUADO DEL CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA - PUNO"	
LUGAR	: DISTRITO DE PUNO - PUNO	FECHA: JULIO DEL 2015
APARATO	: SCLEROMETRO SCHIMDT, Model "Roche"	Operador: Personal Laboratorio
ORIENTACION DEL MARTILLO	: TIPO "B"	
FECHA DE ENSAYO	: JULIO DEL 2015	

PROBETA N°	DESCRIPCION	NIVEL	CARA	LECTURA DEL REBOTE	f'c MARCADA EN PSI	f'c CALCULADA (f'c=Kg/cm2)	f'c PROMEDIO (f'c=Kg/cm2)	% PROMEDIO	
N° de Rebotes	TIPO DE PROTEC.	ELEMENTO							
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PLASTICO Y ESTIERCOL	Losa 01	1er	Sup	30	3750	261.56	217	
2		Losa 01	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 01	1er	Sup	30	3750	261.56		
6		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 01	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 01	1er	Sup	26	2750	191.81		
N° de Rebotes	TIPO DE PROTEC.	ELEMENTO	Nivel	Cara	Lectura del rebote	f'c Marcada en PSI	f'c Calculado Kg/cm2)	f'c Promedio	% Promedio
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PLASTICO Y ESTIERCOL	Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81	213	1.01
2		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 02	1er	Sup	29	3500	244.13		
4		Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 02	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 02	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 02	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 02	1er	Sup	28	3250	226.69		
N° de Rebotes	TIPO DE PROTEC.	ELEMENTO	Nivel	Cara	Lectura del rebote	f'c Marcada en PSI	f'c Calculado Kg/cm2)	f'c Promedio	% Promedio
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PAJA	Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81	200	0.95
2		Losa 03	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 03	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 03	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 03	1er	Sup	25	2000	139.50		
9		Losa 03	1er	Sup	27	3000	209.25		
N° de Rebotes	TIPO DE PROTEC.	ELEMENTO	Nivel	Cara	Lectura del rebote	f'c Marcada en PSI	f'c Calculado Kg/cm2)	f'c Promedio	% Promedio
1	CURADO Y PROTEGIDO CON PAJA	Losa 04	1er	Sup	25	2000	139.50	194	0.92
2		Losa 04	1er	Sup	28	3250	226.69		
3		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
4		Losa 04	1er	Sup	26	2750	191.81		
5		Losa 04	1er	Sup	28	3250	226.69		
6		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 04	1er	Sup	26	2750	191.81		
8		Losa 04	1er	Sup	25	2000	139.50		
9		Losa 04	1er	Sup	27	3000	209.25		
N° de Rebotes	TIPO DE PROTEC.	ELEMENTO	Nivel	Cara	Lectura del rebote	f'c Marcada en PSI	f'c Calculado Kg/cm2)	f'c Promedio	% Promedio
1	EXPUESTO EN LA INTERPERIE	Losa 05	1er	Sup	22	1500	104.63	168	0.80
2		Losa 05	1er	Sup	25	2000	139.50		
3		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		
4		Losa 05	1er	Sup	24	1875	130.78		
5		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		
6		Losa 05	1er	Sup	27	3000	209.25		
7		Losa 05	1er	Sup	25	2000	139.50		
8		Losa 05	1er	Sup	27	3000	209.25		
9		Losa 05	1er	Sup	26	2750	191.81		

OBSERVACIONES:

(*) Las resistencias esperadas en kg/cm2, fueron calculadas según gráfica del propio aparato.

- Este procedimiento no es aplicable a la determinación de resistencia del concreto, solo comparativo.

- Este procedimiento no es alternativo respecto a ninguno de los ensayos normales de compresión, y en ningún caso puede emplearse como base para aceptación o rechazo.

ANEXO N° 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA
LOS COBERTORES ORGÁNICOS PARA EL PROCESO DE FRAGUADO DE CONCRETO EN ÉPOCAS DE HELADA EN EL DISTRITO DE PUNO -PUNO - 2015

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General. ¿Cuáles la contribución de los cobertores orgánicos para el proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno -Puno - 2015?</p> <p>Problemas Específicos. ¿Cuál es la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada?</p> <p>¿Cuál es la contribución de los cobertores orgánicos en la resistencia en el proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada?</p> <p>¿En qué medida los cobertores orgánicos contribuyen en la durabilidad del agregado en el proceso de fraguado del concreto en construcciones en épocas de helada?</p>	<p>Objetivo General. Determinar la contribución de los cobertores orgánicos en el proceso de fraguado del concreto en épocas de heladas en el distrito de Puno – Puno - 2015.</p> <p>Objetivos específicos: Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en el tiempo del proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada.</p> <p>Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en la resistencia en el proceso de fraguado de concreto construcción en épocas de helada.</p> <p>Conocer la contribución de los cobertores orgánicos en la durabilidad del agregado del concreto en construcciones en épocas de helada.</p>	<p>Hipótesis General. Los cobertores orgánicos tendrían una contribución significativa en el tiempo del proceso de fraguado de concreto en épocas de helada en el distrito de Puno – Puno -2015</p> <p>Hipótesis Específicas Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían diferencias significativas en el tiempo de fraguado del concreto frente a la intemperie en el proceso de fraguado de concreto en construcción en épocas de helada.</p> <p>Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían una contribución directa en la resistencia en el proceso de fraguado de concreto frente a la intemperie en construcción en épocas de helada.</p> <p>Los cobertores orgánicos de la paja y guano tendrían una contribución significativa en la durabilidad de los agregados en el proceso de fraguado del concreto frente a la intemperie en construcciones en épocas de helada.</p>	Variable independiente	Guano de corral	Kg	<p>TIPO. Cuantitativo, aplicado experimental</p> <p>NIVEL. Aplicado - explicativo</p> <p>DISEÑO. Experimental transversal factorial</p> <p>MÉTODO: Deductivo- analítico sintético</p> <p>POBLACIÓN: La población de estudio está conformado por toda las obras ejecutadas de construcción civil en la ciudad de Puno</p> <p>MUESTRA: La muestra estará constituida por 1.25m², el experimento del uso del concreto en estructuras de edificios y pavimentos se realizará en el Jr. 5 de abril N° 114 del Distrito de Puno</p> <p>TÉCNICAS: Ensayos Observación</p> <p>INSTRUMENTOS: CERTIFICACIONES PROCEDIMIENTOS: Regresión logística T students Anova,</p>
			(X)	Paja	Kg	
			Cobertores orgánicos	A la intemperie	Sin medida	
			Variable dependiente	Tiempo de fraguado	Análisis de tiempo min/seg.	
				Resistencia	Ensayo de compresión	
				Proceso de fraguado del concreto	Durabilidad de los agregados	
(Y)						