



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACION DEL CONCRETO ELABORADO
CON AGREGADO DEL RIO SAN GABÁN, EN LA
CIUDAD DE SAN GABÁN, CARABAYA - PUNO
2017**

PRESENTADA POR EL BACHILLER
ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

ENERO, 2018

DEDICATORIA:

A mis padres Nicolas Chinchercoma Tapia y Felipa Consuero Huarsaya, A mis hermanas Nohemi y Ingrit, porque ellos han dado razón a mi vida, por consejos y apoyo incondicional hacia mi persona todo lo que soy es gracias, a ellos a toda mi familia que es lo mejor y valioso que Dios me ha podido dar.

A mis amigos compañeros de la Universidad por permitirme aprenderme más de la vida. En especial a Darwin Apaza, Samuel Cáceres, Anaise Mamani y Julio Colque, por compartir los aprendizajes que hemos recibido y su apoyo, Esto es gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO:

Se agradece por su contribución para el desarrollo de la tesis a:

Con gratitud agradezco a las Universidad Alas Peruanas, en especial a la Dirección de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, donde aprendí en sus aulas durante los años que viví y culminé mis estudios de pre grado satisfactorio.

De manera especial A todos los docentes de la Universidad Alas Peruanas, de filial Juliaca, quienes con sus conocimientos y aportes de grandes ideas supo guiarme a la culminación con éxito este trabajo Ing. Gilmer Salas Madera, por su acertada coordinación y asesoramiento adecuado y oportuno con sus sabias orientaciones, para cristalizar y lograr mí anhelado sueño de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

La presente investigación de tesis tiene por objetivo principal evaluar las propiedades del concreto fresco y endurecido dosificado con agregado del río San Gabán. Determinar su potencial de uso, para lo cual se ha recopilado y analizado información inherente al tema de estudio y que es una alternativa y un potencial.

La presente investigación de tesis se desarrolló en el distrito de San Gabán Provincia Carabaya departamento de Puno, con el propósito de evaluar la efectividad del agregado del río San Gabán, en la elaboración del Concreto de Resistencia variada para edificaciones, ya que en varias ocasiones la población de San Gabán y las construcciones están construidos con el concreto y agregado del lugar han utilizado en las diferentes etapas del proceso constructivo de sus viviendas ya que al utilizar este agregado en el diseño de mezclas reducen el costo del concreto.

Para lograr el diseño del Concreto de resistencia variada, se inició con un diseño de concreto de $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ haciendo uso de las tablas que nos proporciona el método del comité 211 del ACI, al cual se le hicieron dosificaciones con agregado río San Gabán y otro grupo con el agregado de cantera de Macusani, estas pruebas de diseño fueron sometidas a ensayos de compresión realizadas a los 07 días y 28 días, en el diseño de mezclas se ha considerado dos aspectos importantes del concreto: Trabajabilidad (Asentamiento) y Resistencia a Compresión.

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

Al comparar los resultados obtenidos de las muestras de Concreto de Resistencias indicadas, se concluye que el concreto dosificado con el agregado del río San Gabán si cumple y alcanza a la resistencia de los concretos de $f'c = 140\text{kg/cm}^2$, $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg/cm}^2$.

SUMMARY

The main objective of this thesis research is to evaluate the properties of fresh and hardened concrete dosed with the addition of the San Gabriel river. Determine its potential for use, for which information inherent to the study subject has been compiled and analyzed and which is an alternative and a potential. The present thesis research was developed in the district of San Gabán Province Carabaya department of Puno, with the purpose of evaluating the effectiveness of the aggregate of the river san gaban, in the elaboration of the Concrete of varied Resistance for buildings, since in several occasions the population of San Gabán and the constructions are built with the concrete and aggregate of the place they have used in the different stages of the construction process of their homes since when using this aggregate in the design of mixtures they reduce the cost of the concrete. To achieve the design of the Concrete of varied resistance, it started with a concrete design of $f'c = 140\text{kg} / \text{cm}^2$, $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ and $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ making use of the tables provided by the method of the 211 committee of the ACI, which were dosed with added river San Gabán and another group with the addition of quarry Macusani, these design tests were subjected to compression tests performed at 07 days and 28 days, in the design of mixtures has been considered two important aspects of the concrete: Workability (Settlement) and Resistance to Compression.

The Settlement and Simple Compression tests were carried out on the varied Resistance Concrete, with the three compression strengths $f'c \text{ kg} / \text{cm}^2$ raised already indicated to determine the workability behavior and compression resistance.

When comparing the results obtained from the indicated Resistance Concrete samples, it is concluded that the concrete dosed with the addition of the river San Gabán if it meets and reaches the concrete strength of $f'c = 140\text{kg} / \text{cm}^2$, $f'c = 175\text{kg} / \text{cm}^2$ y $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$.

INDICE

DEDICATORIA:	II
AGRADECIMIENTO:	III
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
INDICE	VI
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	
2.1. CONCRETO.....	4
2.1.1. Componentes del concreto	4
2.2. Diseño de mezclas	34
2.2.1. Método del módulo de fineza de la combinación de agregados	35
2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	35
2.3.1. Hipótesis general	35
2.3.2. Hipótesis específicas	36
2.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	36
2.4.1. Variable independiente.....	36
2.4.2. Variables dependientes.....	36
2.4.3. Operacionalización de Variables.....	37
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Tipo y nivel de Investigación	38
3.2. Diseños y métodos de Investigación	38
3.2.1. Población y muestra de la investigación	39
3.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39

CAPÍTULO 4: ÁMBITO DE ESTUDIO

4.1. Localización	41
4.1.1. Accesibilidad	43
4.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES.....	43
4.2.1. Los agregados.....	43
4.2.2. Selección de las proporciones del concreto	63
4.3. FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS.....	78
4.4. ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO.....	82
4.4.1. Ensayo de consistencia del concreto.....	82
4.4.2. Temperatura interna del concreto	85
4.5. ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO.....	88
4.5.1. Ensayo de resistencia a la compresión.....	88

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES ...	92
5.1.1. La distribución normal	93
5.1.2. Prueba de hipótesis	93
5.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 140 kg/cm ² a los 7 días de edad.	97
5.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 140 kg/cm ² a los 28 días de edad.	99
5.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 175 kg/cm ² a los 7 días de edad.	101
5.5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 175 kg/cm ² a los 28 días de edad.	104
5.6. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 210 kg/cm ² a los 7 días de edad.	106
5.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 210 kg/cm ² a los 28 días de edad.	108
5.8. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	110
5.9. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	110
5.9.1. Prueba de hipótesis para $f'c$ 140kg/cm ²	110
5.9.2. Prueba de hipótesis para $f'c$ 175 kg/cm ²	113
5.9.3. Prueba de hipótesis para $f'c$ 210 kg/cm ²	116

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
TABLA 2 COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO	6
TABLA 3 PORCENTAJES DE LOS COMPUESTOS DEL CEMENTO	6
TABLA 4. PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	9
TABLA 5. LÍMITES DE SUSTANCIAS DAÑINAS	12
TABLA 6. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO FINO.	17
TABLA 7. LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS.	18
TABLA 8. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL CONTENIDO DE CLORUROS DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO	20
TABLA 9. PARÁMETROS QUÍMICOS PARA AGUA DE DISEÑO Y CURADO.	21
TABLA 10 CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA	23
TABLA 11 CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO	27
TABLA 12. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS	31
TABLA 13 VIAS DE ACCESO	43
TABLA 14. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	48
TABLA 15. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	48
TABLA 16. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	51
TABLA 17. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	54
TABLA 18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS	57
TABLA 19. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS	58
TABLA 20. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO	61
TABLA 21. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO	62
TABLA 22. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS	64
TABLA 23. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO	65
TABLA 24. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE DISEÑO	66
TABLA 25. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN A.C.I.	67
TABLA 26. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN U.N.I.	67
TABLA 27. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	68
TABLA 28. RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA	69

TABLA 29. FACTOR CEMENTO Y CANTIDAD DE BOLSAS/M3.	70
TABLA 30. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.	71
TABLA 31. DATOS DE DISEÑO PRELIMINARES	75
TABLA 32. CORRECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO POR HUMEDAD..	77
TABLA 33. PROPORCIONES FINALES	77
TABLA 34. CANTIDAD DE PROBETAS A ELABORAR	78
TABLA 35. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL C° FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN	86
TABLA 36. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO	89
TABLA 37. RESISTENCIA A COMPRESIÓN ALCANZADO A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM2..	90
TABLA 38 VALORES DE DISPERSIÓN EN EL CONTROL DE CONCRETO	92
TABLA 39 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL COMPLETAMENTE AL AZAR	95
TABLA 40 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 140KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI	97
TABLA 41 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 140KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	98
TABLA 42 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 140KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI	99
TABLA 43 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 140KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	100
TABLA 44 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 175KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI A LOS 7 DIAS.	101
TABLA 45 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 175KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	103
TABLA 46 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 175KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI	104
TABLA 47 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 175KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	105
TABLA 48 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI	106
TABLA 49 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	107

TABLA 50 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2	
AGREGADO DE CANTERA MACUSANI	108
TABLA 51 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2	
AGREGADO DE RIO SAN GABÁN	109

INDICE DE FIGURAS

FIG. 1 PRUEBA DE REVENIMIENTO O´ SLUMP.....	25
FIG. 2 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	42
FIG. 3 CANTERA RIO SAN GABÁN.....	44
FIG. 4 VARIACION DE ASENTAMIENTO.....	85
FIG. 5 CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO.....	87
FIG. 6 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO	89

INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene el objetivo principal de determinar el potencial uso de la cantera agregado del río San Gabán en el distrito San Gabán ya que en la actualidad el agregado es llevado desde la ciudad de Macusani.

En las obras ejecutadas por la Municipalidad Distrital de San Gabán utilizan agregado traídos desde la cantera de ciudad de Macusani el mismo que tiene un elevado costo debido a la distancia de traslado del agregado y aumenta considerablemente el costo por metro cúbico de concreto, por otra parte los pobladores del distrito de San Gabán para la construcción de sus viviendas y otras estructuras donde está presente el concreto usan el agregado del río San Gabán razón por la que decidimos investigar.

El mismo que demanda costos elevados en la dosificación del concreto es un requisito fundamental en la obtención de un concreto de buena calidad. El agregado tiene una influencia importante en la manejabilidad y la obtención de la resistencia requerida en el concreto. En su estado fresco y en otras características físicas de su estado sólido del concreto reduciendo la resistencia requerida. Con la producción de concretos de baja relación de agua-cemento muchas de las propiedades del concreto han sido mejoradas de manera importante. Sin embargo, las necesidades de la calidad de los materiales se han hecho más necesarias que antes. Los concretos en la actualidad se hablan ya de calidad y durabilidad en años anteriores era más importante la resistencia que estos alcanzaban, pero ahora la calidad es el tema más importante y determinante para la vida útil del concreto. Un nuevo paradigma ha surgido como respuesta a la necesidad de la calidad el control de calidad que se han implementado en diferentes sectores estatales como ejemplo las municipalidades. Este paradigma ha llevado la realización de la presente tesis que tiene como objeto de estudio demostrar cómo se debe optimizar la proporción de cada material de forma tal que se logren las propiedades deseadas y necesarias según el diseño de mezcla. Los agregados deben cumplir y ser partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la mezcla de concreto.

CAPÍTULO 1:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

Antiguamente se decía que los agregados eran elementos inertes dentro del concreto ya que no intervenían directamente dentro de las reacciones químicas, la tecnología moderna se establece que siendo este material el que mayor % de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.

La influencia de este material en las propiedades del concreto tiene efectos 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 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 del proyecto.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto está en constante avance tecnológico en materiales, producción, y procesos constructivos orientados hacia la sostenibilidad y durabilidad que es el tema de ahora ya casi no es predominante el factor de resistencia, puesto en ambos son de mucha importancia, en conservar el medio ambiente, pero satisfaciendo además la necesidad de la industria de la construcción.

En el distrito de San Gabán y otros distritos se encuentra en zona tropicales del departamento puno, lamentablemente, las viviendas del lugar y varias obras que se ejecutan se utilizan el agregado del lugar más cercano, las principales razones son el fácil acceso a ello, es económico y la disponibilidad de este recurso y no son adecuadamente valorados la calidad real del agua que se utiliza en obra teniendo un diseño de mezclas, especificaciones técnicas y el RNE que nos mencionan estándares de calidad de los materiales a utilizarse, muchas veces se descartan o, no se toman en cuenta en la realidad; no es el caso de otros países como México, Colombia o Chile, donde se realizan estudios para garantizar el tiempo de vida y así hacer un uso responsable de sus recursos. Sin embargo, tenemos el deber de abordar este tema y comenzar a ser más consientes con la calidad del agua en el concreto, como sociedad y como constructores.

1.2.1. Pregunta general

- ¿Un concreto elaborado con agregado del rio San Gabán tendrá propiedades similares a un concreto elaborado con cantera del rio Macusani, en obras civiles en el distrito de San Gabán?

1.2.2. Pregunta específica

- ¿Sera Adecuado usar el agregado del rio San Gabán para elaborar concreto para obras civiles en el distrito de San Gabán?
- ¿Cuál es el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto elaborado el agregado del rio San Gabán a los 7 días y 28 días de edad?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El concreto es un elemento muy importante en toda estructura ya sea concreto simple o concreto armado y de baja o de alta resistencia. Y

este depende directamente de la relación a/c agua cemento que es el factor que influye directamente en su resistencia, reduciendo o aumentando.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Determinar las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con agregado del rio San Gabán.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el potencial de uso del agregado del rio San Gabán para obras civiles.
- Determinar la variación de resistencia a compresión del concreto elaborado con agregado del rio San Gabán.

CAPÍTULO 2:

MARCO TEORICO

2.1. CONCRETO

El concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón,

El material de construcción más utilizado del mundo es sin duda el concreto, su composición en la medida y para el uso adecuado es el más sólido, es el que se utiliza para edificar y crear superficies fuertes como pisos y paredes, no es sólido, por lo que no permite ningún tipo de flexibilidad luego de estar seco o sólido. Cuando se combina con acero se le denomina hormigón armado.

2.1.1. Componentes del concreto

Aditivos. - Los materiales que se agregan al concreto durante o antes del mezclado se denominan aditivos. Se usan para mejorar el desempeño del concreto en ciertas situaciones, así como para disminuir su costo. Algunos aditivos comunes son: los aditivos inclusores de aire, los aditivos acelerantes, los aditivos retardantes, los superplastificantes y los materiales impermeables al agua.

Agregados. - Los agregados usados en el concreto, ocupan aproximadamente 3/4 partes del volumen del concreto. Como son menos caros que el cemento, es deseable usar la mayor cantidad de ellos.

Los agregados deben ser fuertes, durables y limpios. Si se encuentran en ellos polvos u otras partículas, pueden inferir en la adherencia entre la pasta de cemento y los agregados.

La resistencia de los agregados tiene un efecto importante en la resistencia del concreto, y las propiedades del agregado, afectan considerablemente la durabilidad del concreto. Generalmente, los concretos alcanzan sus mayores resistencias a los 28 días, esto, si no se utiliza ningún tipo de aditivo acelerante o retardante. (McCormac, 2002).

La proporción y tipos de los ingredientes establecen parte de la calidad del concreto. No únicamente deberán escogerse buenos materiales, sino deberá mantenerse una uniformidad en todo el producto.

Densidad. - El espacio ocupado por el concreto deberá, tanto como sea posible llenarse con agregado sólido y gel-cemento libre de panales.

Resistencia. - El concreto deberá tener siempre suficiente fuerza y resistencia interna ante varios tipos de falla.

Textura. - Las superficies de concreto expuestas deberán tener una textura densa y dura, de manera que puedan resistir condiciones climatológicas adversas.

Relación agua-cemento. - La relación a/c deberá controlarse en forma apropiada para dar la resistencia de concreto requerida. (Nawy, 1988).

2.1.1.1. Cemento portland gris

Un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa

endurecida. Esencialmente es un Clinker finamente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto, 1995)

2.1.1.1.1. Compuestos químicos del cemento

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

TABLA 1 COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO

COMPUESTO	FORMULA
SILICATO TRICALCICO	$3CaO.SiO_2 = C_3S$
SILICATO BICALCICO	$2CaO.SiO_2 = C_2S$
ALUMINATO TRICALCICO	$3CaO.Al_2O_3 = C_3A$
FERRROALUMINATO TRICALCICO	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3 = C_4AF$

FUENTE: (Fuente: Rivva Lopéz, 2010)

Normalmente se acepta que los porcentajes límites de los compuestos principales estén dentro de los siguientes valores: TABLA N° 2 Porcentajes de los compuestos del cemento.

TABLA 2 PORCENTAJES DE LOS COMPUESTOS DEL CEMENTO

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

FUENTE: (Rivva Lopéz, 2010)

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

➤ **Silicato Tricálcico (C3S).**

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

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

➤ **Silicato Bicálcico(C2S)**

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

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

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

➤ **Aluminato Tricálcico(C3A).**

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

➤ **Ferroaluminato Tetracálcico(C4AF)**

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

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

2.1.1.1.2. Clasificación del cemento portland

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

TABLA 3. PRINCIPALES TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

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

FUENTE: (Norma ASTM, 150)

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

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

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

CEMENTO PORTLAND TIPO V: Es el que desarrolla bajo calor de hidratación.

CEMENTO PORTLAND TIPO IV: Es el que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos.

2.1.1.2. Los agregados

Es la mezcla de arena y piedra de granulometría variable. El concreto es un material compuesto básicamente por agregados y pasta cementicia, elementos de comportamientos bien diferenciados:

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011.

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.

Los agregados son materiales inorgánicos naturales o artificiales que están embebidos en los aglomerados (cemento, cal y con el agua forman los concretos y morteros).

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Los agregados conforman el esqueleto granular del concreto y son el elemento mayoritario ya que representan el 80-90% del peso total de concreto, por lo que son responsables de gran parte de las características del mismo. Los agregados son generalmente inertes y estables en sus dimensiones.

La pasta cementicia (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa de concreto y como tal es en gran

medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del concreto. Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí.

Cada elemento tiene su rol dentro de la masa de concreto y su proporción en la mezcla es clave para lograr las propiedades deseadas, esto es: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

2.1.1.2.1. Propiedades físicas de los agregados

➤ **Granulometría**

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

➤ **Módulo de fineza**

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

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

➤ **Material que pasa la malla N° 200**

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

TABLA 4. LÍMITES DE SUSTANCIAS DAÑINAS

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

FUENTE: Norma ASTM C 117

➤ **Tamaño máximo**

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

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

➤ **Tamaño máximo nominal**

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o
- Un tercio del peralte de las losas; o
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo.

➤ **Peso específico**

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

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

➤ **Absorción**

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

Se representa por la siguiente expresión:

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

Donde:

H : Peso del agregado húmedo.

S : Peso del agregado en condición seca.

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

➤ **Peso Unitario**

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

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

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

➤ **Contenido de Humedad**

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

Se representa por la siguiente expresión:

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

Donde:

W : Humedad

W_h : Peso de muestra húmeda

W_s : Peso de muestra seca

La expresión anterior también se puede representar en porcentaje.

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

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

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

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

2.1.1.2.2. Clasificación de los agregados

A) AGREGADO FINO

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

Sin embargo, el Manual de ensayo de materiales (EM 2000) del MTC, manual que sirve de guía para varios ensayos pertinentes a la investigación; distingue al material

fino como aquel que pasa la malla de apertura 4.75mm (N°4) y al grueso como aquel que se retiene en mencionado tamiz. Por lo tanto, para la presente investigación, se manejará al tamiz N°4 como el encargado de separar el agregado grueso del fino. (López, 2010).

TABLA 5. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO FINO.

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

FUENTE: (A.S.T.M.)

B) AGREGADO GRUESO

La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de concreto.

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

eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado.

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

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

TABLA 6. LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADOS GRUESOS.

Huso	Tamaño Máximo Nominal	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DE AGREGADO GRUESO PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100mm	90mm	75mm	63mm	50mm	37.5mm	25mm	19mm	12.5mm	9.5mm	4.75mm	2.36mm	1.15 mm	300µm
		4 pulg	3 1/2 pulg	3 pulg	2 1/2 pulg	2 pulg	1 1/2 pulg	1pug	3/4 pulg	1/2 pulg	3/8 pulg	Nº4	Nº8	Nº16	Nº50
1	1/2 pulg a 1 1/2 pul	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	
2	1/2 pulg a 1 1/2 pul	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	
3	2 pulg a 1 pulg	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	
357	2 pulg a Nº4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	
4	1 1/2 pulg a 1/4 pulg	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	
467	1 1/2 pulg a Nº4	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	
5	1 pulg a 1/2 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	
56	1 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	
57	1 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	100	90 a 95	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	
6	3/4 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	
67	3/4 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	
7	1/2 pulg a Nº4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	
8	3/8 pulg a Nº8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8 pulg a Nº16	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	Nº4 a Nº16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

FUENTE: (Rivva Lopéz, 2010)

2.1.1.2.3. Propiedades químicas de los agregados

La resistencia que los agregados gruesos oponen a sufrir desgaste, rotura o desintegración de partículas por medio de la abrasión, es una característica que suele considerarse

como un índice de su calidad en general, en particular de su capacidad para producir concretos durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo. Asimismo, se le considera un buen indicio de su aptitud para aportar sin daño, las acciones de quebrantamiento que frecuentemente recibe el agregado grueso en el curso de su manejo previo a la fabricación del concreto.

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

Las especificaciones de uso común (ASTM C33) establecen una pérdida máxima permisible de 50% de esta prueba. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994).

TABLA 7. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL CONTENIDO DE CLORUROS DEL CONCRETO RECIÉN MEZCLADO

Condiciones de exposición y servicio de la estructura	Máximo contenido permisible de cloruros en el concreto, kg(Cl-)/m ³	
	Reforzado	Preesforzad
Concreto en ambiente húmedo y expuesto a la acción de los	30%	15%
Concreto en ambiente húmedo y sin estar expuesto a la acción de los cloruros.	50%	25%
Construcciones sobre el nivel del terreno, en donde el concreto permanece seco.	Sin limitación especial	0.35

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

2.1.1.3. EL AGUA

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua a emplearse en la preparación de concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

Si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta. Para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizar en la preparación de un concreto. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto, 1995)

Los requisitos de calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso de las aguas potables), sino que básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y a las propiedades del concreto.

Refiriéndose a las características físico-químicas del agua para concreto, no parece haber consenso general en cuanto a las limitaciones que deben imponerse a las sustancias e impurezas cuya presencia es relativamente frecuente, como puede ser el caso de algunas sales inorgánicas (cloruros, sulfatos), sólidos en suspensión, materia orgánica, dióxido de carbono disuelto, etc. Sin embargo, en lo que sí parece haber acuerdo es que no debe tolerarse la presencia de sustancias que son francamente dañinas, como grasas, aceites, azúcares y ácidos, por ejemplo. La presencia de alguna de estas sustancias, que por lo general no es común, debe tomarse como un síntoma de contaminación que requiere eliminarse antes de considerar la posibilidad de emplear el agua. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1, 1994).

TABLA 8. PARÁMETROS QUÍMICOS PARA AGUA DE DISEÑO Y CURADO.

PARÁMETROS QUÍMICOS	Agua para el diseño (ppm)	Agua para el curado
Cloruros	300	1000
Sulfatos	300	600
Sales de magnesio	150	-
Sales solubles totales	1500	-
PH	mayor a 7	5.5 - 8
Sólidos en suspensión	1500	-
Materia orgánica	10	3
Residuo insoluble	-	5000
Carbonatos	-	1000

FUENTE: (La NTP 339.088 y ASTM C 109M)

2.1.1.3.1. El agua ácida, calacreas minerales

Está prohibido el empleo de aguas acidas, provenientes de minas o relaves, aguas que contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfatos mayor al 1%; aguas que contengan algas, materia orgánica, humus, o descargas de desagües; aguas que contengan azúcares o sus derivados.

Igualmente están prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la reacción álcali agregado es posible. (López, 2010)

2.1.1.3.2. Agua natural no potable

Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que pueden ser dañinas al concreto, acero de refuerzo, o elementos embebidos.

Ello debido a que no solo pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y su estabilidad de volumen, si no que adicionalmente pueden originar eflorescencias o corrosión del acero de refuerzo.

Los cubos de mortero preparadas con el agua seleccionada y ensayados siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C109 tienen, a los 7 y 28 días, resistencias en compresión no menores del 90% y la de muestras similares preparadas con agua potable. (López, 2010)

2.1.1.3.3. El contenido de ión cloruro presente en el agua

El contenido de ión de cloruro presente en el agua y demás ingredientes del concreto no deberá exceder, expresado como porcentaje en peso del cemento, de los siguientes valores:

TABLA 9 CONTENIDO DE IÓN CLORURO PRESENTE EN EL AGUA

TIPO DE USO	CONTENIDO MAX. DE IÓN CLORURO
Concreto presforzado	0.06%
Concreto armado, con elementos de aluminio o de fierro galvanizado	0.06%
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10%
Concreto armado no protegido, el cual puede estar sometido a un ambiente húmedo, pero no expuesto a cloruros	0.15%
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de un recubrimiento impermeable	0.80%

FUENTE: (Rivva López, 2010)

2.1.1.4. Propiedades del concreto fresco

2.1.1.4.1. Trabajabilidad.

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

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

Conforme se expuso previamente, la trabajabilidad de las mezclas de concreto se define en función de las facilidades que ofrecen para ser utilizadas sin perder homogeneidad, lo cual involucra todos los aspectos relacionados con la fabricación y

uso del concreto, desde que se le dosifica y mezcla hasta que finalmente se encuentra colocado y compactado, formando parte de la estructura.

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

A. Pruebas de trabajabilidad.

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

B. Prueba de Revenimiento o Slump Test (NTP

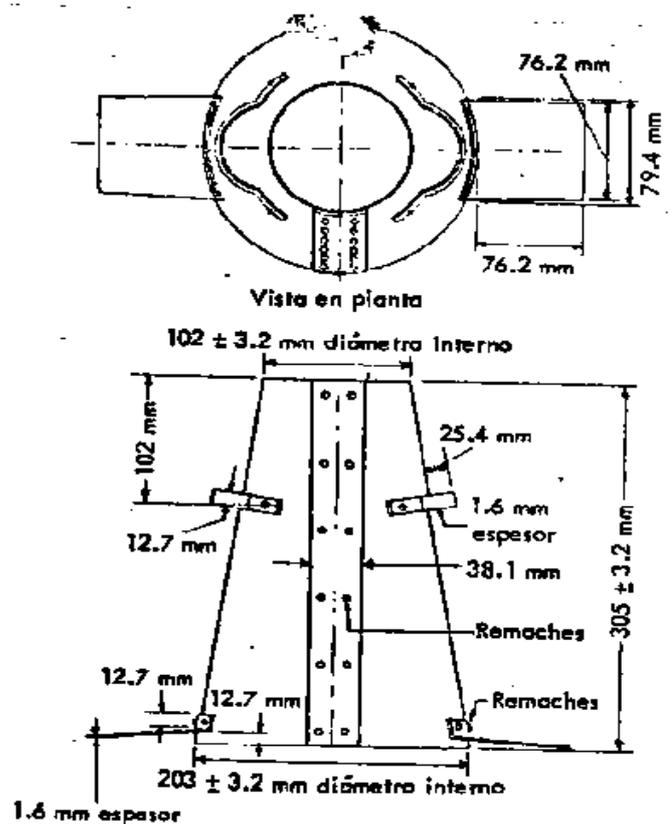
339.035:2009 ó ASTM C 143-78):

El molde para la prueba de revenimiento es un cono truncado de 305 mm. (12") de altura, La base de 203 mm. (8") y la abertura superior de un diámetro de 102 mm. (4") que se le coloca sobre una superficie plana. El recipiente se llena con concreto en tres capas, cada una de ellas apisonada 25 veces con una varilla de acero estándar de 16 mm. (5/8") de diámetro redondeada en el extremo. En la superficie superior se va eliminando enrasando y haciendo rodar una varilla por encima. El molde debe quedar

firmemente sujeto a su base durante toda la operación; esto se facilita colocando unas abrazaderas soldadas.

En una mezcla pobre con tendencia a la aspereza, el desplome puede cambiar fácilmente al cortante o incluso colapsarse, y puede obtenerse valores muy diferentes de revenimiento en varias muestras de la misma mezcla; por lo tanto, la prueba no es confiable con mezclas pobres. (Neville A.M. & Brooks J.J., 1998)

FIG. 1 PRUEBA DE REVENIMIENTO O´ SLUMP.



FUENTE: INSTITUTO DEL CONCRETO ASOCRETO, 1997. —TECNOLOGÍA Y CONCRETO.

C. Estabilidad

Esta característica se refiere a la resistencia que las mezclas oponen para segregarse y exudar agua

(sangrado); en otras palabras, representa su disposición para conservarse homogéneas.

D. Compactibilidad

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

E. Movilidad

Representa la aptitud de las mezclas de concreto para deformarse y fluir; tal característica depende de la cohesión, viscosidad y ángulo de fricción interna del concreto fresco. (UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 2., 1994)

2.1.1.4.2. Consistencia.

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

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

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

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

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

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

Es la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto; y luego este puede ser, para condiciones dadas en obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

TABLA 10 CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODOS DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

FUENTE: (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995)

2.1.1.4.3. Segregación

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

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

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

En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o agregado fino) y de la consistencia de la mezcla.

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

2.1.1.4.4. Exudación

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

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la

utilización de aditivos y de la temperatura; en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.

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

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

2.1.1.5. Propiedades del concreto endurecido

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

2.1.1.5.1. Resistencia a la compresión

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

- a. La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la

medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

- b.** La resistencia es considerada como una de las más importantes propiedades del concreto endurecido, siendo la que generalmente se emplea para la aceptación o rechazo del mismo. Pero el ingeniero diseñador de mezclas debe recordar que otras propiedades, tales como la durabilidad, permeabilidad, o resistencia al desgaste; pueden ser tanto más importantes que la resistencia, dependiendo de las características y ubicación de la obra. (RIVVA LOPÉZ, 2010).

Factores que afectan la resistencia:

- A.** Relación agua/cemento (a/c). Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.
- B.** El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.
- C.** El tipo de cemento. La rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- D.** Las condiciones de curado. Dado que las relaciones de hidratación del cemento solo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo. (Abanto Castillo, Tecnología del concreto., 1995).

Desarrollo de la resistencia a la compresión.

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

TABLA 11. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN DIFERENTES ETAPAS

TIEMPO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	6 MESES	1 AÑO	2 AÑOS	5 AÑOS
$f'c(t)/f'c28$	0.67	0.86	1	1.17	1.23	1.27	1.31	1.35

FUENTE: TEODORO E. HARMSSEN - DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

Pruebas de resistencia a la compresión.

Se realiza a través del ensayo de un cilindro estándar, cuya altura deberá ser siempre el doble del diámetro. El espécimen debe permanecer en el molde 20 +/-4 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada, sin embargo, este periodo puede alterarse si se especifica, durante la prueba el cilindro es cargado a un ritmo uniforme de 2.45 Kg. /cm²/s. La resistencia a la compresión ($f'c$) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días. NTP 339.034. CONCRETO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

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

La forma de evaluar la resistencia del concreto es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las primeras se utilizan tres tipos de muestras: cilindros, cubos y prismas. Para las segundas hay diferentes sistemas. El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado. Las razones generales para la elección de uno u otro tipo de ensayo se establecieron. Asimismo, un número de principios generales se desarrolló a través de la sección sobre el ensayo de tensión sobre los cuales son igualmente aplicables al ensayo de compresión. Existen, sin embargo, varias limitaciones especiales del ensayo de compresión a las cuales se debe dirigir la atención: La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial. El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga tensiva, Existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúa a medida que

la carga prosigue. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta. Esto puede alterar considerablemente los resultados que se obtendrían si tal condición de ensayo no estuviera presente. Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado de estabilidad de la pieza. Esto se traduce en la necesidad de una máquina de ensayo de capacidad relativamente grande o probetas tan pequeñas y, por lo tanto, tan cortas que resulta difícil obtener de ellas mediciones de deformación de precisión adecuada. Se supone que se desean las características simples del material y no la acción de los miembros estructurales como columnas, de modo que la atención se limita aquí al bloque de compresión corto.

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

2.1.1.5.2. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad de 2 a 6% de

aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

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

2.2. Diseño de mezclas

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

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

se encuentran indicadas en los planos y/o especificaciones de obra.

- b. Las propiedades del concreto al estado no endurecido, las cuales generalmente son establecidas por el ingeniero constructor en función del tipo y características de la obra y de las técnicas a ser empleadas en la colocación del concreto.
- c. El costo de la unidad cúbica de concreto. (RIVVA LOPÉZ, 2010)

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

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

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

2.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

El uso del agregado del rio San Gabán en la dosificación del concreto tiene efectos significativos en la resistencia del concreto en obras civiles en el distrito de San Gabán.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Las características de las condiciones de resistencia del concreto cumplen con los estándares de mínimos para obras civiles en el distrito de San Gabán.
- La resistencia del concreto aumenta significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso de agregado de rio San Gabán en el distrito de San Gabán.

2.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Variable independiente

- Agregado del rio San Gabán.

Indicadores:

- Materiales
- Especificaciones técnicas
- Diseño de mezcla.

2.4.2. Variables dependientes.

- Resistencia del concreto

Indicadores:

- Promedio de resistencia
- 7 días
- 28 días

2.4.3. Operacionalización de Variables.

TABLA 12 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente Agregado del rio San Gabán	Materiales	Granulometría
	Especificaciones técnicas	
	Diseño de mezcla	
Variable dependiente Resistencia del concreto	Promedio de resistencia	Características de las condiciones
	7 días y 28 días	140 kg/cm ² 175 kg/cm ² 210 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 3:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de Investigación

a) Tipo de investigación

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

b) Nivel de investigación

Por el objeto de estudio y características de diferentes procedimientos de aplicación que se debe realizar corresponde al nivel de investigación experimental debido que se aplica el curado convencional como una técnica para analizar la resistencia del concreto. No solamente abarca una descripción de conceptos sino de esta dirigida a demostrar analizar y evaluar los resultados de la aplicación en porcentajes durante 2 edades a los 7 y 28 días en diferentes momentos de la realidad de la resistencia del concreto.

3.2. Diseños y métodos de Investigación

a) Diseño de investigación

En la presente Investigación por sus características peculiares posee la validez interna y externa, consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una de medición de una o más variables para observar cuál es el efecto del agregado del rio

San Gabán en las resistencias del concreto para obras civiles. Dado que los objeto no se asignan al azar sino a los grupos, ni se emparejan, porque tal grupo ya existe como grupo intacto como comenta (Estévez Cullell, 2004) corresponde al diseño factorial, correspondiente a los diseños experimental puro como manifiesta Hernández y Baptista (Hernández, Baptista, & Fernández, 2006), debido a que se manipula dos variable Independiente; como factor 01, 02, (bloque; 1,2,3) para conocer la eficacia los resultados que se desea en la variable dependiente (ponderación ensayos de laboratorio) en la población en estudio, para lo cual se utilizó el siguiente esquema:

3.2.1. Población y muestra de la investigación

a) Población

La población estaba considerada por 120 testimonios de diseños de mezcla de concreto realizadas con los agregados del rio San Gabán para obras civiles de San Gabán.

b) Muestra

La muestra se consideró por 90 testimonios de diseños de mezcla de concreto realizadas con los concretos reciclados para obras civiles de San Gabán. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó el muestreo no probabilístico por conveniencia de acuerdo a las características.

3.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

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

Ensayos. Es un procedimiento que permite realizar las pruebas de compresión a la resistencia del concreto a los 7 y 28 días de edad en 140, 175 y 210 kg /cm² de resistencia.

b) Instrumentos

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

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

CAPÍTULO 4:

ÁMBITO DE ESTUDIO

4.1. Localización

La zona de estudio está localizada en el distrito de San Gabán Provincia de Carabaya Departamento Puno presentada en la figura 02, que está ubicada a 13°26'00" latitud Sur, 70°23'22" longitud oeste a 610m.s.n.m, que comprende por el lado Norte confluencia de los ríos Chaquimayo y San Sabán; por el lado Sur la avenida del Rio San Gabán; por el lado Este Sector Lloclla Mayo y por el lado Oeste la Población de San Gabán. En el Distrito de San Gabán Provincia de Carabaya y Departamento de Puno.

La cantera se encuentra en el rio San Gabán en el espejo de agua de rio y mide 0.9 km de largo y 0.180 km nacidas el rio desde la cumbre de Carabaya y sus afluentes.

La profundidad máxima encontrada es de 0.5 a 2.5 metros y la profundidad promedio es de aproximadamente 1.5 m; el área de superficie menor a 1 m de profundidad.

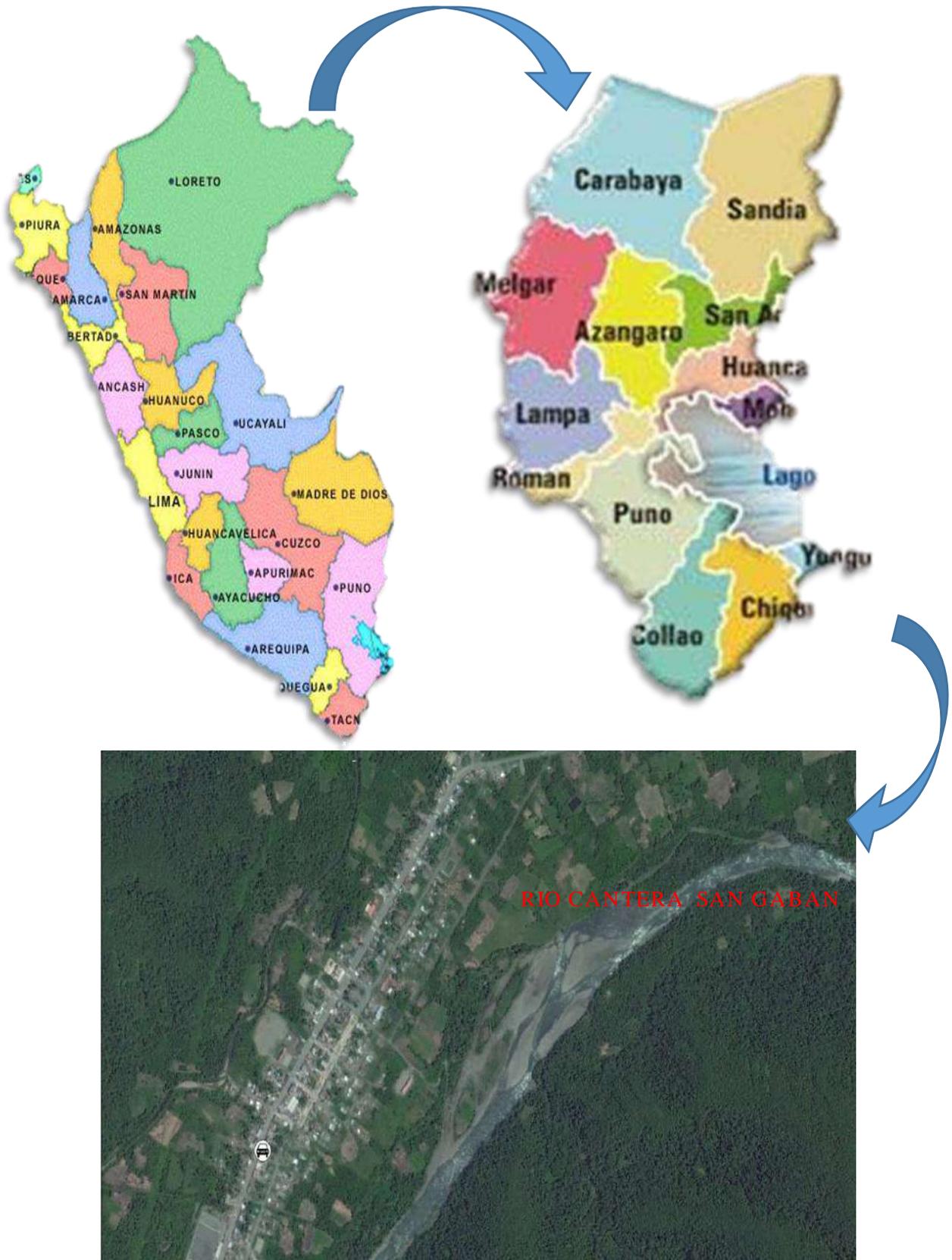


Fig. 2 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

Accesibilidad

Al Distrito de San Gabán es accesible desde la ciudad de Puno:

TABLA 13 VIAS DE ACCESO

Nº	UBICACIÓN	TIEMPO	KM	TIPO DE VIA
01	Puno - Juliaca	45 '	42	Carretera asfaltada(doble via)
02	(Juliaca)-DV. Macusani	2.5 horas	110	Carretera asfaltada (doble via)
03	Macusani – San Gabán	2.5 horas	105	Carretera Asfaltada y (doble via)
TOTAL		5 horas 45"	257	

Fuente: Propia.

4.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES

En esta sección de la investigación se ha analizado los componentes que intervienen en la elaboración del concreto, a continuación, se presentan las pruebas realizadas en laboratorio de acuerdo a las normas técnicas peruanas vigentes y características obtenidas de los materiales.

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

4.2.1. Los agregados

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

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

a) Fuentes de abastecimientos de agregados

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

FIG. 3 CANTERA RIO SAN GABÁN.



- ✓ **Depósitos fluviales:** Se localizan en los playones o cauces de los ríos. Proporcionan agregados redondeados de fácil y económica explotación, generalmente puede contener elevados porcentajes de materia orgánica, limos y arcillas que pueden afectar la calidad del aterial. **Canteras:** En estas fuentes de abastecimiento se obtienen agregados por trituración que generalmente son de buena calidad, pero que deben extraerse de yacimiento parcial o totalmente abierto, eligiendo zonas sanas de estructuras uniformes, debiendo eliminarse rocas foliadas, tales como las pizarras, los esquistos y otras, a fin de evitar que al triturarse se produzcan partículas lajeadas o alargadas.

Los agregados que se utilizó en la investigación fueron traídos de la Cantera Cutimbo se protegió estos agregados almacenándolos en un lugar seguro.

b) Equipos

- ✓ Plancha
- ✓ Pala
- ✓ Bandejas
- ✓ Brocha

c) Muestreo

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

En el caso del agregado fino, deben eliminarse las capas superficiales, porque puede haber segregaciones, se debe tomar

muestras representativas de la pila también al igual que el caso de agregado grueso.

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

d) Cuarteo

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

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

Se trazan dos diámetros perpendiculares quedando la muestra dividida en 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.

4.2.1.1. Ensayo de contenido de humedad

a) Norma

NTP 339.185, ASTM C 566

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

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

e) Cálculos:

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

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

TABLA 14. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO			
Nro. Tara	T - 22	C - 11	B - 02
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.22	318.35	255.71
Peso de Tara + M. seca	263.12	316.49	254.51
Peso de Muestra Seca	235.33	286.41	222.78
Peso del agua	1.10	1.86	1.20
Contenido de humedad W%	0.47%	0.65%	0.54%
Promedio contenido de Humedad W%	0.55%		

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

TABLA 15. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

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

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

4.2.1.2. Peso específico y absorción del agregado grueso

a) Norma

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

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

- ✓ Tamizamos el material por la malla N° 4 descartar la totalidad del pasante de esta malla.
- ✓ La muestra aproximadamente es de 5000gr de agregado grueso, el cual debe de ser seco.
- ✓ Se procedió a sumergir el material en agua por 24 horas, pasando este tiempo, se removió el material del agua, para hacerla rodar sobre un paño de gran absorbencia(franela), hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, hasta que podamos visualizar que el material a perdido el brillo superficial.
- ✓ Se pesó la muestra obteniéndose entonces el peso de la muestra bajo condiciones de saturación con superficie seca, se determinó este y todo los demás con aproximación de 0.5gr.

- ✓ Se pesó la canastilla completamente sumergida en el depósito de agua, marcar hasta donde se sumerge la canastilla, además de colocar en cero el peso de la canastilla sumergida en agua.
- ✓ Colocamos la muestra saturada superficialmente seca en la canastilla y sumergirla completamente de tal manera que llegue a la marca anterior descrita, luego este es el peso de la muestra saturada en agua.
- ✓ Una vez retirada la muestra de la cesta de alambre, esta se lleva al horno a una temperatura entre 100 ± 5 °C para obtener el peso de la muestra seca.

e) Resultados:

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

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

Peso Específico de la masa seca (Gb):

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

Peso Específico saturado superficialmente seco (Gsss)

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

Peso Específico Aparente (Ga)

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

Absorción

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

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca

C: Peso de la muestra saturada

TABLA 16. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO		
I.- DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.15
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5987.45
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3683.04
II.- RESULTADOS		
1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. 1/(2-3)	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. 1/(1-3)	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: % ABS((2-1)/1)*100	1.86

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

Interpretación. Mientras más alto sea el valor del peso específico, éste será más estable y menos poroso. Además, que el peso específico

deberá ser siempre mayor a 2.4 para obtener concretos con peso normal.

4.2.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino

a) Norma

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

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

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

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

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

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

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

e) Resultados:

Peso Específico:

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

Dónde:

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

W_a : Peso del picnómetro + agua.

W_p : Peso del picnómetro + agua + muestra.

Absorción

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

Dónde:

A: Peso de la muestra seca en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

TABLA 17. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

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

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

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

4.2.1.4. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

a) Norma

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

b) Método

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

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

✓ Agregado Grueso

Con respecto al agregado grueso se tomó cantidades de muestra aproximada según al T. M. del agregado, para TM= 1" se tomó aproximadamente 6 kg. Para este ensayo, la muestra de agregado grueso tiene que estar

seca; por lo cual se lleva al horno a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.

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

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

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

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

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

✓ **Agregado Fino**

En el caso del agregado fino, la muestra aproximada para el ensayo de granulometría debe ser 1500gr, la cual debe estar totalmente seca. Luego de que el agregado este completamente seco, se procede a colocar el material en los tamices, de mayor a menor abertura. Una vez que el material ha sido colocado en los tamices, el zarandeo debe durar por lo menos 2 min.

Cada cantidad retenida de agregado se pesa, incluyendo lo que queda en la base; además se deberá pesar el total del material antes de comenzar la operación y compararla con la suma de los retenidos en las mallas, que como se explicó, esta diferencia no excederá el 0.3%.

e) Resultados:

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

TABLA 18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS

TAMICES ASTM	ABERTUR A mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-6	TAMANO MAXIMO NOMINAL: 3/4"						
							DESCRIPCION DE LA MUESTRA:						
3"	76.200												
2 1/2"	63.500									P.M.	6428.58	kg	
2"	50.600												
1 1/2"	38.100								Contenido de Humedad:		0.55		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso Unit. Suelto:		1305.71	kg/m3		
3/4"	19.050	437.50	6.81	6.81	93.19	90	100	Peso Unit. Compactado:		1482.49	kg/m3		
1/2"	12.700	3571.75	55.56	62.37	37.63	20	55						
3/8"	9.525	1562.05	24.30	86.66	13.34	0	15						
1/4"	6.350	684.96	10.65	97.32	2.68								
N° 4	4.760	149.49	2.33	99.64	0.36	0	5	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:					
N° 8	2.380							D10=	8.53	Cu=	1.79		
N° 10	2.000							D30=	11.70	Cc=	1.05		
N° 16	1.190							D60=	15.26				
N° 20	0.840												
N° 30	0.590							MODULO DE FINEZA:			6.93		
N° 40	0.420							OBSERVACIONES:					
N° 50	0.300												
N° 60	0.250												
N° 80	0.180												
N° 100	0.149							MUESTREADO POR EL TESISTA					
N° 200	0.074												
BASE		22.83	0.36	100.00	0.00								
TOTAL		6428.58	100.00										
% PERDIDA													

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO.

TABLA 19. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS FINOS

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMANO MAXIMO NOMINAL: N° 4				
							DESCRIPCION DE LA MUESTRA:				
3"	76.200							P.S.	2316.60	kg	
2 1/2"	63.500							P.L.	2315.69	kg	
2"	50.600							% FINOS	0.00	%	
1 1/2"	38.100							Contenido de Humedad:	2.14		
1"	25.400										
3/4"	19.050							Peso Unit. Suelto:	1474	kg/m ³	
1/2"	12.700										
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		100	Peso Unit. Compactado:	1538	kg/m ³	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00						
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:			
N° 8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21	80	100	D10=	0.20	Cu=	3.80
N° 10	2.000							D30=	0.37	Cc=	0.85
N° 16	1.190	282.74	12.20	26.00	74.00	50	85	D60=	0.77		
N° 20	0.840										
N° 30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89	25	60	MÓDULO DE FINEZA:			2.60
N° 40	0.420										
N° 50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06	10	30	OBSERVACIONES:			
N° 60	0.250										
N° 80	0.180										
N° 100	0.149	471.62	20.36	97.30	2.70	2	10				
N° 200	0.074	62.41	2.69	100.00	0.00			El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15. no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 - m]ax 3.35			
BASE		0.08	0.00	100.00	0.00						
TOTAL		2316.60	100.00								
% PERDIDA											

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO.

MÓDULO DE FINEZA

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

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

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

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

4.2.1.5. Peso unitario del agregado grueso y fino

a) Norma

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

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

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

e) Resultados:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis.

Peso unitario Compactado:

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

Peso unitario Suelto:

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

TABLA 20. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO

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

PESO UNITARIO COMPACTADO

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

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO

TABLA 21. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO

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

PESO UNITARIO COMPACTADO

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

FUENTE: RESULTADO DE LABORATORIO.

4.2.1.6. Análisis de los componentes

CEMENTO

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

AGREGADOS NATURALES

Los agregados naturales provienen de la cantera Cutimbo, se optó por este material por razones que se explican a continuación. La cantera es la más utilizada para obras civiles de

la ciudad de Puno; por ser accesible, cercano a la ciudad, de buena calidad, etc. (es la más comercial).

PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA Y AGREGADOS.

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

4.2.2. Selección de las proporciones del concreto

El objetivo principal de esta investigación es evaluar las propiedades del concreto elaborado con agua contaminada de la bahía del lago Titicaca y determinar el potencial de uso de este material, por lo tanto, se ha elaborado un total de 02 diseños de mezclas para las resistencias de 140 y 210 kg/cm²; resistencias para uso no estructural y para uso estructural, con este planteamiento se verificará la aptitud del agua de la bahía del lago Titicaca, para producir concreto.

4.2.2.1. Diseño de mezclas del concreto por el método del comité 211 del ACI

El diseño mezclas que se utilizó para lograr un concreto normal, parte originalmente del diseño de un concreto con agua de agua de calidad normal para el cual se realizó el diseño por el método del comité 211 del ACI el cual determina una dosificación óptima de agregados, cemento y agua. Posterior a esto se hace un concreto con adición de agua contaminada de la bahía del lago Titicaca planteado, se realizaron teniendo en cuenta condiciones de trabajabilidad y resistencia final de diseño obtenida de la rotura de probetas iniciales de diseño

para determinar las cantidades requeridas finalmente de cada una.

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

TABLA 22. RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

MATERIALES	TAMAÑO MÁXIMO	PESO ESPECÍFICO	% CONTENIDO DE HUMEDAD	% ABSORCION	PESO UNITARIO COMPACTADO	PESO UNITARIO SUELTO	MÓDULO DE FINEZA
AGUA		1.000	-----	-----	-----	-----	-----
CEMENTO RUMI TIPO IP		3.050	-----	-----	-----	-----	-----
GRUESO	1"	2.550	0.550	1.860	1482	1306	6.93
FINO	Nº 4	2.170	2.140	1.920	1538	1474	2.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

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

1. Selección de la resistencia promedio.
2. Selección del asentamiento (Slump Test)
3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado
4. Estimación del agua de mezcla según tabla.
5. Selección de la relación agua cemento según tabla
6. Calculo del contenido de cemento
7. Estimación del contenido de agregados.
8. Ajuste por contenido de humedad de los agregados
9. Proporciones finales.

1) Resistencia Promedio Para Diseño (f'_{cr}):

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

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

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

TABLA 23. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 80$
350 a mas	$f'_c + 98$

FUENTE: (López, 2010)

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

TABLA 24. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE DISEÑO

MEZCLA	f'c	ADICIÓN	f'cr
MEZCLA 01	140	70	210
MEZCLA 02	175	70	245
MEZCLA 03	210	85	294

FUENTE: (López, 2010)

2) Selección del asentamiento

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

Consistencia plástica: **3" a 4"**

3) Selección del tamaño máximo nominal del agregado:

Tamaño Máximo Nominal: **3/4"**.

4) Estimación del agua de mezcla según tabla:

Para nuestras características se tiene por metro cubico: Agua: **185 litros.**

TABLA 25. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN A.C.I.

Agua, en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

FUENTE: (López, 2010)

TABLA 26. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA, SEGÚN U.N.I.

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

FUENTE: (López, 2010)

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

Litros/m³ 205 (Según A.C.I.)

Litros/m³ 204 (según Tabla U.N.I.)

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

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

TABLA 27. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

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

FUENTE: (López, 2010).

5) Estimación de la relación agua cemento:

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

TABLA 28. RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA

f'cr 28 días	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	concretos sin aire incorporado	concretos con aire incorporados
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	--
450	0.38	--

FUENTE: (López, 2010)

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

MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

200	0.7
210	X
250	0.62

$$A/C=0.684$$

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

MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

200	0.7
245	X
250	0.62

$$A/C=0.628$$

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

MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

250	0.62
294	X
300	0.55

$$A/C=0.558$$

6) Cálculo del contenido de cemento:

El factor cemento se obtiene dividiendo el agua necesaria entre la relación a/c; además la cantidad de cemento en bolsas, se obtiene dividiendo el factor cemento entre el peso de la bolsa del mismo (42.5kg). Se consideró un contenido de agua de 185lt.

TABLA 29. FACTOR CEMENTO Y CANTIDAD DE BOLSAS/M3.

MEZCLA	Relación A/C	Factor cemento (kg)	Cemento (bls)
MEZCLA 01	0.684	298.25	7.02
MEZCLA 02	0.628	324.84	7.64
MEZCLA 03	0.558	365.59	8.60

FUENTE: ELABORACION DEL TESISTA.

7) Estimación del contenido de agregados:

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

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

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

- ✓ MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

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

- ✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{185}{1000} + \frac{324.84}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.669 \text{ m}^3$$

- ✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210 kg/cm²)

$$\text{Vol total de agregados} = 1 - \left(\frac{185}{1000} + \frac{365.59}{3050} + \frac{2}{100} \right) = 0.656 \text{ m}^3$$

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

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

TABLA 30. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS.

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

FUENTE: (López, 2010).

- ✓ MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²) el tamaño máximo nominal es 3/4" y la cantidad de bolsas es 6.36 (valor que no figura en la tabla), por lo tanto, se deberá hacer una interpolación. Así:

7	5.04
7.02	X
8	5.11

Mca=5.041

- ✓ MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

7	5.04
7.64	X
8	5.11

Mca=5.08

- ✓ MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

8	5.11
8.60	X
9	5.19

Mca=5.16

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

$$r_f + r_g = 1$$

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

Donde:

r_f : Valor que representa el porcentaje de agregado fino.

r_g : Valor que representa el porcentaje de agregado grueso.

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso.

m_f : Módulo de fineza del agregado fino.

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

$$m_g: 6.93$$

$$m_f: 2.60$$

$$m: 5.04$$

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

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

$$m_g: 6.93$$

$$m_f: 2.60$$

$$m: 5.08$$

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

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

$$m_g: 6.93$$

$$m_f: 2.60$$

m : 5.16

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

Cálculo del volumen absoluto de agregados

Volumen A.Fino = Vol total de agregados * r_f

Volumen A.Grueso = Vol total de agregados * r_g

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

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

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.678 * 0.564 = 0.382$$

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

$$\text{Vol. A. Fino} \quad 0.669 * 0.427 = 0.286$$

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.669 * 0.573 = 0.383$$

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

$$\text{Vol. A. Fino} \quad 0.656 * 0.409 = 0.268$$

$$\text{Vol. A. Grueso} \quad 0.656 * 0.591 = 0.388$$

Pesos Secos De Los Agregados

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

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

$$\text{A. Fino} \quad 0.296 * 2.18 * 1000 = 645.28$$

$$\text{A. Grueso} \quad 0.382 * 2.55 * 1000 = 974.10$$

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

$$\text{A. Fino } 0.286 \cdot 2.18 \cdot 1000 = 623.48$$

$$\text{A. Grueso } 0.383 \cdot 2.55 \cdot 1000 = 976.65$$

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

$$\text{A. Fino } 0.268 \cdot 2.18 \cdot 1000 = 584.24$$

$$\text{A. Grueso } 0.388 \cdot 2.55 \cdot 1000 = 989.40$$

TABLA 31. DATOS DE DISEÑO PRELIMINARES

VALORES DE DISEÑO PRELIMINAR			
MEZCLA	f'c 140kg/cm²	f'c 175kg/cm²	f'c 210kg/cm²
agua (lts)	204	204	204
agregado fino (kg)	645.28	623.48	584.24
agregado grueso (kg)	974.10	976.65	989.40

FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

8) Corrección del peso del agregado grueso y fino por humedad:

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

Obtenidos estos valores se procede a la corrección por humedad.

Agregado Fino

Contenido de humedad 2.14%

Absorción 1.93%

Agregado Grueso

Contenido de humedad 0.55%

Absorción 1.87%

El aporte de agua se calculará así:

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

✓ Para MEZCLA N° 01 (f'c 140kg/cm²)

A. Fino $645.28 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.36$ lts.

A. Grueso $947.10 * (0.55 - 1.87) / 100 = -12.86$ lts.

✓ Para MEZCLA N° 02 (f'c 175kg/cm²)

A. Fino $623.48 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.31$ lts.

A. Grueso $976.65 * (0.55 - 1.87) / 100 = -12.89$ lts.

✓ Para MEZCLA N° 03 (f'c 210kg/cm²)

A. Fino $584.24 * (2.14 - 1.93) / 100 = 1.23$ lts.

A. Grueso $989.40 * (0.55 - 1.87) / 100 = -13.06$ lts.

Finalmente, este aporte negativo de agua se les restará a las cantidades originales, las cuales figuran en la tabla. Las cantidades corregidas de agua y los pesos húmedos de los agregados para cada condición, son los siguientes:

TABLA 32. CORRECCIÓN DEL PESO DEL AGREGADO GRUESO Y FINO POR HUMEDAD

Resistencia	AGREGADOS	PESO SECO	Absorción %	Contenido de humedad %	Peso húmedo	Aporte lts	aporte total	agua real
f'c 140kg/cm²	agregado fino (kg)	645.28	1.93	2.14	659.09	1.36	-11.50	215.50
	agregado grueso (kg)	974.10	1.87	0.55	979.46	-12.86		
f'c 175kg/cm²	agregado fino (kg)	623.48	1.93	2.14	636.82	1.31	-11.58	215.58
	agregado grueso (kg)	976.65	1.87	0.55	982.02	-12.89		
f'c 210kg/cm²	agregado fino (kg)	584.24	1.93	2.14	596.74	1.23	-11.83	215.83
	agregado grueso (kg)	989.40	1.87	0.55	994.84	-13.06		

FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

9) Proporciones finales:

TABLA 33. PROPORCIONES FINALES

Resistencia	Cemento (kg/m ³)	AGREGADOS (kg/m ³)		agua real (lts/m ³)
f'c 140kg/cm²	298	agregado fino	659.09	215.50
		agregado grueso	979.46	
f'c 175kg/cm²	325	agregado fino	636.82	215.58
		agregado grueso	982.02	
f'c 210kg/cm²	366	agregado fino	596.74	215.83
		agregado grueso	994.84	

FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

4.3. FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS CILÍNDRICAS

A. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROBETAS

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

TABLA 34. CANTIDAD DE PROBETAS A ELABORAR

CANTIDAD DE PROBETAS CILINDRICAS DE 4"x8" POR EDADES					
Resistencia	DISEÑO CON AGREGADO CANTERA MACUSANI		DISEÑO CON AGREGADO DE RIO SAN GABÁN		SUB TOTAL
	14 DIAS	28 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
f'c 140kg/cm²	10	10	10	10	40
f'c 175kg/cm²	10	10	10	10	40
f'c 210kg/cm²	10	10	10	10	40
TOTAL	30	30	30	30	120

FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

B. ELABORACION DEL CONCRETO

a) Norma

NTP 339.036, ASTM C 172M

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

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

- Previo al inicio del mezclado, debió de humedecerse la mezcladora.
- Iniciamos con la rotación de la mezcladora, añadimos el 70 % del agua de diseño a continuación agregado grueso, agregado fino y cemento, se debe dejar mezclando por lo menos 1 minuto, con la fracción de agua de diseño restante dejamos mezclando por lo menos 1 minuto de acuerdo al diseño realizado.
- Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

C. METODO ESTANDAR PARA LA ELABORACIÓN DE PROBETAS

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

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

c) Equipo

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

d) Procedimiento

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

- Los moldes deben estar limpios y la superficie interior deberá lubricarse con desmoldante.
- Colocamos el concreto en los moldes, se llena la primera capa con concreto aproximadamente la tercera parte del molde, se ha chuseado 25 veces en forma helicoidal, luego con el martillo de goma se ha golpeado 12 veces alrededor

del molde, luego de esto se procedió a llenar la segunda capa realizando lo mismo que para la primera capa.

- Después de un momento se procedió al enrase de las probetas, que se hace con una regla y/o plancha metálica. Una vez preparada la mezcla se procedió a colocar el concreto en una carretilla para luego proceder a realizar los ensayos: Toma de temperatura del concreto, Slump (asentamiento), elaboración de las probetas para someterlos a ensayo de resistencia a la compresión en las diferentes edades.

D. CURADO POR INMERSIÓN

a) Norma

NTP 339.183, ASTM C 192

b) Método

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

c) Procedimiento

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

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

4.4. ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO

4.4.1. Ensayo de consistencia del concreto

a) Norma

NTP 339.035, ASTM C 143

b) Método

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

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

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

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

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

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

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

d) Procedimiento

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

Se Compactó con 25 golpes verticales en todo su espesor, penetrando ligeramente en la segunda capa. Distribuya

uniformemente los golpes en toda la sección transversal de la capa.

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

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

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

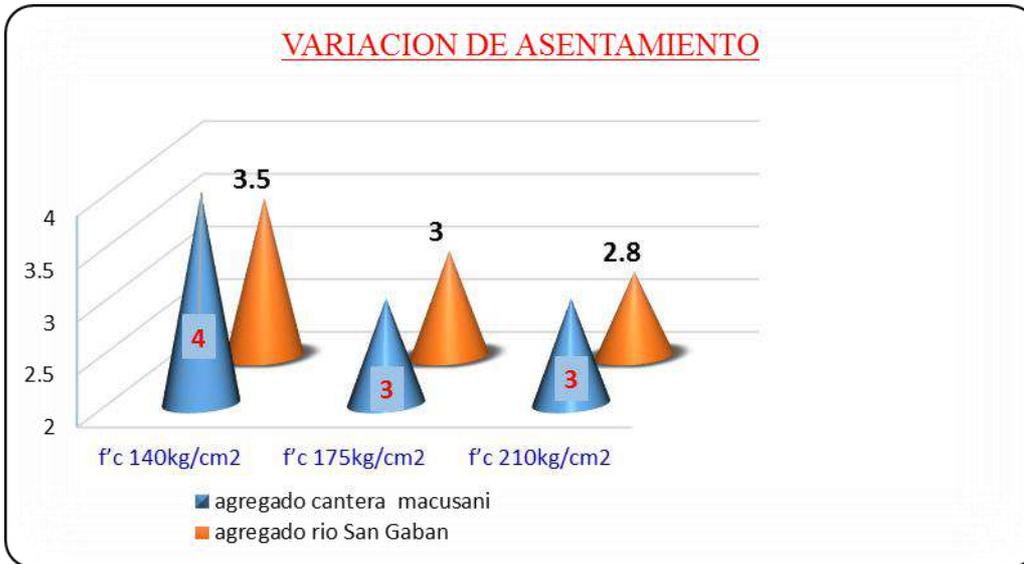
Se removió inmediatamente el cono levantándolo en una dirección vertical constante en no más de 5 segundos. No debe haber ningún movimiento lateral o de torsión del cono al estado levantando.

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

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

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

FIG. 4 VARIACION DE ASENTAMIENTO



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

Se observa que el asentamiento del concreto elaborado con agregado del río San Gabán es menor respecto al concreto diseñado con el agregado de la cantera Macusani, esto ocurre porque el agregado del río San Gabán tiene menos finos.

4.4.2. Temperatura interna del concreto

a) Norma

ASTM C 1064

b) Método

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

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

c) Procedimiento

- ✓ Una vez compactada la muestra en el molde de PVC de 4" x 8", se colocó un tubo de ½" de diámetro en el centro de la muestra, el tubo tiene una longitud de aproximadamente 10cm; en él se realiza las mediciones de la temperatura interna.
- ✓ Se coloca el termómetro hasta que la lectura de la temperatura sea constante, anotando la hora y la lectura del termómetro.
- ✓ Se realiza esta operación por 5 horas consecutivas.

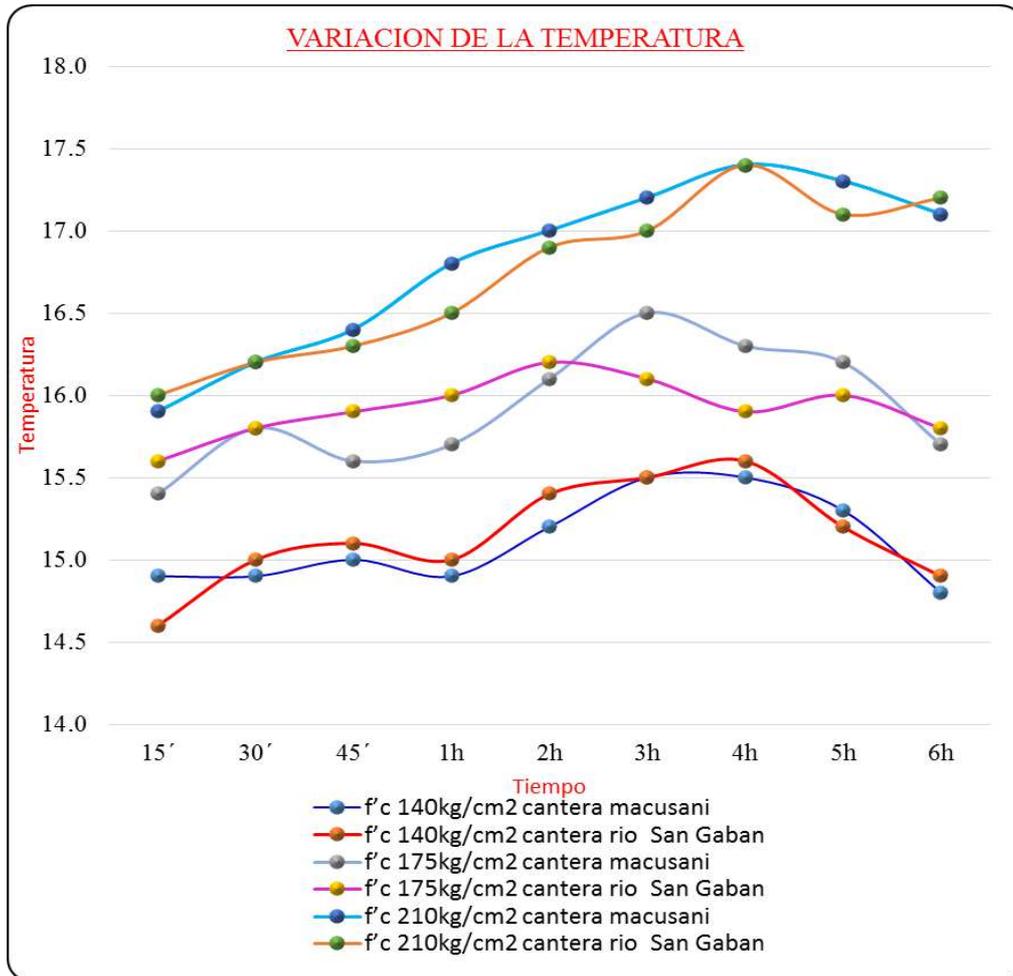
Se efectuaron un total de 9 lecturas de la temperatura para cada grupo de concreto, cada 15 minutos en la primera hora, y luego en cada hora; así: 15, 30 y 45 minutos, y a 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas.

TABLA 35. VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL Cº FRESCO, PARA CADA CONDICIÓN

Resistencia	agua usado	Temperatura (°C), para las horas indicadas								
		15'	30'	45'	1h	2h	3h	4h	5h	6h
f'c 140kg/cm ²	cantera macusani	14.9	14.9	15.0	14.9	15.2	15.5	15.5	15.3	14.8
	cantera rio San Gabán	14.6	15.0	15.1	15.0	15.4	15.5	15.6	15.2	14.9
f'c 175kg/cm ²	cantera macusani	15.4	15.8	15.6	15.7	16.1	16.5	16.3	16.2	15.7
	cantera rio San Gabán	15.6	15.8	15.9	16.0	16.2	16.1	15.9	16.0	15.8
f'c 210kg/cm ²	cantera macusani	15.9	16.2	16.4	16.8	17.0	17.2	17.4	17.3	17.1
	cantera rio San Gabán	16.0	16.2	16.3	16.5	16.9	17.0	17.4	17.1	17.2

Fig. 1. CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO

FIG. 5 CURVA DE LA VARIACION DE LA TEMPERATURA EN EL CONCRETO FRESCO.



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

En todos los casos el concreto elaborado con agregado del rio San Gabán presenta temperaturas superiores a los concretos elaborados con el agregado de la cantera Macusani.

4.5. ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO

4.5.1. Ensayo de resistencia a la compresión

PRENSA PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

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

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

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

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

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

TABLA 36. PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO

PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO A LOS 7 Y 28 DIAS DE EDAD			
Tipo de dosificación	Resistencia de diseño	Porcentaje de resistencia alcanzada	
		7 días	28 días
con agregado de cantera Macusani	140	68.80	111.69
con agregado de rio San Gabán	140	68.47	106.94
con agregado de cantera Macusani	175	69.51	108.31
con agregado de rio San Gabán	175	68.98	104.63
con Agregado De Cantera Macusani	210	67.62	110.61
con agregado de rio San Gabán	210	64.37	100.32

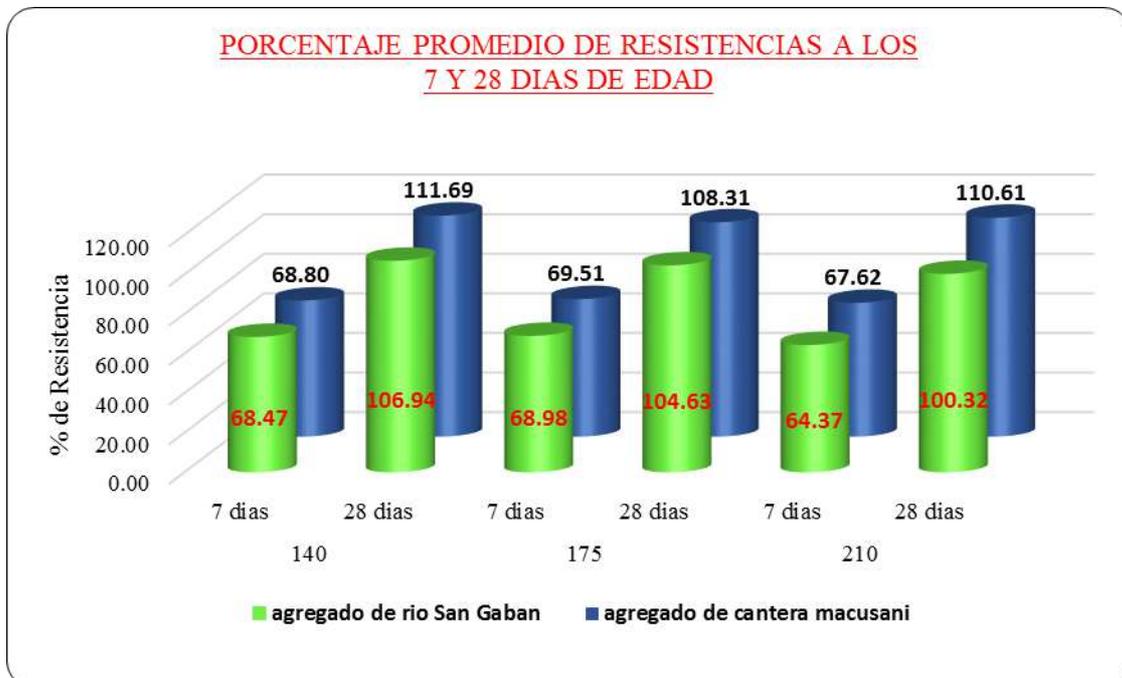


FIG. 6 PORCENTAJE PROMEDIO DE RESISTENCIA ALCANZADO

TABLA 37. RESISTENCIA A COMPRESIÓN ALCANZADO A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM²

RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A EDADES 7 Y 28 DÍAS KG/CM²			
Tipo de dosificación	Resistencia de diseño	Porcentaje de resistencia alcanzada	
		7 días	28 días
con agregado de cantera macusani	140	96.32	156.37
con agregado de rio San Gabán	140	95.86	149.72
con agregado de cantera macusani	175	121.65	189.53
con agregado de rio San Gabán	175	120.72	183.09
con agregado de cantera macusani	210	142.01	232.28
con agregado de rio San Gabán	210	135.17	210.67

FUENTE: ELABORACION DEL PROPIA.

Interpretación. A la edad de 07 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm² de diseño inicial con agregado de la cantera Macusani es de 96.32kg/cm², 121.65kg/cm², 142.01kg/cm² y para el concreto diseñado con agregado del rio San Gabán es de 95.86kg/cm², 120.72kg/cm², 135.17kg/cm² respectivamente.

A la edad de 28 días, la resistencia a compresión del concreto f_c 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm² de diseño inicial con agregado de la cantera Macusani es de 156.37 kg/cm², 189.53 kg/cm², 232.28 kg/cm² y para el concreto diseñado con agregado del rio San Gabán es de 149.72 kg/cm², 183.09 kg/cm², 210.67 kg/cm² respectivamente.

Observándose que para el concreto diseñado con agregado del rio San Gabán la resistencia a compresión se ha reducido con respecto al concreto de diseño inicial. De esta manera podemos afirmar que a medida que se incrementa el diseño de la resistencia a la compresión del concreto, se reduce la resistencia a

compresión que alcanza el concreto diseñado con el agregado del rio San Gabán a comparación del diseño con agregado de la cantera Macusani.

CAPÍTULO V:

RESULTADOS

5.1. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

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

TABLA 38 VALORES DE DISPERSIÓN EN EL CONTROL DE CONCRETO

DISPERSION TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm ²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSION DE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: (Pasquel Carvajal, 1999)

5.1.1. La distribución normal

La distribución más utilizada para modelar experimentos aleatorios es la distribución Normal, considerando el concepto básico de una variable aleatoria binomial que nos permite proporcionar aproximaciones a las probabilidades binomiales, tal que puede mostrarse un experimento aleatorio que está formado por una serie de ensayos independientes, donde cada uno da como resultado un valor observado de la variable aleatoria en particular. Entonces la variable aleatoria que representa el resultado promedio de los ensayos tiende hacia una distribución con una función de densidad correspondiente a la función siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}}$$

σ : Desviación estándar. Es una medida de dispersión de la resistencia a la compresión $f'c$ alrededor de la media.

x : Variable aleatoria (cada resultado de $f'c$).

u : Promedio o media. Proporciona una idea del lugar donde están concentrados los valores que toma la variable x .

σ^2 : Varianza. Expresa cualitativamente la dispersión alrededor de la media, mide la variabilidad alrededor de la media.

5.1.2. Prueba de hipótesis

Una hipótesis estadística es una afirmación o conjetura acerca de una o más poblaciones.

No es posible saber con absoluta certeza la verdad o falsedad de una hipótesis estadística, pues para ello habría que trabajar con toda la población. En la práctica se toma una muestra aleatoria de la población de interés y se utilizan los datos que contiene tal muestra para proporcionar evidencias que confirmen o no la

hipótesis. Si la evidencia de la muestra es inconsistente con la hipótesis planteada, entonces ésta se rechaza y si la evidencia apoya a la hipótesis planteada, entonces ésta se acepta. (Estuardo M., 2012)

Esquema para realizar una prueba de hipótesis acerca de un parámetro "u" es el siguiente:

1. Identificar el parámetro de interés. Para el caso de esta investigación el parámetro de interés es la resistencia promedio de cada grupo de concreto, se denotará como "u". El desarrollo detallado se ubica en el Capítulo 6 de esta investigación.
2. Establecer la hipótesis nula (H_0). Su planteamiento siempre debe tener un valor exacto del parámetro poblacional. Por ejemplo, $H_0: u=140$, sin embargo, para la comparación de dos poblaciones, como es el caso de esta investigación se planteará $H_0: u_1 \leq u_2$.
3. Hipótesis alternativa (H_1). Esta admite varios valores. Existen dos tipos de hipótesis alternativa; la primera de ellas es la hipótesis bilateral la cual se utiliza cuando la conclusión que se quiere obtener no implica ninguna dirección específica, y la respuesta será "no es igual a". La segunda es la denominada hipótesis unilateral, que es la que se aplica en esta investigación; se utiliza cuando las proposiciones planteadas deben ser respondidas como "mayor que", "menor que", etc. Para fines de esta investigación se plantea, $H_1: u_1 > u_2$.
4. Fijar el nivel de significancia ($\alpha = 0.05, 0.01$ o 0.10). El nivel de significancia más usual con el que se analiza los resultados de resistencia al concreto es 0.05 , con el cual se determina el "Z" de las tablas estadísticas (ver ANEXO).

Este nivel de significancia será utilizado en todos los casos, y se calcula interpolando los siguientes valores:

TABLA 39 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL DISEÑO FACTORIAL COMPLETAMENTE AL AZAR

	PUNTUACIÓN "Z"	DISTANCIA DE "Z" A LA MEDIA	AREA DE LA PARTE MAYOR	AREA DE LA PARTE MENOR
DE LA TABLA	1.64	0.4495	0.9495	0.0505
INTERPOLAR	Z	-	0.9500	0.0500
DE LA TABLA	1.65	0.4505	0.9505	0.0495

De donde, para un nivel de significancia de 0.0500, $Z = 1.645$. Este valor se utilizará para todas las pruebas de hipótesis.

5. Seleccionar el test estadístico o estadístico de prueba. El estadístico de prueba nos va a permitir rechazar o aceptar la hipótesis planteada, en función al valor que se obtenga y al nivel de significancia.

Si se tienen dos poblaciones en estudio y se quieren comparar una con otra el estadístico de prueba será:

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

Z_0 : Estadístico de prueba.

u_1 : Resistencia promedio del primer grupo.

u_2 : Resistencia promedio del segundo grupo.

σ_1 : Desviación estándar del primer grupo.

σ_2 : Desviación estándar del segundo grupo.

n_1 : Cantidad especímenes del primer grupo

n_2 : Cantidad de especímenes del segundo grupo.

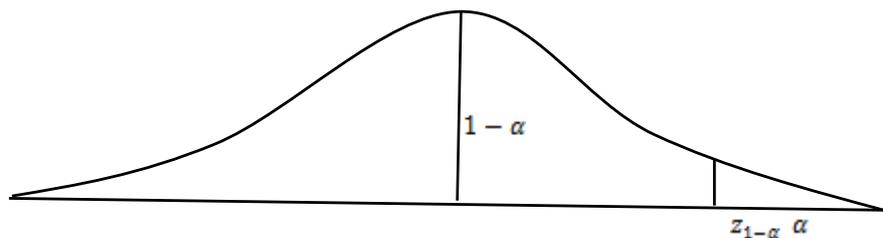
Donde se considera que si ambas poblaciones presentan una distribución normal entonces la distribución de $X_1 - X_2$, también será una distribución normal con media $\mu_1 - \mu_2$ y varianza $\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$

Las puntuaciones Z nos indican la dirección y grado en que un valor individual obtenido se aleja de la media (μ) en una escala de unidades de desviación estándar. (Zapata C., 2007)

6. Establecer la región de rechazo para el estadístico. La región de rechazo se realiza en base a la puntuación de Z. Si el valor calculado del test estadístico cae en la región crítica rechazar H_0 , en caso contrario no rechazar H_0 y concluir que la muestra aleatoria no proporciona evidencia para rechazarla. En la imagen se muestra la región de rechazo de acuerdo al planteamiento para esta investigación, dicha región se encuentra sombreada. Para la investigación se plantea:

- Hipótesis nula $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$
- Hipótesis alternativa $H_1: \mu_1 > \mu_2$

Entonces se rechaza la hipótesis nula, si $Z_0 > Z$ (Z adquiere valores positivos) Fuente: (Estuardo M., 2012)

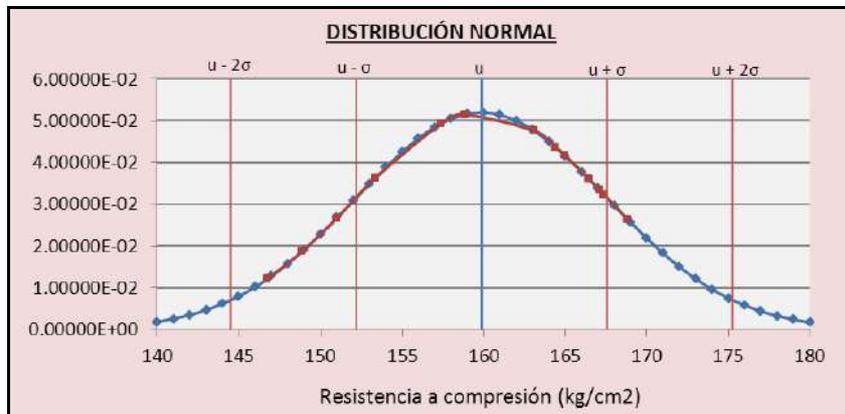


5.2. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR f'c 140 kg/cm2 a los 7 días de edad.

TABLA 40 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 140KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI

Resistencia a la compresión =140kg/cm2, agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS 10		f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
N°				
1		88.53	-7.79	60.65
2		97.69	1.37	1.88
3		97.03	0.71	0.51
4		96.92	0.61	0.37
5		97.51	1.19	1.42
6		97.85	1.53	2.35
7		98.06	1.74	3.03
8		97.03	0.71	0.51
9		97.13	0.81	0.65
10		95.43	-0.89	0.79
Media (u)		96.32		
$\sum(Xi-u)^2$				72.15
Varianza(σ^2)				8.02
Desviación estándar (σ)				2.83
Coeficiente de variación (vt)				2.94

Fuente propia



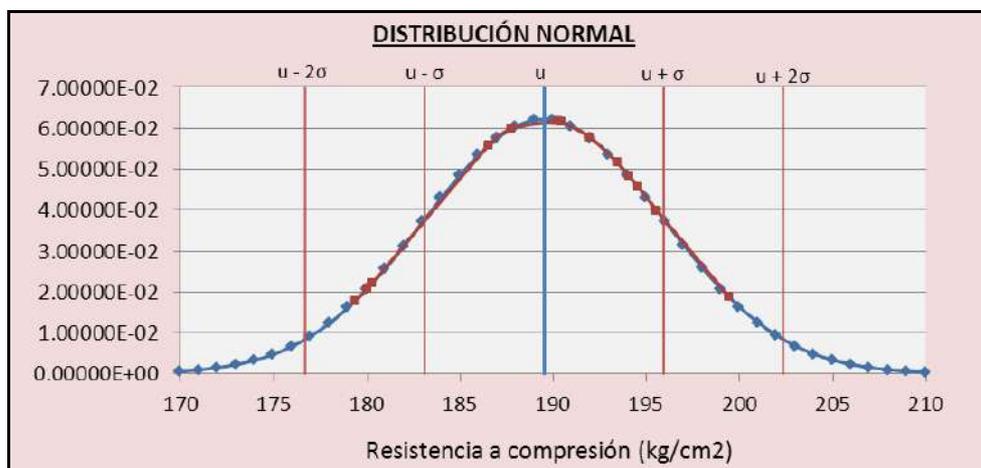
Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 2.83 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente.

Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 41 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 140KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresión =140kg/cm2, agregado rio San Gabán				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	93.99	-1.87	3.51
	2	97.20	1.33	1.78
	3	96.00	0.14	0.02
	4	96.56	0.70	0.49
	5	96.64	0.77	0.60
	6	95.20	-0.66	0.44
	7	96.07	0.21	0.04
	8	95.51	-0.35	0.12
	9	95.20	-0.66	0.43
	10	96.25	0.39	0.15
Media (u)		95.86		
$\sum(Xi-u)^2$				7.58
Varianza(σ^2)				0.84
Desviación estándar (σ)				0.92
Coeficiente de variación (vt)				0.96

Fuente propia



Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 0.92 es menor a 14, y el

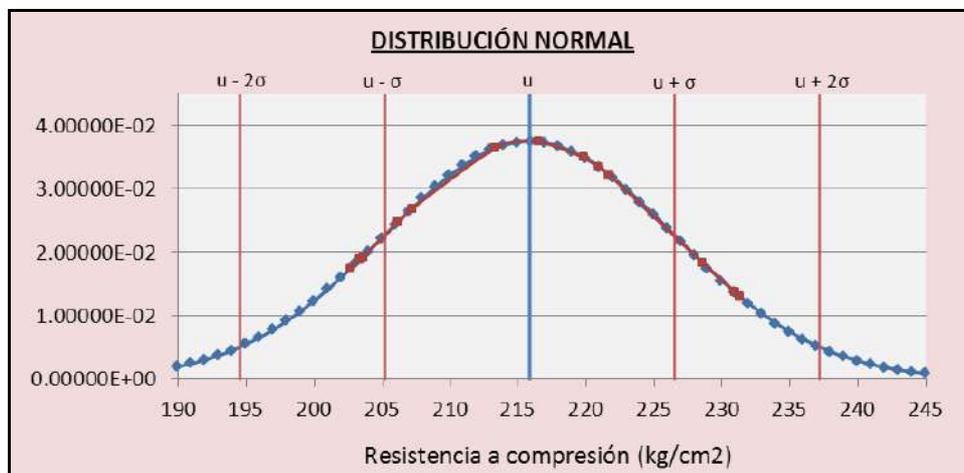
coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR f'c 140 kg/cm2 a los 28 días de edad.

TABLA 42 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 140KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI

Resistencia a la compresión =140kg/cm2 agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	157.26	4.63	21.41
	2	154.20	1.56	2.44
	3	154.73	2.10	4.40
	4	149.01	-3.62	13.14
	5	151.10	-1.54	2.36
	6	151.44	-1.20	1.44
	7	153.56	0.93	0.86
	8	149.54	-3.10	9.59
	9	152.43	-0.20	0.04
	10	153.08	0.44	0.20
Media (u)	152.64			
$\sum (Xi-u)^2$	55.88			
Varianza(σ^2)	6.21			
Desviacion estandar (σ)	2.49			
Coeficiente de variación (vt)	1.63			

Fuente propia

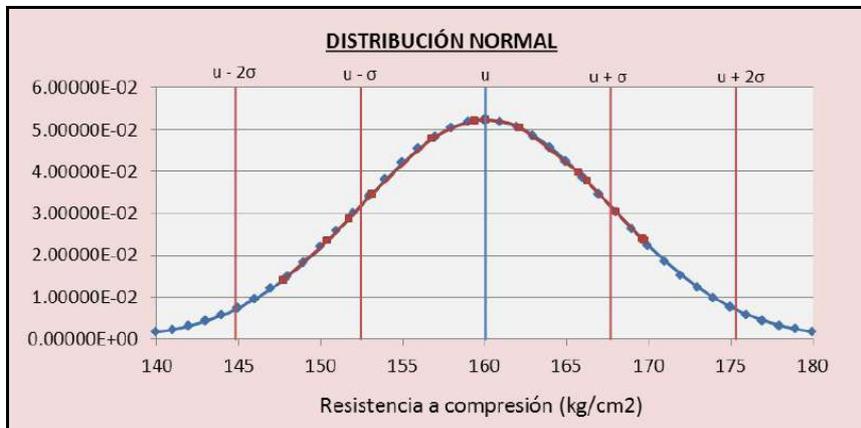


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 2.49 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 43 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 140KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresion =140kg/cm2 agregado de rio San Gabán				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	150.99	-1.56	2.42
	2	156.71	4.16	17.32
	3	152.19	-0.36	0.13
	4	153.22	0.67	0.45
	5	151.14	-1.41	1.99
	6	153.74	1.19	1.42
	7	150.46	-2.09	4.38
	8	152.31	-0.24	0.06
	9	152.60	0.05	0.00
	10	152.13	-0.42	0.17
Media (u)	152.55			
$\sum(Xi-u)^2$	28.34			
Varianza(σ^2)	3.15			
Desviacion estandar (σ)	1.77			
Coeficiente de variación (vt)	1.16			

Fuente propia

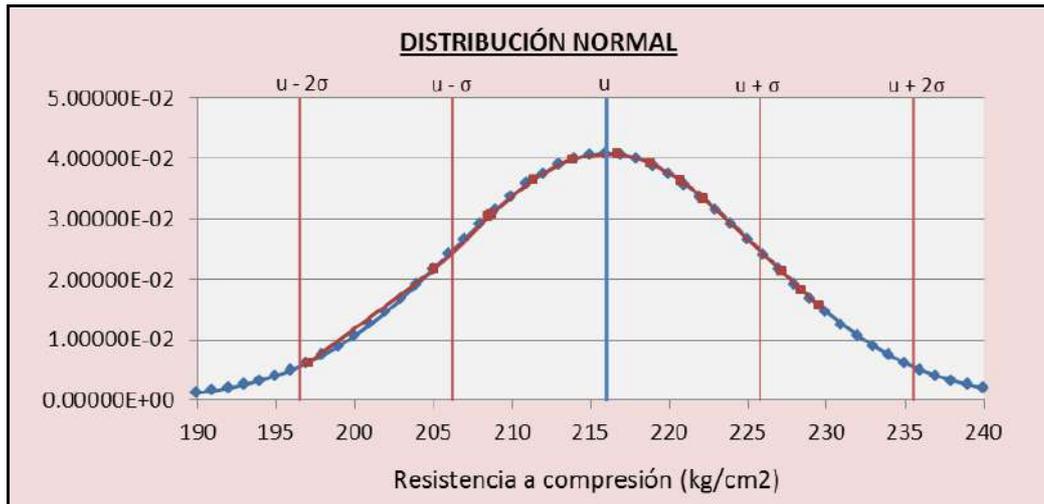


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 1.77 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR $f'c$ 175 kg/cm² a los 7 días de edad.

TABLA 44 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE $f'c$ 175KG/CM² AGREGADO DE CANTERA MACUSANI A LOS 7 DIAS.

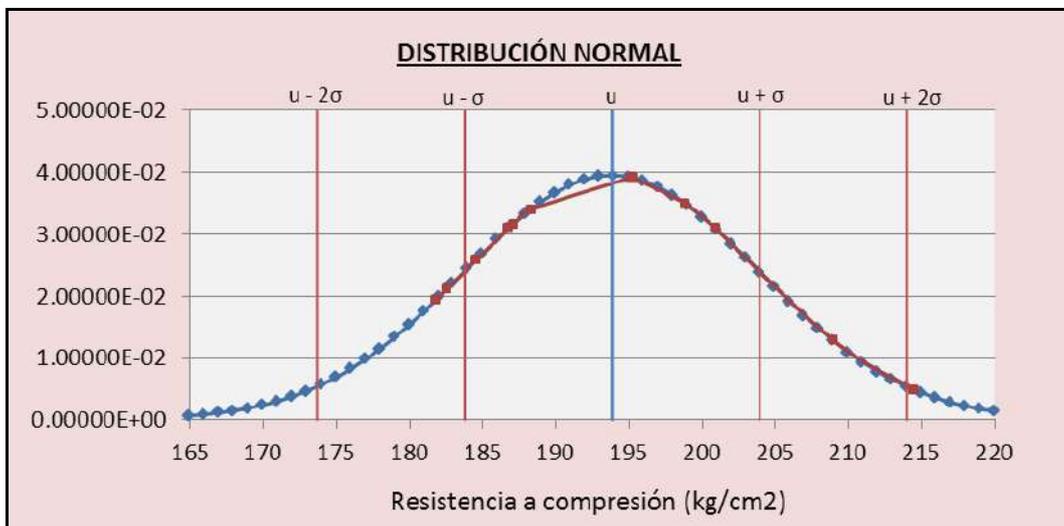
Resistencia a la compresion =175kg/cm ² agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS	10	$f'c(Xi)$	$(Xi-u)$	$(Xi-u)^2$
	N°			
	1	121.78	0.13	0.02
	2	121.51	-0.14	0.02
	3	121.91	0.26	0.07
	4	122.36	0.71	0.51
	5	121.32	-0.33	0.11
	6	120.56	-1.09	1.18
	7	121.88	0.23	0.05
	8	120.58	-1.07	1.15
	9	122.41	0.76	0.58
	10	122.17	0.52	0.27
Media (u)	121.65			
$\sum(Xi-u)^2$	3.95			
Varianza(σ'^2)	0.44			
Desviacion estandar (σ')	0.66			
Coeficiente de variación (vt)	0.54			



Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 0.66 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 45 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 175KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresion =175 kg/cm2 agregado de rio San Gabán				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	118.83	-1.89	3.57
	2	120.07	-0.65	0.42
	3	119.94	-0.78	0.61
	4	121.14	0.42	0.18
	5	120.32	-0.40	0.16
	6	119.52	-1.20	1.44
	7	118.02	-2.70	7.31
	8	119.73	-0.99	0.99
	9	120.67	-0.05	0.00
	10	128.95	8.23	67.80
Media (u)	120.72			
$\sum(Xi-u)^2$	82.47			
Varianza(σ^2)	9.16			
Desviación estandar (σ)	3.03			
Coeficiente de variación (vt)	2.51			

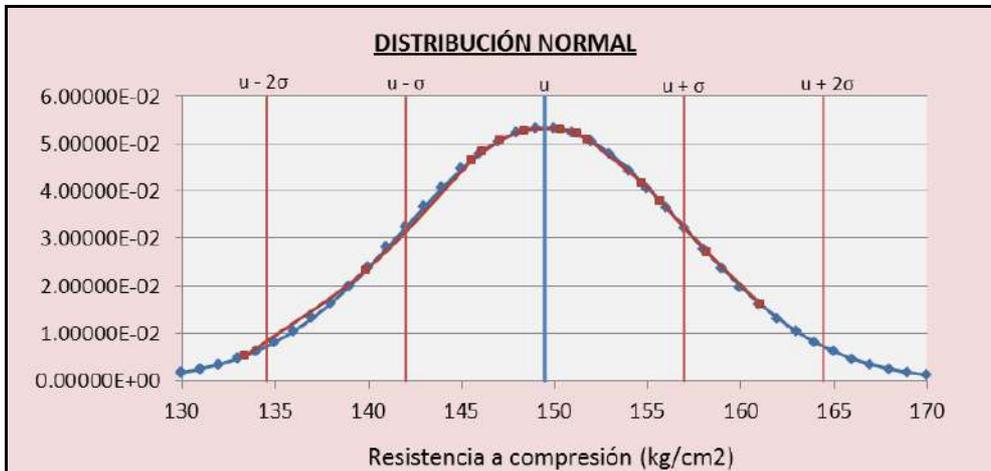


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 3.03 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.5. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR f'c 175 kg/cm2 a los 28 días de edad.

TABLA 46 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 175KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI

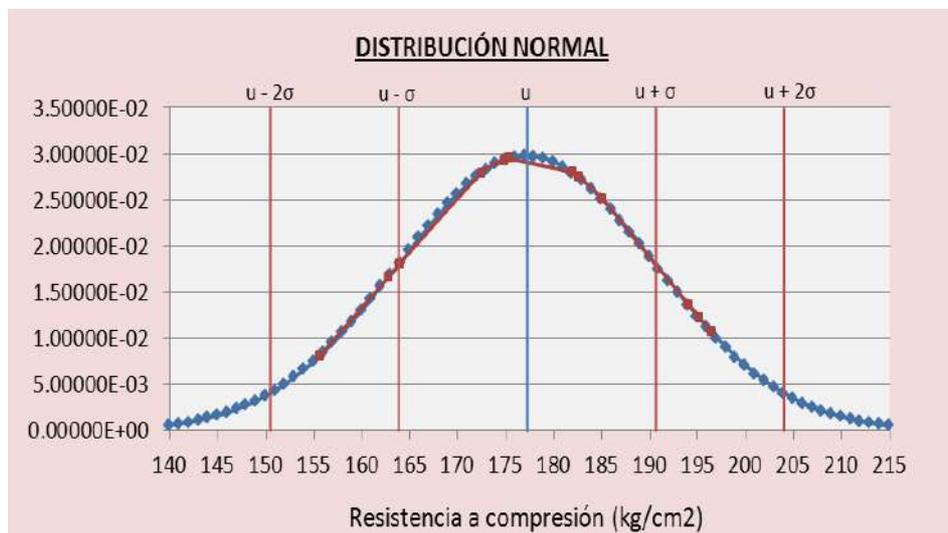
Resistencia a la compresion =175kg/cm2 agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	190.91	-1.61	2.59
	2	190.80	-1.71	2.93
	3	191.47	-1.05	1.09
	4	193.07	0.55	0.31
	5	193.74	1.23	1.50
	6	193.57	1.05	1.11
	7	193.09	0.58	0.33
	8	193.05	0.53	0.28
	9	193.26	0.75	0.56
	10	192.19	-0.32	0.10
Media (u)	192.51			
$\sum(Xi-u)^2$				10.80
Varianza(σ^2)				1.20
Desviacion estandar (σ)				1.10
Coeficiente de variación (vt)				0.57



Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 1.10 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 47 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 175KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresión =175 kg/cm2 agregado de rio San Gabán				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	190.89	-0.90	0.82
	2	193.01	1.22	1.49
	3	188.47	-3.32	11.03
	4	191.37	-0.43	0.18
	5	192.30	0.50	0.25
	6	193.69	1.90	3.59
	7	191.88	0.09	0.01
	8	191.81	0.02	0.00
	9	192.05	0.26	0.07
	10	192.46	0.67	0.45
Media (u)	191.79			
$\sum(Xi-u)^2$	17.88			
Varianza(σ^2)	1.99			
Desviación estándar (σ)	1.41			
Coefficiente de variación (vt)	0.73			

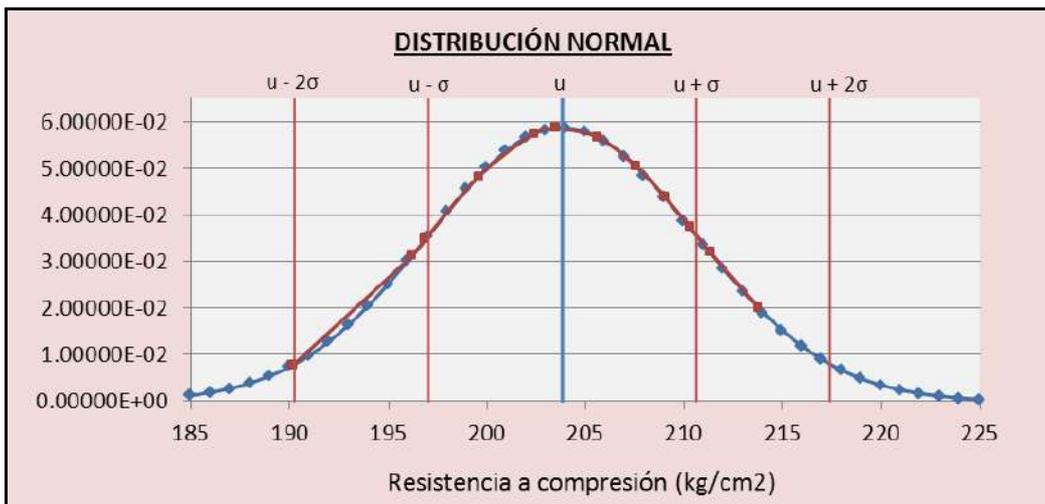


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 1.41 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente. Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.6. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR f'c 210 kg/cm2 a los 7 días de edad.

TABLA 48 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'c 210 KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI

Resistencia a la compresion =210kg/cm2 agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	141.03	-0.98	0.96
	2	142.17	0.16	0.03
	3	142.96	0.95	0.90
	4	142.33	0.32	0.10
	5	141.14	-0.87	0.77
	6	141.83	-0.19	0.03
	7	143.03	1.02	1.03
	8	142.05	0.04	0.00
	9	141.76	-0.25	0.06
	10	141.83	-0.19	0.03
Media (u)		142.01		
$\sum(Xi-u)^2$				3.91
Varianza(σ'^2)				0.43
Desviacion estandar (σ')				0.66
Coeficiente de variación (vt)				0.46

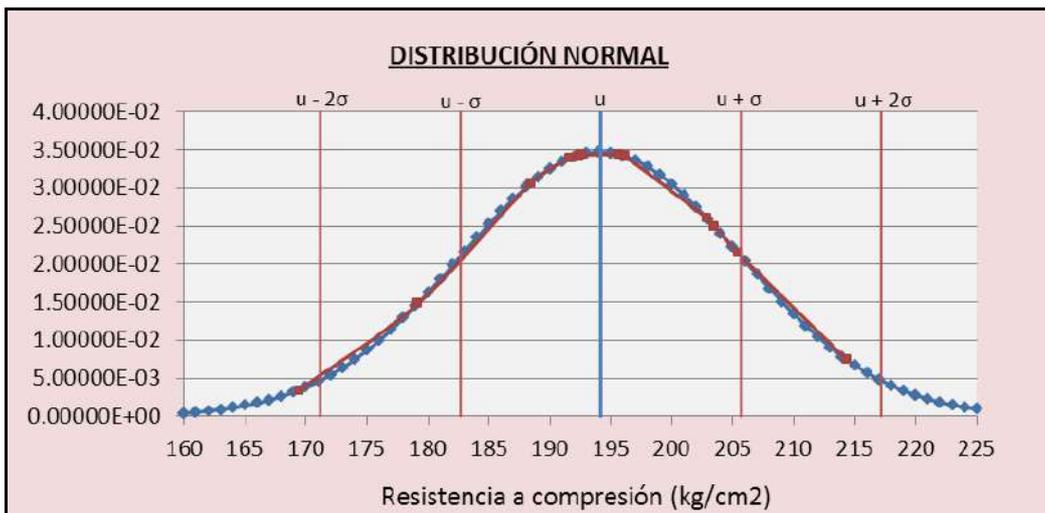


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 0.66 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente.

Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 49 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresión =210 kg/cm2 agregado de rio San Gabán					
N° DE BRIQUETAS		10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°				
	1		143.22	1.71	2.91
	2		141.72	0.20	0.04
	3		143.05	1.53	2.35
	4		142.38	0.87	0.75
	5		141.37	-0.14	0.02
	6		140.84	-0.67	0.45
	7		139.73	-1.79	3.19
	8		140.28	-1.24	1.53
	9		139.88	-1.63	2.67
	10		142.68	1.16	1.35
Media (u)		141.51			
$\sum(Xi-u)^2$					15.25
Varianza(σ^2)					1.69
Desviación estándar (σ)					1.30
Coeficiente de variación (vt)					0.92



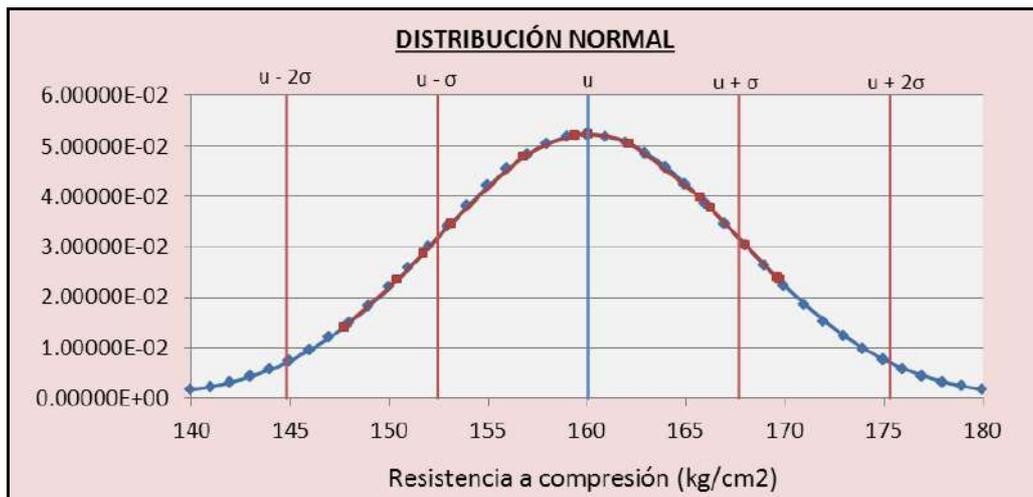
Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 1.30 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente.

Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTANDAR f'c 210 kg/cm2 a los 28 días de edad.

TABLA 50 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2 AGREGADO DE CANTERA MACUSANI

Resistencia a la compresión =210kg/cm2 agregado cantera Macusani				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	235.97	3.70	13.69
	2	228.77	-3.51	12.30
	3	229.33	-2.95	8.70
	4	232.53	0.25	0.07
	5	233.96	1.68	2.84
	6	235.54	3.26	10.66
	7	230.64	-1.64	2.68
	8	232.35	0.07	0.01
	9	229.50	-2.77	7.68
	10	234.16	1.89	3.57
Media (u)	232.28			
$\sum(Xi-u)^2$				62.18
Varianza(σ^2)				6.91
Desviación estandar (σ)				2.63
Coefficiente de variación (vt)				1.13

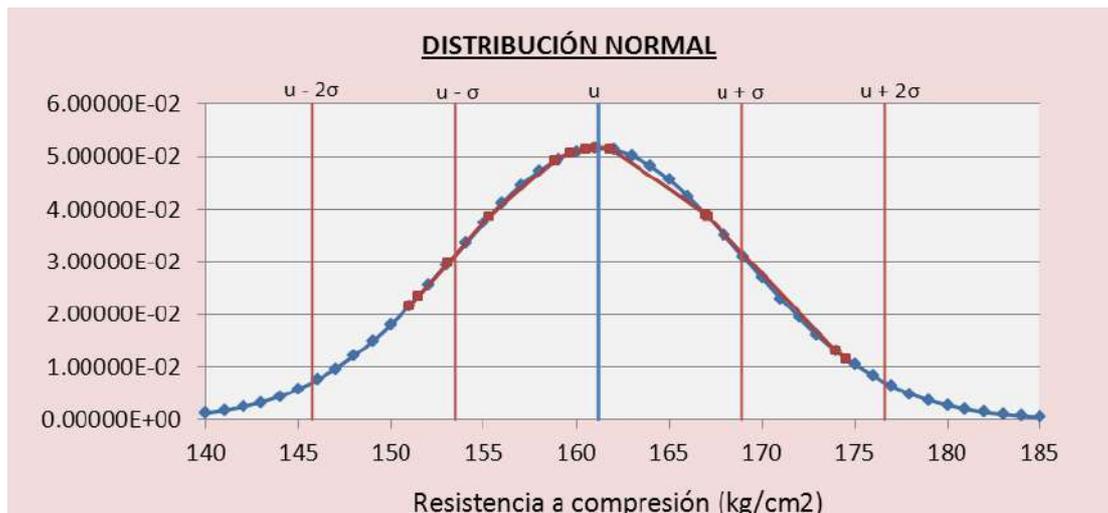


Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 2.63 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente.

Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

TABLA 51 COEFICIENTE DE VARIACIÓN Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE F'C 210 KG/CM2 AGREGADO DE RIO SAN GABÁN

Resistencia a la compresión =210 kg/cm2 agregado de rio San Gabán				
N° DE BRIQUETAS	10	f'c(Xi)	(Xi-u)	(Xi-u)^2
	N°			
	1	230.49	-0.45	0.20
	2	230.06	-0.87	0.75
	3	231.81	0.87	0.76
	4	232.19	1.25	1.57
	5	229.58	-1.35	1.82
	6	230.39	-0.54	0.29
	7	234.96	4.02	16.20
	8	228.07	-2.86	8.18
	9	231.47	0.54	0.29
	10	230.31	-0.63	0.39
Media (u)		230.93		
$\Sigma(Xi-u)^2$				30.47
Varianza(σ^2)				3.39
Desviación estandar (σ)				1.84
Coefficiente de variación (vt)				0.80



Interpretación. Según la Tabla, para el presente grupo la desviación estándar se califica como excelente ya que 1.84 es menor a 14, y el coeficiente de variación que es menor a 3.0 se considera excelente.

Además del gráfico se deduce que los resultados se ajustan a una distribución normal de dispersión mínima.

5.8. PRUEBA DE HIPÓTESIS

El objetivo es demostrar que el uso del agregado de río San Gabán es adecuado la resistencia del concreto, lo cual se logra parcialmente con los resultados que se obtuvieron en el laboratorio de la rotura de briquetas.

Se procederá a comparar cada uno de los grupos que tienen incorporado el río San Gabán con el grupo patrón que es el concreto elaborado con agregado de la cantera Macusani; es decir, se comparará:

El grupo Patrón (cantera Macusani) con el grupo (agregado de río San Gabán).

5.9. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.9.1. Prueba de hipótesis para $f'c$ 140kg/cm².

Prueba de hipótesis del grupo Patrón $f'c$ 140kg/cm² a los 7 días de edad.

Parámetros del grupo patrón:

Media u_1 : 96.32

Desviación estándar σ_1 : 2.83

Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media u_2 : 95.86

Desviación estándar σ_2 : 0.92

Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

u_1 : Resistencia promedio del grupo N°1.

u_2 : Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{96.32 - 95.86}{\sqrt{\frac{2.83^2}{10} + \frac{0.92^2}{10}}}$$

$$Z_0 = 0.489$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($0.489 < 1.645$), la hipótesis alternativa se rechaza para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del rio San Gabán, aumenta la resistencia del concreto f'_c 140kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

Prueba de hipótesis del grupo Patrón f'c 140kg/cm² a los 28 días de edad.

Parámetros del grupo patrón:

Media μ_1 : 152.64Desviación estándar σ_1 : 2.49Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media μ_2 : 152.55Desviación estándar σ_2 : 1.77Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

u1: Resistencia promedio del grupo N°1.

u2: Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{152.64 - 152.55}{\sqrt{\frac{2.49^2}{10} + \frac{1.77^2}{10}}}$$

$$Z_0 = 0.093$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($0.093 < 1.645$), la hipótesis alternativa se acepta para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del rio San Gabán, aumenta la resistencia del concreto $f'c$ 140kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

5.9.2. Prueba de hipótesis para $f'c$ 175 kg/cm².**Prueba de hipótesis del grupo Patrón $f'c$ 175 kg/cm² a los 7 días de edad.**

Parámetros del grupo patrón:

Media u_1 : 121.65

Desviación estándar σ_1 : 0.66

Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media u_2 : 120.72

Desviación estándar σ_2 : 3.03

Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

u1: Resistencia promedio del grupo N°1.

u2: Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{121.65 - 120.72}{\sqrt{\frac{0.66^2}{10} + \frac{3.03^2}{10}}}$$

$$Z_0 = 0.948$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($0.948 < 1.645$), la hipótesis alternativa se rechaza para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del río San Gabán, aumenta la resistencia del concreto f'_c 175 kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

Prueba de hipótesis del grupo Patrón $f'c$ 175 kg/cm² a los 28 días de edad.

Parámetros del grupo patrón:

Media μ_1 : 192.51

Desviación estándar σ_1 : 1.10

Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media μ_2 : 191.79

Desviación estándar σ_2 : 1.41

Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

u1: Resistencia promedio del grupo N°1.

u2: Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{192.51 - 191.79}{\sqrt{\frac{1.10^2}{10} + \frac{1.41^2}{10}}}$$

$$Z_0 = 1.273$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($1.273 < 1.645$), la hipótesis alternativa se acepta para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del rio San Gabán, aumenta la resistencia del concreto $f'c$ 175 kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

5.9.3. Prueba de hipótesis para $f'c$ 210 kg/cm².

Prueba de hipótesis del grupo Patrón $f'c$ 210 kg/cm² a los 7 días de edad.

Parámetros del grupo patrón:

Media u_1 : 142.01

Desviación estándar σ_1 : 0.66

Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media u_2 : 141.51

Desviación estándar σ_2 : 1.30

Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

u1: Resistencia promedio del grupo N°1.

u2: Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: u_1 \leq u_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: u_1 > u_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: u_1 \leq u_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: u_1 > u_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$Z_0 = \frac{121.65 - 120.72}{\sqrt{\frac{0.66^2}{10} + \frac{3.03^2}{10}}}$$

$$Z_0 = 0.948$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($0.948 < 1.645$), la hipótesis alternativa se rechaza para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del río San Gabán, aumenta la resistencia del concreto f'_c 210 kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

Prueba de hipótesis del grupo Patrón $f'c$ 210 kg/cm² a los 28 días de edad.

Parámetros del grupo patrón:

Media μ_1 : 232.28

Desviación estándar σ_1 : 2.63

Numero de muestras n_1 : 10.0

Parámetros del grupo:

Media μ_2 : 230.93

Desviación estándar σ_2 : 1.84

Numero de muestras n_2 : 10.0

Se desarrolla la prueba de hipótesis de acuerdo a los pasos establecidos en el marco teórico.

1. Parámetro de interés. Se considerará las resistencias promedio de los grupos siguientes:

μ_1 : Resistencia promedio del grupo N°1.

μ_2 : Resistencia promedio del grupo N°2.

2. Hipótesis nula.

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

3. Hipótesis alternativa.

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

4. Nivel de significancia. Como ya se describió en el ítem anterior $\alpha = 0.05$ para todos los casos, además de la tabla estadística (ver ANEXO) se obtiene $Z = 1.645$ (positivo). Por lo que se plantea:

Rechazar $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$, si $Z_0 > Z$ (no se rechaza $H_1: \mu_1 > \mu_2$, "se acepta")

5. Test estadístico.

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$
$$Z_0 = \frac{232.28 - 230.93}{\sqrt{\frac{2.63^2}{10} + \frac{1.84^2}{10}}}$$
$$Z_0 = 1.330$$

6. Conclusión. Puesto que $Z_0 < Z$ ($1.330 < 1.645$), la hipótesis alternativa se acepta para un $\alpha = 0.05$, y se concluye que el agregado del rio San Gabán, aumenta la resistencia del concreto $f'c$ 210 kg/cm² en una mínima cantidad. En el distrito de San Gabán.

5.9.3.1. Decisión

Los materiales que se han usado para producir el concreto en esta investigación poseen, en su mayoría, características que son adecuadas según las normas establecidas. Las granulometrías de las partículas de agregado fino se ajustan a los límites establecidos por la ASTM; sin embargo, el agregado grueso natural, que tiene una curva muy cercana al límite inferior y que en una sección excede la misma, posee una granulometría "gruesa", hecho que no es motivo de descarte.

Respecto a las propiedades del concreto fresco; se afirma que, con escasas excepciones, el asentamiento para todas las condiciones fue el planeado, por lo que se afirma que no se presenta este inconveniente y que los concretos no poseerán deficiencias por esta propiedad. La temperatura registrada es normal.

La resistencia a compresión, propiedad del concreto endurecido, fue la esperada en los grupos patrón y población de 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm². Se afirma que se puede usar el agregado del rio San Gabán sin que se presente problemas de escasa resistencia. Para la resistencia de 140kg/cm² 175kg/cm² y 210kg/cm².

5.9.3.2. Validación de hipótesis

Hipótesis 1. El uso del agregado del rio San Gabán en la dosificación del concreto tiene efectos significativos en la resistencia del concreto en obras civiles en el distrito de San Gabán.

El agregado grueso y fino de la cantera del rio San Gabán son de propiedades y características de un agregado natural.

Hipótesis 2. Las características de las condiciones de resistencia del concreto cumplen con los estándares de mínimos para obras civiles en el distrito de San Gabán.

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados al concreto fresco, indican que los grupos experimentales poseen propiedades comparables con los grupos patrón. Aunque estos resultados son variables según cada condición de concreto, los mismos son aceptables según las normas y exigencias establecidas.

Hipótesis 3. La resistencia del concreto aumenta significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso de agregado de rio San Gabán en el distrito de San Gabán.

De acuerdo a las exigencias y condiciones de obra; considerando sus propiedades, características el concreto dosificado con agregado del rio San Gabán puede ser usado en obras civiles. A un nivel de significación del 5% cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio de las características de las condiciones de resistencia del concreto es diferente y significativo con los estándares mínimos para obras civiles en el distrito de San Gabán, durante el proceso de ensayo de rotura de briquetas alcanza las resistencias mínimas requeridas según el diseño inicial.

CONCLUSIONES

Primera.- Se concluye que, el uso del agregado de la cantera del rio San Gabán presenta cualidades similares al agregado de la cantera macusani de acuerdo a los resultados de ensayos de laboratorio que se realizaron a los mismos, se afirma que este tiene una calidad adecuada para producir concreto de 140kg/cm², 175kg/cm², 210kg/cm². Las propiedades del concreto fresco de los grupos patrón y experimentales resultaron ser similares con resultados dentro de los límites recomendados hasta la resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

RECOMENDACIONES

- Primero.-** A las autoridades del sector de la construcción es que el puntaje demuestra es óptimo el uso de agregado de la cantera del rio San Gabán en la resistencia del concreto hasta $f'c=210\text{kg/cm}^2$.
- Segunda.-** A los profesionales y técnicos operadores en obras civiles que el uso del agregado de la cantera del rio San Gabán como un agregado para el diseño de mezcla es positivo en la resistencia del concreto.
- Tercero.-** A los pobladores y trabajadores que el uso del agregado de la cantera del rio San Gabán puede ser de gran utilidad como agregados y no acudir a otros agregados que requiere de un presupuesto mayor.
- Cuarto.-** De la misma forma invoco a profundizar el estudio en otros contextos y nuevos parámetros de análisis dentro de la ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- La NTP 339.088 y ASTM C 109M. (s.f.). *La NTP 339.088 y ASTM C 109M*.
- (2004), E. R. (s.f.). *E. RIVVA 2004 NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO*. A.S.T.M. (s.f.).
- Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- Arellano, J. y Guzmán, J. (2011). *Ingeniería Ambiental. Primera Edición Alfaomega*. México.: Grupo Editor S.A, de C.V.
- Carranza, R. (2001). *Medio Ambiente: Problemas y Soluciones*. Callao, PE.: Edición Consultoría Carranza,.
- E-204, M. (2000). *Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Y Finos*. Lima: ICG.
- Gil. (2005).
- Gil Rodríguez, M. (2005). *Procesos de descontaminación de aguas. Cálculos avanzados informatizados*. Madrid – España.: International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Goyenola. (2007). *Guía para la utilización de la Valijas Viajeras – Conductividad*.
- Hurtate, D. (1995). *Comparación de algunos parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las micro-cuencas Pansalic y Pancocha en época seca y lluviosa*. Guatemala.
- James, R. (2009). *La contaminación ambiental como delito, aspectos sustantivos y procesales*. Primera Edición Lima, PE.: Jurista Editores E.I.R.L.
- Lazo, R. &. (2005). *Rodríguez & Lazo*.
- López, R. E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima: ICG.
- Metcalf y Eddy. (1998). *Ingeniería de Aguas Residuales*. Editorial McGraw-Hill.
- Norma ASTM. (150). *NORMA ASTM*.
- Palao, L. (2010). *Descontaminación de la Bahía Interior de Puno con Biotecnología Microorganismos eficaces (EM) Responsabilidad Social y Acción Comunitaria*. Puno.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de Tecnología de Concreto (Segunda ed.)*. Lima Peru: Colegio de Ingenieros.

- Prieto, J. (2004). *El Agua: Sus formas, efectos, Abastecimientos, Usos, Daños, Control y Conservación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Rivera, I. G. (2010). *Concreto Simple*. Cauca: Universidad del Cauca.
- Rivva Lopéz. (2010). *Rivva Lopéz*.
- RIVVA LOPÉZ, E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima: I.C.G.
- Rivva Lopéz, E. (2010). *naturaleza y materiales del concreto*. Lima: I.C.G.
- Rodríguez & Lazo. (2005). *Rodríguez & Lazo*.
- Schwoerbel, J. (1995). *Métodos de hidrobiología*. trad. España.
- TAPIA, F. E. (2015). *MONITOREO Y EVALUACION DEL CUERPO DE AGUA DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO - LAGO TITICACA*. PUNO: UNA PUNO.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnología del concreto Sección 1*. México D.F.: Limusa.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnología del concreto Sección 2*. México D.F.: Noriega.
- UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1. (1994). *UNAM, Manual de tecnología del concreto Sección 1*.
- UNAM. (1994). *Manual de tecnología del concreto Sección 1*. México D.F: LIMUSA.
- Unda, F. (1969). *Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México: ed. Hispano-Americana.

ANEXOS

**Anexo N° 03
Matriz de consistencia**

EFFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE AGUA DE LA BAHIA DE LAGO TITICACA Y POTABLE EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES PUNO 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Un concreto elaborado con agregado del rio San Gabán tendrá propiedades similares a un concreto elaborado con cantera del rio Macusani, en obras civiles en el distrito de San Gabán?</p> <p>PROBLEMA ESPECIFICOS: ¿Sera Adecuado usar el agregado del rio San Gabán para elaborar concreto para obras civiles en el distrito de San Gabán? ¿Cuál es el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto elaborado el agregado del rio San Gabán a los 7 días y 28 días de edad?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar las propiedades del concreto fresco y endurecido elaborado con agregado del rio San Gabán.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: ¿Sera Adecuado usar el agregado del rio San Gabán para elaborar concreto para obras civiles en el distrito de San Gabán? ¿Cuál es el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto elaborado el agregado del rio San Gabán a los 7 días y 28 días de edad?</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: El uso del agregado del rio San Gabán en la dosificación del concreto tiene efectos significativos en la resistencia del concreto en obras civiles en el distrito de San Gabán.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las características de las condiciones de resistencia del concreto cumplen con los estándares de mínimos para obras civiles en el distrito de San Gabán. La resistencia del concreto aumenta significativamente a los 28 días de edad según el diseño de mezcla con el uso de agregado de rio San Gabán en el distrito de San Gabán. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Agregado del rio San Gabán.</p>	<p>CANTERA RIO SAN GABÁN</p>		<p>TIPO: Cuantitativo Aplicado Experimental</p> <p>NIVEL: Aplicativo-analítico</p> <p>DISEÑO: Experimental, pre experimental factorial.</p> <p>MÉTODO: Deductivo- inductivo Analítico sintético.</p> <p>POBLACIÓN: 50 testimonios de diferentes mezclas I, II, en días de 07, 28 días.</p> <p>MUESTRA: 10 testimonios de diferentes mezclas I, II, en días de 07, 28 días.</p> <p>TECNICAS: Ensayos Observación</p> <p>INSTUMENTOS: Certificaciones Guía de observación</p> <p>PROCEDIMIENTOS: Anova</p>	
			<p>VARIABLE DEPENDIENTE Resistencia del concreto</p>	<p>Condición de resistencia</p>	<p>Asentamiento Temperatura Exudación</p>		
			<p>Indicadores:</p> <p>Promedio de resistencia</p> <p>7 días</p> <p>28 días</p>	<p>Resistencia a la compresión a los 07 días de edad</p>	<p>Diseño de mezcla de 140 Diseño de mezcla de 170 Diseño de mezcla de 210</p>		

PANEL DE FOTOGRAFIA



Cantera San Gabán



Agregado



Afluentes del Rio



Afluentes del Rio



Recogiendo Muestras



Muestras



Sector Llocllamayo



Rio Cantera San Gabán



Agregado grueso



Granulometría



Mesclado del Concreto



Puesto En Briquetas Prueba de revenimiento o´ slump test.

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : **TESIS**
SOLICITADOR POR : **BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA**
CONSUERO
CANTERA : **CANTERA MACUSANI**
FECHA : **NOVIEMBRE 2017**

AGREGADO GRUESO

Nro. Tara	B-3	A-7	A-9
Peso de Tara	27.79	30.08	31.73
Peso de Tara + M. Húmeda	264.26	318.35	255.70
Peso de Tara + M. seca	263.10	316.55	254.50
Peso de Muestra Seca	235.31	286.47	222.77
Peso del agua	1.16	1.80	1.20
Contenido de humedad W%	0.49	0.63	0.54
Promedio contenido de Humedad W%	0.55		

AGREGADO FINO

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

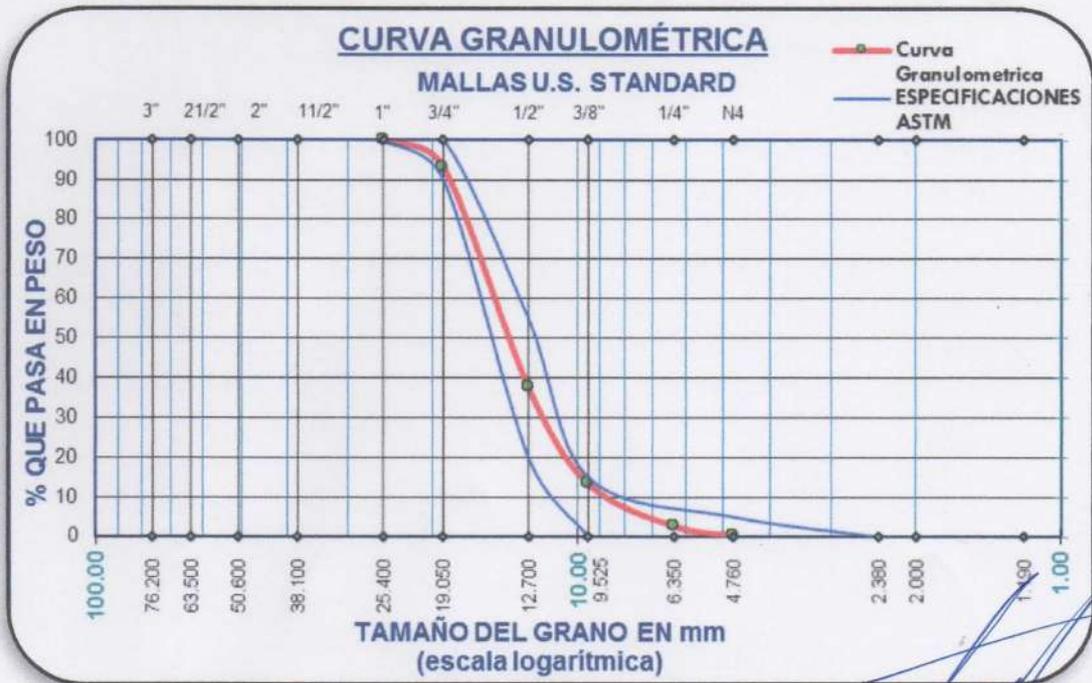


Erick N. Calizaya Pastor
ERICK N. CALIZAYA PASTOR
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP 157537

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D431B - D 427 - D2487)

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO GRUESO
 SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO CANTERA: CANTERA MACUSANI
 FECHA : NOVIEMBRE 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. I" ASTM C-33-6	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.M. 6428.58 kg
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Contenido de Humedad: 0.55
3/4"	19.050	437.50	6.81	6.81	93.19	90 100	Peso Unit. Suelto: 1306 kg/m3
1/2"	12.700	3571.75	55.56	62.37	37.63	20 55	Peso Unit. Compactado: 1482 kg/m3
3/8"	9.525	1562.05	24.30	86.66	13.34	0 15	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 8.53 Cu= 1.79 D30= 11.70 Cc= 1.05 D60= 15.26
1/4"	6.350	684.96	10.65	97.32	2.68		
Nº 4	4.760	149.49	2.33	99.64	0.36	0 5	MODULO DE FINEZA: 6.93 OBSERVACIONES:
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
BASE		22.83	0.36	100.00	0.00		
TOTAL		6428.58	100.00				
% PERDIDA							

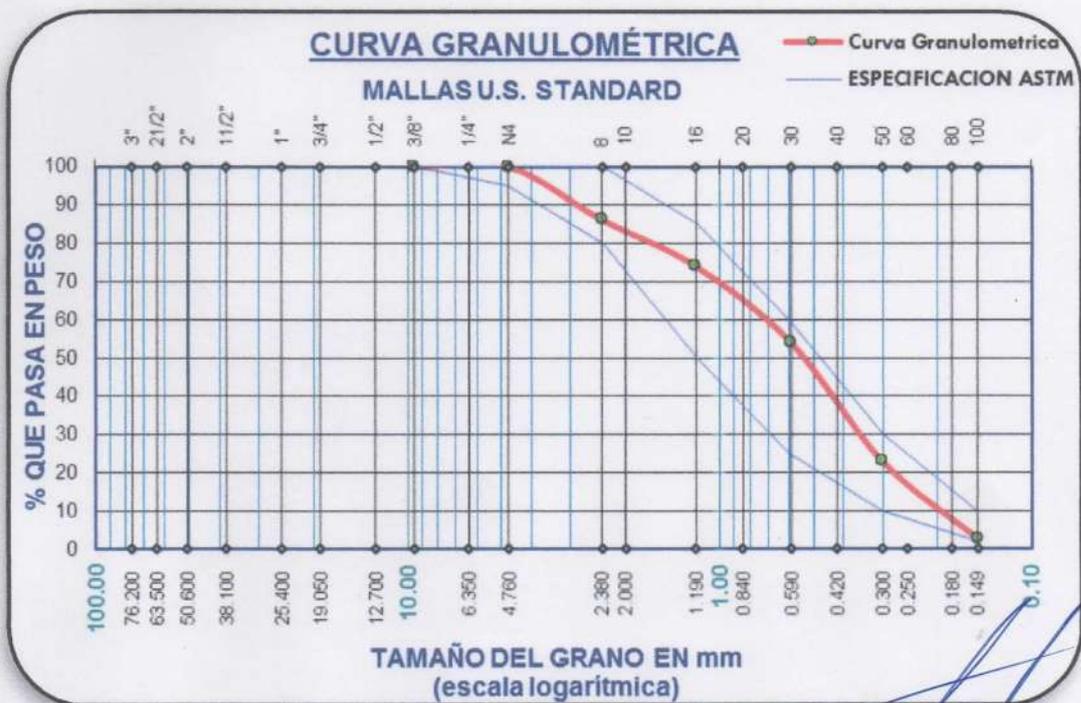


ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP 157537

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

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO FINO
 SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO CANTERA: CANTERA MACUSANI
 FECHA : NOVIEMBRE 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: N° 4
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.S. 2316.60 kg P.L. 2315.69 kg % FINOS 0.00 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						Contenido de Humedad: 2.14
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Peso Unif. Suelto: 1474 kg/m ³
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Peso Unif. Compactado: 1538 kg/m ³
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.20 Cu= 3.80 D30= 0.37 Cc= 0.85 D60= 0.77
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
N° 8	2.380	319.48	13.79	13.79	86.21	80 100	MODULO DE FINEZA: 2.60
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	282.74	12.20	26.00	74.00	50 85	OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15. no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 - m ax 3.35
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	466.05	20.12	46.11	53.89	25 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	714.22	30.83	76.94	23.06	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	471.62	20.36	97.30	2.70	2 10	
N° 200	0.074	62.41	2.69	100.00	0.00		
BASE		0.08	0.00	100.00	0.00		
TOTAL		2316.60	100.00				
% PERDIDA							



ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP 157537

PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA
CONSUERO
MUESTRA : AGREGADOS
CANTERA : CANTERA MACUSANI
FECHA : NOVIEMBRE 2017

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

I.- DATOS

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

II.- RESULTADOS

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

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

I.- DATOS

1	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO	5878.22
2	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	5988.23
3	PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA	3682.84

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECÍFICO DE MASA: P.E.M. $1/(2-3)$	2.55
2	P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S. $(2/(2-3))$	2.60
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $1/(1-3)$	2.68
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% \text{ ABS}((2-1)/1)*100$	1.87



ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP 157537

PESO ESPECÍFICO UNITARIO

PROYECTO : TESIS **MUESTRA:** AGREGADOS
SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO **CANTERA:** CANTERA
MACUSANI
FECHA : NOVIEMBRE 2017

AGREGADO FINO PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

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

AGREGADO GRUESO PESO UNITARIO SUELTO

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

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1482		



ERICK N. CALIZAYA P.A.
 Ingeniero General
 Reg. CIP 157

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA
CONSUERO
CANTERA : RIO SAN GABAN
FECHA : NOVIEMBRE 2017

AGREGADO GRUESO

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

AGREGADO FINO

Nro. Tara	A-13	A-14	A-15
Peso de Tara	29.62	31.21	32.16
Peso de Tara + M. Húmeda	279.52	286.35	282.40
Peso de Tara + M. seca	267.3	272.36	269.10
Peso de Muestra Seca	237.68	241.15	236.94
Peso del agua	12.22	13.99	13.3
Contenido de humedad W%	5.14	5.80	5.61
Promedio contenido de Humedad W%	5.52%		



ERICK N. CALIZAYA PASTOR
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP 157537

PESO ESPECÍFICO

PROYECTO : TESIS
SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA
CONSUERO
MUESTRA : AGREGADOS
CANTERA : RIO SAN GABAN
FECHA : NOVIEMBRE 2017

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

I.- DATOS

1	PESO DEL PICNOMETRO	388.51
2	PESO DEL ENRASADOR	164.06
3	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SSS	504.23
4	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA (enrasada)	1402.43
5	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA SSS + AGUA (enrasada)	1685.26
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO.	492.36

II.- RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO DE MASA: P.E.M. $6/(4+3-5)$	2.22
	Promedio	2.22
2	P.E. DE MASA SATURADA SSS P.E.M.S.S.S. $(3/(4+3-5))$	2.28
	Promedio	2.28
3	PES ESPECÍFICO APARENTE P.E.A. $6/(4+6-5)$	2.35
	Promedio	2.35
4	PORCENTAJE DE ABSORSOCION: $\% ABS((3-6)/6)*100$	2.41
	Promedio	2.41

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

I.- DATOS

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

II.- RESULTADOS

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


ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geologo
 Reg. CIP 157537

PESO ESPECÍFICO UNITARIO

PROYECTO : TESIS **MUESTRA: AGREGADOS**
SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO **CANTERA: RIO SAN GABAN**
FECHA : NOVIEMBRE 2017

AGREGADO FINO PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18215.000	18215.000	18205.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8200.000	8200.000	8190.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.506	1.506	1.505
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1506		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1474		

PESO UNITARIO COMPACTADO

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

AGREGADO GRUESO PESO UNITARIO SUELTO

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

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	10015.000	10015.000	10015.000
PESO DEL MOLDE + MUESTRA gr.	18315.000	18285.000	18310.000
PESO DE LA MUESTRA gr	8300.000	8270.000	8295.000
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5560.013	5560.013	5560.013
PESO UNITARIO KG/M3	1.4930	1.487	1.492
PESO UNITARIO HUMEDO KG/M3	1491		
PESO UNITARIO SECO KG/M3	1482		

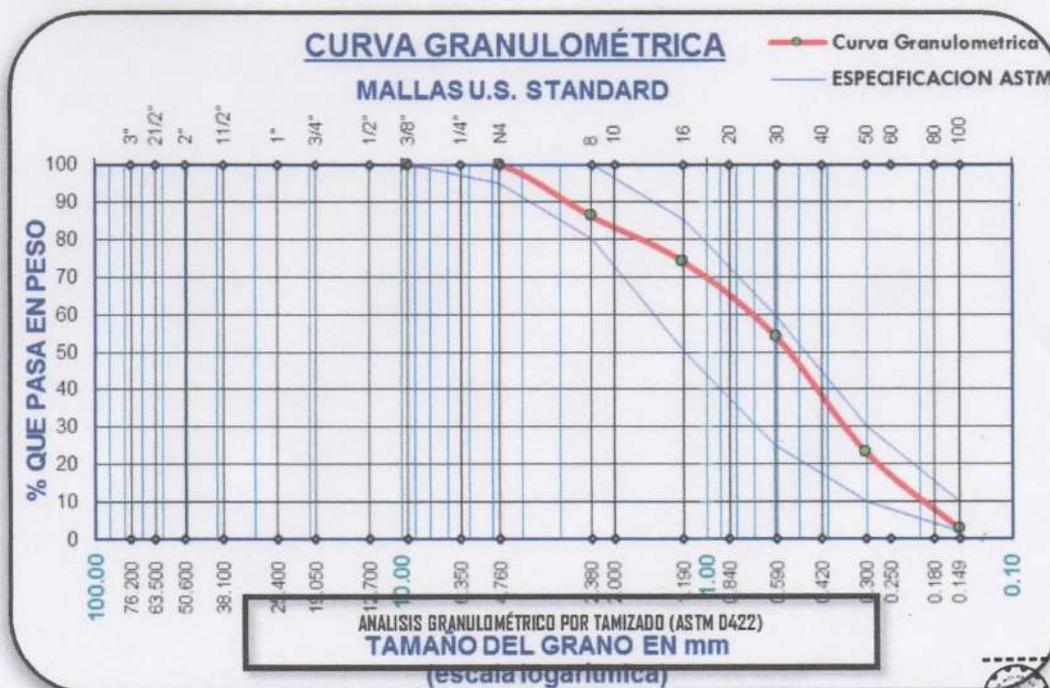


ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geologo
 Reg. CIP 157537

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

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO FINO
 SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO CANTERA: RIO SAN GABAN
 FECHA : NOVIEMBRE 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: N° 4
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.S. 2336.02 kg P.L. 2336.10 kg % FINOS 0.00 %
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						Contenido de Humedad: 2.14
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						Peso Unif. Suelto: 1474 kg/m ³
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						Peso Unit. Compactado: 1538 kg/m ³
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 0.20 Cu= 3.80 D30= 0.38 Cc= 0.85 D60= 0.76
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	
N° 8	2.380	317.62	13.60	13.60	86.40	80 100	MODULO DE FINEZA: 2.62
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	320.61	13.72	27.32	72.68	50 85	OBSERVACIONES: El módulo de fineza debe estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse al límite en más o menos 0.2 - m ax 3.35
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	452.62	19.38	46.70	53.30	25 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	712.62	30.51	77.20	22.80	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	470.32	20.13	97.34	2.66	2 10	
N° 200	0.074	62.15	2.66	100.00	0.00		
BASE		0.08	0.08	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		2336.02	100.00				
% PERDIDA							

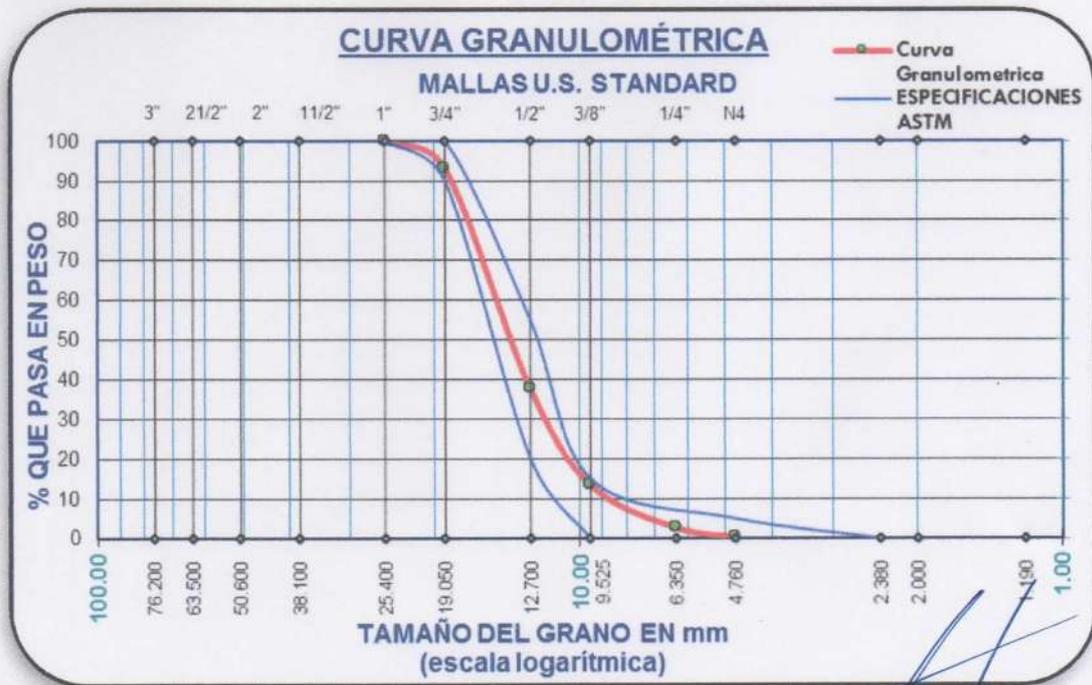



 ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP 157537

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D2216 - D854 - D4318 - D 427 - D2487)

PROYECTO : TESIS MUESTRA: AGREGADO GRUESO
 SOLICITADOR POR : BACH. ABRAHAM HELBERT CHINCHERCOMA CONSUERO CANTERA: RIO SAN GABAN
 FECHA : NOVIEMBRE 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 1" ASTM C-33-6	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 3/4"
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA: P.M. 6500.00 kg
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Contenido de Humedad: 0.55
3/4"	19.050	1119.96	17.24	17.24	82.76	90 100	Peso Unit. Suelto: 1306 kg/m3
1/2"	12.700	2164.24	33.31	50.54	49.46	20 55	Peso Unit. Compactado: 1482 kg/m3
3/8"	9.525	1494.62	23.00	73.54	26.46	0 15	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= 8.53 Cu= 1.79 D30= 11.70 Cc= 1.05 D60= 15.26
1/4"	6.350	1054.86	16.23	89.78	10.22		
Nº 4	4.760	648.56	9.98	99.76	0.24	0 5	MODULO DE FINEZA: 6.91
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						OBSERVACIONES:
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
BASE		15.63	0.24	100.00	0.00		
TOTAL		6497.87	100.00				
% PERDIDA		2.13					



ERICK N. CALIZAYA PASTOR
 Ingeniero Geólogo
 Reg. CIP 157537