

**“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”**



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**TESIS**

**“DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE  
RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE  
RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2018”**

**PRESENTADA POR:**

**HERNAN AUCCASI ESPILLCO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO- PERÚ**

**-2018-**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

**PRESIDENTE**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**SECRETARIO DOCENTE**

### **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

**ASESOR  
METODOLOGICO:**

ING.....

**TEMATICO:**

ING.....

# ÍNDICE GENERAL

SECRETARIO DOCENTE.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA.....	xiii
ÍNDICE DE MAPAS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCION.....	xviii
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2.1 PROBLEMA GENERAL:.....	20
1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO:.....	20
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES:.....	21
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	21
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	22
1.4.1 CIENTÍFICA:.....	22
1.4.2 SOCIAL:.....	22
1.4.3 ECONOMICO:.....	23
1.5 RELEVANCIA.....	23
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	24
1.7 LIMITE ESPACIAL.....	24
1.7.1 UBICACIÓN:.....	24
1.8 LIMITES TEMPORALES.....	27
2.1 ANTECEDENTES.....	28
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL.....	28
2.1.2 A NIVEL NACIONAL.....	29
2.1.3 A NIVEL LOCALES:.....	29
2.2 BASES TEÓRICAS.....	30
2.2.1 INTRODUCCION.....	30
2.2.2 DEFINICION DE CONCRETO.....	31
2.2.2.1 CLASIFICACION GENERAL DEL CONCRETO.....	31

2.2.2.2	REQUISITOS DEL CONCRETO:	31
2.2.2.3	NATURALEZA DEL CONCRETO	32
2.2.2.4	MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO	33
2.2.2.5	PROPIEDADES DEL CONCRETO	33
2.2.2.6	TIPO DE CONCRETO A UTILIZAR	36
2.2.3	DEFINICION DE CEMENTO PORTLAND NORMAL	37
2.2.3.1	FABRICACION DEL CEMENTO	37
2.2.3.2	COMPOSICION QUIMICA	40
2.2.3.3	PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS PRINCIPALES	41
2.2.3.4	PROPIEDADES DEL CEMENTO	42
2.2.3.5	TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR	45
2.2.4	CANTERA	45
2.2.5	AGREGADOS	45
2.2.5.1	Tamaño Máximo	46
2.2.5.2	Tamaño Nominal Máximo	46
2.2.5.3	Módulo de Fineza	46
2.2.5.4	Clasificación de los agregados	47
2.2.5.5	Funciones del agregado	47
2.2.5.6	Normas Y Requisitos de los Agregados Para el Concreto	48
2.2.5.7	Especificaciones Técnicas de los agregados	52
2.2.6	AGUA	54
2.2.7	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	56
2.2.8	SECUENCIA DE LA METODOLOGIA	56
2.2.9	REQUERIMIENTOS MINIMOS DEL CONCRETO	57
2.2.10	ENSAYOS INVOLUCRADOS	57
2.2.11	DISEÑOS DE MEZCLA INVOLUCRADOS	59
2.2.11.1	MATERIALES E INSUMOS INVOLUCRADOS EN LA INVESTIGACION	59
2.2.11.2	CONCRETO CONVENCIONAL	59
2.2.11.3	AGREGADOS	59
2.2.11.4	RELAVE	60
2.2.12	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES INVOLUCRADOS	60
2.2.12.1	AGREGADOS	60
2.2.12.2	CEMENTO	61
2.2.12.3	AGUA	61

2.2.12.4	RELAVES .....	61
2.2.12.5	RELAVE A/MCH .....	61
2.2.12.6	RELAVE R/RCC .....	61
2.2.13	DISEÑO DE MEZCLA .....	61
2.2.14	SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI. ....	62
2.2.15	SECUENCIA DEL DISEÑO .....	62
2.2.16	PARAMETROS DE INGRESO .....	63
2.2.17	DISEÑO PATRON .....	63
2.2.17.1	Materiales .....	63
2.2.17.2	Determinación de la resistencia promedio ( $f'_{c r}$ ) .....	64
2.2.17.3	Selección del tamaño máximo nominal del agregado. ....	64
2.2.17.4	Selección del asentamiento. ....	64
2.2.17.5	Volumen unitario de agua de diseño. ....	65
2.2.17.6	Contenido de aire .....	65
2.2.17.7	Relación agua-cemento .....	66
2.2.17.8	Factor cemento .....	66
2.2.17.9	Contenido de agregado grueso .....	66
2.2.17.10	Calculo del volumen absoluto .....	67
2.2.17.11	Contenido de agregado fino .....	67
2.2.17.12	Valores de diseño .....	68
2.2.17.13	Corrección por humedad del agregado .....	68
2.3	HIPÓTESIS .....	68
2.3.1	HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	68
2.3.2	HIPÓTESIS NULA .....	68
2.3.3	HIPOTESIS ALTERNATIVA .....	68
2.4	IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACION DE LAS VARIABLES .....	69
2.4.1	IDENTIFICACION DE VARIABLES .....	69
2.4.2	VARIABLE MAS IMPORTANTES .....	69
2.5	CLASIFICACION DE LAS VARIABLES .....	69
2.5.1	VARIABLES INDEPENDIENTES .....	69
2.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE .....	70
2.6	OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLES .....	70
2.7	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	72

<b>3.1</b>	<b>METODO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>73</b>
3.1.1	TIPO DE INVESTIGACION .....	73
3.1.2	NIVEL DE INVESTIGACION.....	73
<b>3.2</b>	<b>METODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>73</b>
3.2.1	METODO DE ANALISIS DE DATOS .....	73
3.2.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	73
3.2.3	POBLACION.....	74
3.2.4	MUESTRA .....	74
<b>3.3</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4</b>	<b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>75</b>
3.4.1	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C566 – 97).....	75
3.4.1.1	SECO .....	75
3.4.1.2	SECO AL AIRE:.....	75
3.4.1.3	SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO:.....	76
3.4.1.4	HÚMEDO:.....	76
3.4.1.5	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:.....	78
3.4.2	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010):.....	78
3.4.2.1	EQUIPO Y MATERIALES:.....	78
3.4.2.2	PROCEDIMIENTO:.....	79
3.4.3	LA GRANULOMETRÍA. AASHTO T 2/ASTM D75 .....	81
3.4.3.1	PRIMERO:.....	81
3.4.3.2	SEGUNDO: .....	82
3.4.3.3	MODULO DE FINURA (MF): .....	82
3.4.3.4	SUPERFICIE ESPECÍFICA (SE): .....	82
3.4.3.5	MATERIAL Y EQUIPO: .....	82
3.4.3.6	PROCEDIMIENTO:.....	83
<b>3.4.4</b>	<b>PESO ESPECÍFICO (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCION EN AGREGADOS FINOS ASTM 118 Y AGREGADOS GRUESOS ASTM 117.....</b>	<b>85</b>
3.4.4.1	PESO ESPECÍFICO .....	85
3.4.4.2	PESO ESPECÍFICO APARENTE .....	85
3.4.4.3	PESO ESPECÍFICO DE MASA.....	86
3.4.4.4	PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIAL SECA .....	86
	Tiene la misma definición que el Peso Específico de Masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables. ....	86
3.4.4.5	ABSORCIÓN .....	86



3.4.4.6	PARA AGREGADO FINO.....	86
3.4.4.7	PARA AGREGADO GRUESO .....	87
3.4.4.8	ENSAYO DE HUMEDAD SUPERFICIAL:.....	87
3.4.4.9	CONO PROVISIONAL DE PRUEBA: .....	88
3.4.4.10	EQUIPO Y MATERIALES:.....	88
3.4.4.11	PROCEDIMIENTO:.....	89
3.4.4.12	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO (A.S.T.M. C 29 / C 29M – 90 PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO FINO: .....	95
3.4.4.13	PESO UNITARIO SUELTO:.....	95
3.4.4.14	PESO UNITARIO COMPACTO:.....	96
3.4.4.15	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: (Suelto Y Compactado) .....	102
4.1	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	107
4.2	DISCUSIONES .....	161
	CONCLUSIONES .....	162
	RECOMENDACIONES .....	163
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	164
	ANEXOS.....	165

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1: Etapas en la producción del cemento Portland, a través del proceso seco.....	38
GRAFICO 2: Formas de secado del agregado .....	77
GRAFICO 3: Balanza y recipiente.....	79
GRAFICO 4: Muestras húmeda de AF en las taras .....	80
GRAFICO 5: Taras puestas en el horno a secar por 24 horas.....	80
GRAFICO 6 : Determinación peso de la muestra seca .....	80
GRAFICO 7: Muestra del agregado en peso .....	83
GRAFICO 8: Juegos de tamices .....	84
GRAFICO 9: Muestras retenidas en cada tamiz .....	84
GRAFICO 10: Escala logarítmica para el análisis del agregado .....	85
GRAFICO 11: Pesamos el AF para ensayarlo (2Kg) .....	88
GRAFICO 12 : Muestra de A.F.AG sumergida en agua .....	89
GRAFICO 13: S Secado de la muestra hasta el estado SSS Con una secadora de pelo .....	909
GRAFICO 14 : verificando el agregado para colocar y compactar la 1ra parte	90
GRAFICO 15: Colocando la 1° tercera parte de AF al cono .....	90
GRAFICO 16: Realizando los golpes para compactar la primera parte .....	91
GRAFICO 17: Muestra que aún no está en estado SSS .....	92
GRAFICO 18: Muestra en estado de SSS, puesto que se rebajó con referencia del principio .....	922
GRAFICO 19: Colocando el AF a la fiola .....	93
GRAFICO 20: Fiola con agregado más agua.....	94
GRAFICO 21: De la fiola a un depósito para ser secado en el horno .....	944
GRAFICO 22: Molde y barra compactadora utilizados en el ensayo .....	96
GRAFICO 23: Balanza utilizada.....	97
GRAFICO 24: / Pesado del recipiente sin muestra .....	97
GRAFICO 25: Demostración de los agregados por cuarteo .....	98
GRAFICO 26: Llenando el recipiente con el agregado fino .....	99

GRAFICO 27: Primera etapa de compactación (25 golpes) .....	99
GRAFICO 28: Apisonado el agregado con varilla compactadora (25 golpes) .....	1009
GRAFICO 29: Enrazando el recipiente o Eliminando el exceso de agregado	102
GRAFICO 30: Pesado del recipiente más la muestra compactada.....	100
GRAFICO 31:/ Recipiente, barra compactadora y balanza.....	103
GRAFICO 32 : Primera etapa de compactación (25 golpes).....	
GRAFICO 33: Segunda etapa de compactación (25 golpes).....	104
GRAFICO 34: Tercera etapa de compactación (25 golpes).....	104
GRAFICO 35: Enrazado del agregado grueso.....	105
GRAFICO 36: Peso del agregado compactado .....	105
GRAFICO 37: Agregado grueso en el ensayo de peso unitario suelto .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de los Puntos Tomados en la Inspección .....	26
Tabla 2: Distancias entre los principales centros poblados y las operaciones de Catalina Huanca sociedad Minera (CHSM). Distancias expresadas en km.....	27
Tabla 3: Contenido de óxido en porcentajes. ....	41
Tabla 4: Compuestos Secundarios .....	40
Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado grueso .....	50
Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado fino .....	50
Tabla 7: Porcentajes máximos de sustancia dañina .....	50
Tabla 8: Aplicación propuesta en la investigación .....	66
Tabla 9: Operacionalización de las variables .....	70
Tabla 10: Muestra n° 01 – concreto standar .....	107
Tabla 11: Curva de la resistencia a la compresión .....	110

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 1: Presencia expandida de relaves mineros .....	26
--	----

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Ruta a la mina Catalina Huanca.....	25
Mapa 2: Rio de Raccaya planta de mina.....	25

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 01: Panel Fotográfico

Anexo 02: Otros

## RESUMEN

La alternativa “**DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017**”, nace del pensamiento en el actual contexto, de generar concreto de  $F'c=175\text{kg/cm}^2$ , donde se optimizó el costo económico de producción a través de ello, la ejecución de elementos estructurales de concreto de resistencia media.

Nuestra investigación nos lleva al estudio de diseño de mezcla aplicado, adicionando el relave minero, por tanto, optimiza el uso del agregado fino (arena gruesa) en un porcentaje de 25 % que equivale a un porcentaje de adición de relave por metro cubico de concreto. Se evaluó la resistencia a compresión a 7, 14, 21 y 28 días, para la muestra de resultados.

El resultado de este proceso es la optimización del agregado fino (arena gruesa), con esta adición del material arriba mencionado, en un porcentaje de 25 %, de acuerdo al módulo de fineza que contiene. Este Mapa 1 tipo de elaboración de concreto comúnmente no se ha experimentado, sin embargo los resultados del estudio que se realizaron, proporcionan buena conducta a la aplicación de la fuerzas de compresión, manteniendo el intervalo de 10% por encima y de resistencia promedio que debe diseñar la Mezcla de concreto.

En un primer diseño de mezcla de concreto, se elabora utilizando los materiales como: **cemento, agregado fino, agregado grueso y agua**, para obtener muestras de concreto, de acuerdo a sus respectivas presentaciones en peso y volumen. Identificando como diseño estándar.

En un **segundo** diseño de mezcla de concreto, se elabora utilizando los materiales como: **cemento, relave minero, agregado fino, agregado grueso y agua**, para obtener muestras de concreto, de acuerdo a sus respectivas presentaciones en peso y volumen. Identificando como diseño de mezcla adicionado relave minero.

### PALABRA CLAVE

- Cemento
- Agua
- Agregado fino
- Relave minero
- Agregado grueso



## **ABSTRACT**

The alternative "MIX DESIGN WITH ADDITION OF MINIMAL RESISTANCE FLOORS FOR MEDIUM RESISTANCE FLOORS, AYACUCHO 2017" was born from the idea in the current context of generating concrete of  $F'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ , where the economic cost of production was optimized Through this, the execution of structural elements of medium strength concrete.

Our research leads us to the study of applied mix design, adding mining tailings, thus optimizing the use of fine aggregate (coarse sand) in a percentage of 25% that is equivalent to a percentage of addition of tailings per cubic meter of concrete. The compressive strength at 7, 14, 21 and 28 days was evaluated for the results sample.

The result of this process is the optimization of the fine aggregate (coarse sand), with this addition of the aforementioned material, in a percentage of 25%, according to the fineness modulus it contains. However, the results of the study that were carried out provide good behavior to the application of compression forces, maintaining the range of 10% per oak and the average resistance to be designed The concrete mix.

In a first concrete mix design, it is made using materials such as: cement, fine aggregate, coarse aggregate and water, to obtain concrete samples, according to their respective presentations in weight and volume. Identifying as standard design.

In a second concrete mix design, it is made using materials such as: cement, mineral waste, fine aggregate, coarse aggregate and water, to obtain concrete samples, according to their respective presentations in weight and volume. Identifying as design of added mineral waste mix.

## INTRODUCCION

Debido a que la industria minera genera gran cantidad de relaves, y necesita mucho espacio para su disposición y almacenaje, sería de mucha utilidad encontrar una tecnología, para poder reutilizar el relave minero sin afectar con su uso al medio ambiente, así podría generar menos contaminación, mayor tiempo de vida útil de los depósitos de relave; y menores costos en las operaciones mineras en general.

Los relaves son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. Una vez que las rocas con contenido mineral han sido chancadas y molidas, éstas pasan a través de un conjunto de procesos físicos y químicos conocidos como concentración o beneficio, para recuperar dichos elementos minerales útiles para la industria y el hombre. Una vez finalizado el mismo, se obtiene el componente con valor que es el concentrado y por otro lado lo que queda es el relave.

El relave está compuesto por material sólido de tamaño muy pequeño, incluso menor al de la arena, y agua formando un compuesto similar al lodo. Tiene características especiales dependiendo del tipo de mineral que involucre su proceso productivo. Estas características serán las que indiquen el método mediante el cual se deben tratar y su posterior almacenamiento. Como el relave es un material que ha pasado por procesos químicos y tienen contenido de agua, es importante que sea sometido a un tratamiento especial que permita recuperar su contenido de agua luego del procesamiento adecuado que reduce el contenido de agua y estabiliza el contenido químico existente en la mezcla, el relave es depositado en lo que se conoce como canchas de relave los relaves reciben un tratamiento continuo para que, una vez que la mina finaliza sus operaciones, puedan reposar en la zona donde fueron ubicados sin alterar el ambiente, siendo incluso revegetados.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante muchas décadas, se viene trabajando con dosificaciones de concreto, para diferentes factores de resistencia, empleando material: agregado, cemento, agua y aditivo si fuera el caso. Destinados en la industria de la construcción, generando altos costos en la producción de los mismos, debido que forma parte elemental, en la materialización de infraestructuras, según tipo de uso y composición.

En estos últimos tiempos se han venido planteando formas de elaborar concreto adicionando diferentes productos, sobre todo procedentes del reciclaje, como parte del coste que resulta económicamente, aplicar en la industria de la construcción.

Es la razón, por la que se plantea el uso del relave minero, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , adicionando relave minero, para un concreto de resistencia media preferiblemente de uso transito liviano, siendo el material ideal para este propósito.

El impacto en costos tanto económicos como sociales del manejo de estos materiales, cobra tal importancia que cualquier alternativa que permita reciclar o reutilizar el relave minero sin afectar al medio ambiente reduciría la contaminación.

Los pobladores beneficiados del centro poblado uyuccasa del distrito de Canaria Taca, específicamente lugares aledaños al área de influencia del proyecto, podrán utilizar el relave minero en dosificaciones de concreto para pavimentos de resistencia media, en sus diferentes infraestructuras de transito liviano (veredas, falsos pisos, etc.).

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con el presente proyecto de investigación nos proponemos estudiar y analizar la dosificación de mezcla, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano.

De manera que este análisis como situación problemática amerita ser atendida a través del estudio in situ, por el cual la investigación tiene como objetivo responder la siguiente interrogante:

### 1.2.1 PROBLEMA GENERAL:

¿Cuál será la dosificación de mezcla, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda – uyuccasa Distrito canaria-Taca -Provincia- Víctor Fajardo - Ayacucho?

### 1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO:

¿Cuál es el modo de agregar el relave minero, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Canaria- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Cuál es la capacidad de resistencia a la compresión, del concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Canaria- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Cuál es la influencia del uso de relave minero, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Canaria- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Cuál es la composición química y física del relave minero a utilizar, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero,

paratránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito canaria- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVOS GENERALES:**

¿Diseñar la dosificación de mezcla, para el concreto  $F' c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito canaria-Taca- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

¿Determinar el modo de agregar el relave minero, en el diseño de concreto  $F' c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda- uyuccasa – del Distrito Canaria-Taca- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Determinar la capacidad de resistencia a la compresión, del concreto  $F' c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano o ligero (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Canaria Taca- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Determinar la influencia del uso de relave minero, en el diseño de concreto  $F' c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Taca- P. Víctor Fajardo - Ayacucho?

¿Determinar composición química y física del relave minero a utilizar, en el diseño de concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo relave minero, para tránsito liviano (veredas, falsos pisos, etc.), relavera Amanda uyuccasa – del Distrito Taca- P. Víctor Fajardo – Ayacucho.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

### **1.4.1 CIENTÍFICA:**

El presente trabajo de investigación se justifica, porque nos permitirá conocer la calidad de los relaves para uso en construcción, generando así alternativas de uso del mismo, minimizando su volumen por exceso de su deposición y control de Medio Ambiente.

Tomando en cuenta lo anterior, el presente estudio propone incorporar relave minero en mezclas de concreto, con objetivos específicos de reciclar relave minero y encontrarle usos sostenibles en las poblaciones cercanas a las operaciones mineras.

Los ensayos realizados en el presente estudio contemplan: ensayos a los materiales involucrados (agregados, cemento y relaves), ensayos al concreto en estado fresco y ensayos al concreto en estado endurecido. Siendo los principales y más importantes los ensayos de resistencia a la compresión (ASTM C39), los cuales servirán como fuente de información para los futuros trabajos productivos en la sociedad.

### **1.4.2 SOCIAL:**

La minería es uno de los sectores más importantes de la economía peruana, como tal su producción incrementa o disminuye de acuerdo a la demanda del mercado. Sin embargo, en base a esta producción también produce el desecho minero, llamado relave, cuyo uso casi no se propicia. Dado que no se identificó los posibles usos que pudieran tener ello.

Hasta la actualidad, la gran mayoría de centros mineros, han dado tratamiento al relave minero, en forma de almacenamiento entre presas u otras, expuestas al medio ambiente.

Por ello, el conocimiento de incorporar material “relave” en la construcción de infraestructuras con concreto a  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  de tránsito liviano.

Darí­a mayor alcance al uso del mismo y equilibrar el impacto ambiental que ocasiona.

### **1.4.3 ECONOMICO:**

En estos últimos años del siglo XXI, las construcciones de infraestructuras con diferentes tipos de concreto, se han enfatizado con prioridad, para la mejora de las condiciones de vida de los pobladores, sea por entidades estatales y/o por privadas. En el marco del desarrollo urbano – rural. Que a su vez genera enormes costos de producción a través del empleo de cemento – agregado, en un diseño de mezcla.

Por tal situación, en el presente proyecto se plantea la adición del relave minero, dado que contiene un comportamiento puzolanico, el cual optimizara el uso del cemento. El cual genera un ahorro económico y mitigación del impacto ambiental.

## **1.5 RELEVANCIA**

Mediante el presente proyecto, se busca dar solución a la problemática ambiental y económica minera de las relaveras de gran volumen, tal como el depósito “relavera Amanda -uyuccasa - P. Víctor Fajardo”, que está ubicada en el Distrito de Canaria, Provincia de Víctor Fajardo y Departamento de Ayacucho, tiene una longitud de 476 ml. por un ancho de 95 ml. y una altura de 12 m. cuyo volumen asciende a 542,640 m<sup>3</sup> y un tonelaje aproximado de 1'627,920 Tn, es por ello que la “relavera Amanda -uyuccasa - P. Víctor Fajardo”, constituye un depósito minero, desde que la Ex unidad minera " relavera Amanda -uyuccasa - P. Víctor Fajardo", inició operaciones en 2005 hasta la actualidad, puesto que la relavera tiene 12 años de existencia.

Es en ese sentido, es importante promover la reutilización del relave del depósito minero o mitigar hasta reducir el volumen de la " relavera Amanda -uyuccasa - P. Víctor Fajardo”.

## 1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

Para obtener las muestras de relave minero se pidió la autorización de los mandos de turno de la planta relavera. La respuesta a la solicitud sobre el recojo de la muestra del relave minero, se demoró 10 días hábiles.

Los resultados del Análisis Químico de las muestras de relave minero, se prorrogaron más de lo planeado.

Poca información o antecedentes relacionados al presente trabajo de investigación.

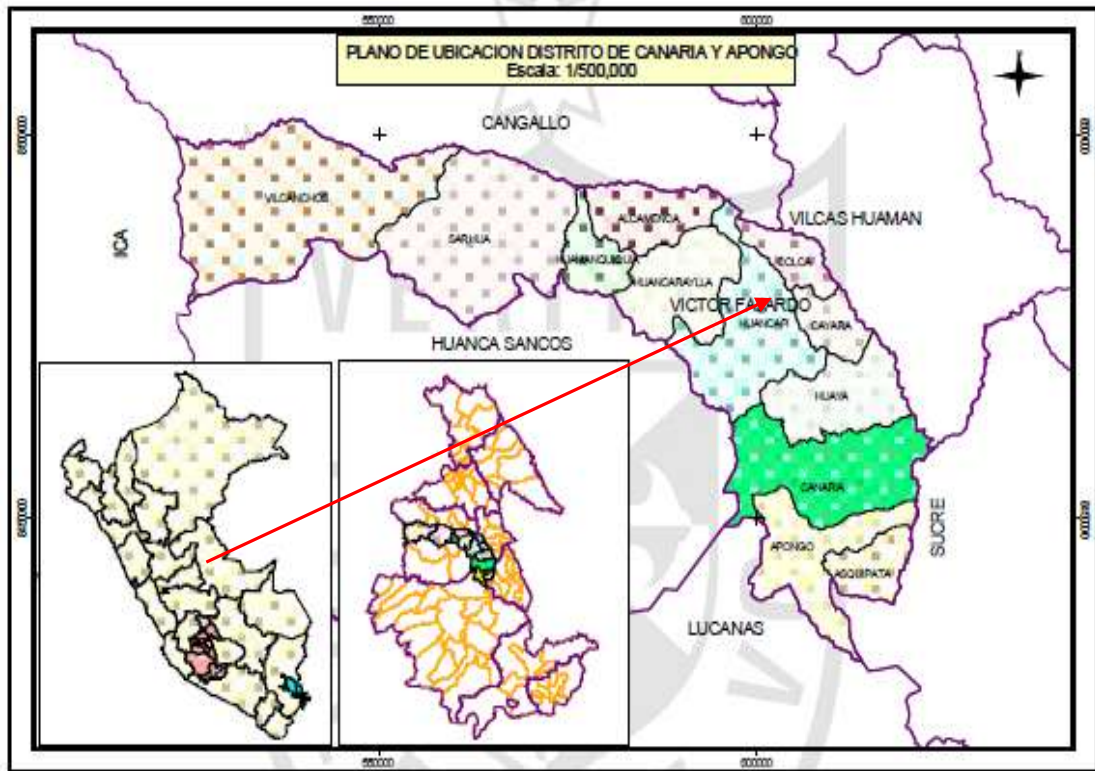
## 1.7 LIMITE ESPACIAL

### 1.7.1 UBICACIÓN:

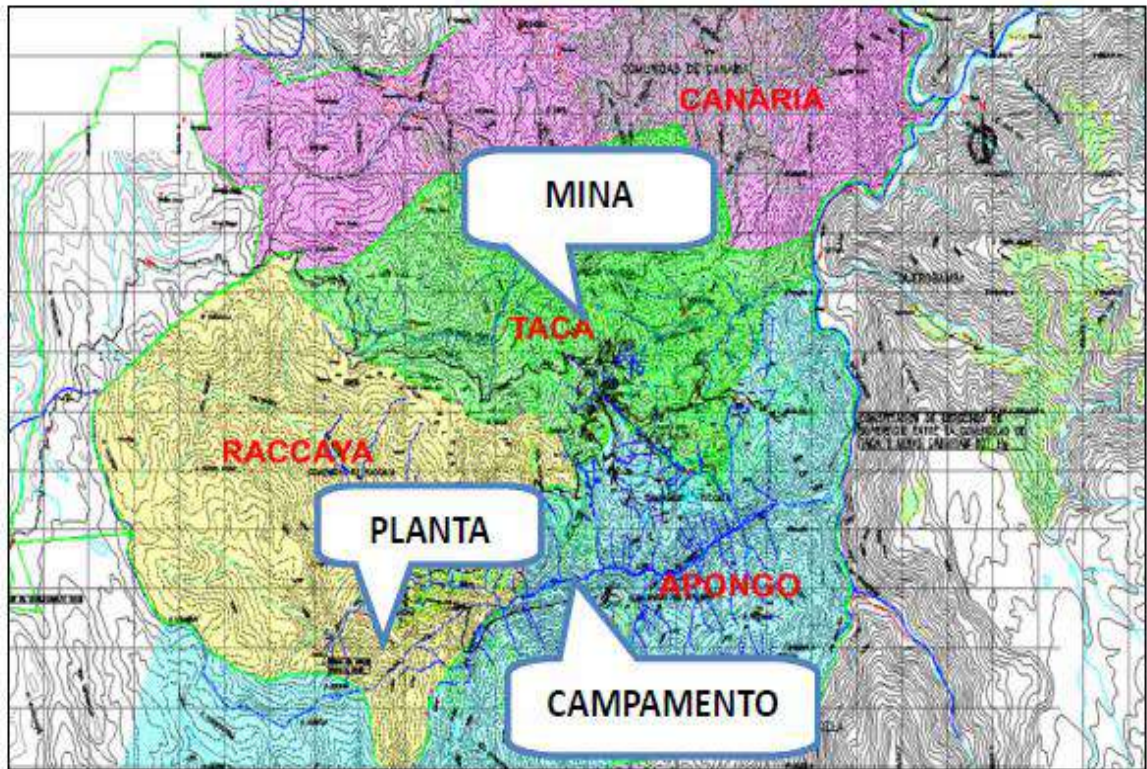
Región	:	Ayacucho
Departamento	:	Ayacucho
Provincia	:	Víctor Fajardo
Distrito	:	Canaria
Latitud	:	14°00'40.27"S
Longitud	:	73°58'25.06"O
Elevación	:	3213 m



Mapa 1: Ruta a la mina



Mapa 2: .cancha relavera AMANDA uyuccasa catalina huanca



*Mapa N° 3 vista de los relaves acumulados*



*Mapa N° 4 vista de los relaves acumulados*

**Tabla 1: Ubicación de los Puntos Tomados en la Inspección**

PUNTO	DESCRIPCIO N	COORDENADAS UTM ZONA 18		COTA m.s.n.m.	CAUDAL L/s	pH
		ESTE	NORTE			
1	QUEBRADA UYUCCASA	615280.89	845254.83	3,405	5	7,62
2	QUEBRADA CHUMBILLA	614797.05	8454251	3,839	3	7,58
3	QUEBRADA RACCAYA	611540.71	8450738.3 8	3,117	7	7,29

## 1.8 LIMITES TEMPORALES

La investigación tendrá vigencia en yacimientos con mineralizaciones similares o parecidas de acuerdo al criterio de los expertos.

**Tabla N°2 Distancias entre los principales centros poblados y las operaciones de Catalina Huanca sociedad Minera (CHSM). Distancias expresadas en km**

Localidad	Zona de operación	
	Sacllani	Mishca
Huanca Pampa	2.4	7.3
Chumbilla	0.59	7.2
Santa Rosa de sacllani	2.73	5.7
Raccaya	5.5	2.62
Apongo	3.4	3.8

Fuente: unidad Minera Catalina Huanca

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

Una de las tareas más importantes de los proyectistas es asegurar la resistencia y durabilidad de un concreto con resistencia requerida cualesquiera, de acuerdo al tipo de uso en infraestructuras.

Estas razones originan que las Instituciones dedicadas a proyectos y a la elaboración de tipos de concreto, sea necesario incrementar de información completa sobre la disponibilidad y las características importantes del uso de materiales terceros en el diseño de mezcla.

##### **2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL**

Revista Minería del País de Chile ¿el fin de los relaves?, Publicado el 5 De Diciembre Del 2012, Llega a las Sigüientes Conclusiones. Plantean directamente reutilizar este pasivo minero como materia prima para la fabricación de elementos de construcción, ya que de esta forma se reducirían los costos, los niveles de contaminación e incrementaría el tiempo de servicio de los depósitos de relaves.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) de México proponen la elaboración de cementos alternativos, cuyas propiedades mecánicas y durabilidad química sean superiores a las del cemento Portland.

Se busca que su proceso de fabricación genere menos dióxido de carbono que el cemento convencional, a través del uso de desechos como las cenizas que producen las plantas termoeléctricas y los relaves mineros.

### **2.1.2 A NIVEL NACIONAL**

Denis Omar Almerco Palomino. ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL EMPLEO DE MATERIALES Tesis para optar el Título de Ing. Civil, que presenta el bachiller: DE DESECHO DE PROCESOS MINEROS EN APLICACIONES PRÁCTICAS CON PRODUCTOS CEMENTICIOS; 2010, la investigación ha llegado a las siguientes conclusiones.

Los relaves en las proporciones trabajadas no hacen variar significativamente el slump del concreto.

El concreto elaborado con el relave Raccaya al 10% de reemplazo, presenta características de resistencia bastante cercanas a las del patrón. Con un diseño con 2% de reemplazo de cemento por dicho relave, la resistencia a compresión no se verá afectada. Es decir, para un concreto convencional de 210Kg/cm<sup>2</sup>, se podría reciclar relave minero en el orden de 5.10 Kg/m<sup>3</sup>. Lo cual equivale a un ahorro de aproximadamente económico que reemplaza en un porcentaje al cemento tipo 1.

Los relaves en las proporciones trabajadas no incorporan contenido de aire significativo a las mezclas de concreto.

### **2.1.3 A NIVEL LOCALES:**

García Ramos, Daniel A. Revista de Seguridad Minera del Instituto de Seguridad Minera ISEM. Escribió el artículo publicado en la Revista de Seguridad Minera del ISEM N°67, publicado en octubre del 2008, titulado "Manejo responsable de relave impulsa agricultura, reforestación y apicultura". Ha llegado a las siguientes conclusiones.

Las características del relave permiten ser utilizado como un mejorador catiónico de los suelos ácidos, incrementar su productividad y la recuperación de suelos degradados producto de la tala indiscriminada para su posterior reforestación.

Constituye como una materia prima para la obtención de óxido de calcio y óxido de magnesio, para la fabricación de fertilizantes.

Buscar su aplicación como material agregado en la construcción civil para la fabricación de ladrillos, losetas y baldosas ornamentales, material para tarrajear paredes y obras de acabados en construcción civil.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 INTRODUCCIÓN**

El concreto hidráulico es un compuesto que resulta de la mezcla de material cementante, agregado fino, agregado grueso, aire, agua y eventualmente aditivo, que al fraguar y endurecer adquieren propiedades similares a las de las rocas naturales más resistentes. Cuando se utiliza el concreto en las construcciones, éste tiene que ser diseñado y elaborado bajo un estricto control de calidad, conforme a parámetros de las normas NTP o ASTM y los Comités ACI.

En nuestro país el método de diseño de mezclas de concreto más utilizado es el ACI 211.1 que describe procedimientos para la dosificación de concreto de peso normal, donde utiliza las características de cada uno de los elementos que conforman el concreto para establecer una dosificación inicial que debe verificarse y ajustarse hasta lograr las propiedades deseadas en el concreto.

Es por esto que, en este capítulo, se abordan los principales temas sobre el concreto, como son: cada uno de los componentes de la mezcla y sus características, el comportamiento en estado fresco del concreto, las etapas de fraguado, las propiedades del concreto en estado endurecido y finalmente se hace una descripción del método ACI 211.1 para el diseño de mezclas de concreto.

## **2.2.2 DEFINICIÓN DE CONCRETO**

El concreto convencional es una mezcla compuesta por cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aire, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas, inicialmente muestra una estructura plástica y moldeable para posteriormente adquirir una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes convirtiéndolo en un material adecuado para la construcción.

**Concreto = cemento Portland + Agregados +Aire +Agua**

## **2.2.3 CLASIFICACION GENERAL DEL CONCRETO**

Las losas de pavimento y pisos tienen una superficie expuesta relativamente grande, cuyo acabado y protección debe hacerse lo más pronto posible después de la colocación del concreto.

### **REQUISITOS DEL CONCRETO:**

#### **Requisitos del concreto endurecido:**

- a. Los elementos constituyentes cumplan con las Normas NTPP o ASTM correspondiente y estén distribuidos uniformemente en la mezcla.
- b. Que tenga las propiedades requeridas, tanto al estado no endurecido como al endurecido.
- c. Que sea impermeable al agua u otros líquidos, y resistente a las acciones del clima, al desgaste y a otros agentes destructores a los cuales puedan estar expuesto.
- d. Que no tengan contracción excesiva al enfriarse o secarse.
- e. Que tenga alta resistencia a la abrasión o a productos químicos agresivos.

## **NATURALEZA DEL CONCRETO**

La mezcla íntima de los componentes del concreto produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad, pero gradualmente pierde esta característica y al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido.

La representación común del concreto al estado fresco lo identifica como un conjunto de agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Ello significa que en este tipo de mezcla hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido.

Consecuentemente con ello, el comportamiento mecánico del concreto y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

- a. Las características, composición y propiedades de la pasta de cemento.
- b. La calidad de los agregados en el sentido más amplio (dureza, granulometría, perfil, textura superficial, módulo de finura, limpieza, etc.)
- c. La afinidad de la pasta con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

Para asegurar la calidad de la pasta se debe seleccionar un cemento apropiado, el empleo de una relación agua cementante – conveniente y el uso eventual de adiciones, aditivos y fibra.

En cuanto a la calidad de los agregados es conveniente adecuarla a las funciones que debe desempeñar la estructura, a fin de que no presenten el punto débil en el comportamiento del concreto y en su capacidad de resistir



adecuadamente y por lo largo tiempo los efectos consecuentes de las condiciones de exposición y servicio a que está sometida.

Finalmente, la compatibilidad del conjunto de la pasta con el agregado, depende de diversos factores tales como las características físicas y químicas del cemento, la composición petrográfica y mineralógica de las rocas que constituyen los agregados y las características de estos. De la esmerada atención a estos aspectos básicos, depende sustancialmente la capacidad potencial del concreto, como material de construcción, para responder adecuadamente a las acciones resultantes de las condiciones en que debe prestar servicio.

Pero esto, que solo representa la previsión de emplear el material adecuado, no basta para obtener estructuras resistentes y durables, pues requiere conjugarse con el cumplimiento de previsiones ente eficaces en cuanto al diseño, especificación, construcción y mantenimiento de las propias estructuras.

## **2.2.4 MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO**

### **a) LIGANTES**

- Cemento
- Agua

### **b) AGREGADOS**

- Agregado fino: arena, relave minero.
- Agregado grueso: grava, piedra chancada, confitillo, escoria de hornos.

## **2.2.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO**

### **2.2.5.1 EN ESTADO FRESCO**

#### **a) Trabajabilidad**

Es la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, manipulado y puesto en obra. La trabajabilidad depende de:

- Dimensiones del elemento.
- Secciones armadas.
- Medios de puesta en obra.

Habrá una mayor trabajabilidad cuando:

Contenga más agua.

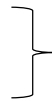
Más finos

Agregados redondeados.

Más cemento.

Fluidificantes / plastificantes.

Adiciones.



Repercute en la resistencia (Baja).

### b) **Consistencia.**

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

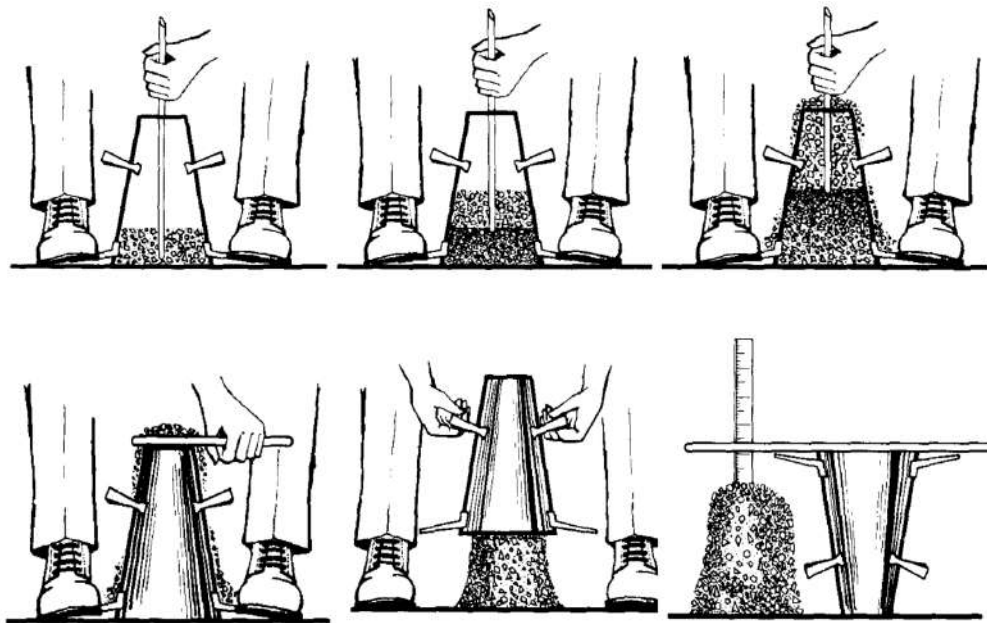
- Agua de amasado.
- Tamaño máximo del agregado.
- Granulometría.
- Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

### c) **Ensayo de consistencia del concreto**

El cono de Abrams es el ensayo que se realiza al concreto fresco, define la **consistencia** de la mezcla por el **asentamiento**, medido en **pulgadas o milímetros**.

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes, cuyo procedimiento no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos, lleno y enrasado el molde se levanta cuidadosamente en dirección vertical.

El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia de altura del molde y la altura de la mezcla de denomina slump.



**d) Clases de mezclas según su asentamiento**

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Sec	1" a 2" (25mm a 50mm)
Plástico	3" a 4" (75mm a 100mm)
Fluid	6" a 7" (150mm a 175mm)

**2.2.6 EN ESTADO ENDURECIDO**

**2.2.6.1 IMPERMEABILIDAD**

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido. La permeabilidad depende de:

- Finura del cemento.
- Cantidad de agua.
- Compacidad.

### **2.2.6.2 DURABILIDAD**

Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos. Los que más influyen negativamente son:

- Sales.
- Calor.
- Agente contaminante.
- Humedad.

### **2.2.6.2 RESISTENCIA A COMPRESION**

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días.

La resistencia del concreto se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm. de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas.

### **2.2.6.3 TIPO DE CONCRETO A UTILIZAR**

#### **a) CONCRETO SIMPLE**

Es una mezcla de cemento portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso

**CEMENTO + A. FINO + A. GRUESO + AGUA = CONCRETO SIMPLE**

Deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

## **2.2.7 DEFINICION DE CEMENTO PORTLAND NORMAL.**

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker Pórtland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros producen siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la Norma correspondiente determina que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deben ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009; o con la norma ASTM C 150, el cemento Pórtland normal Tipo I es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

### **Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso**

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

Se considerara que la bolsa de cemento tiene un pie cubico de capacidad y un peso de 42,5 Kg. En aquellos casos en que no se conozca el valor real se considerara un peso específico de **3,15 gr/cm<sup>3</sup>**

### **2.2.7.1 FABRICACION DEL CEMENTO**

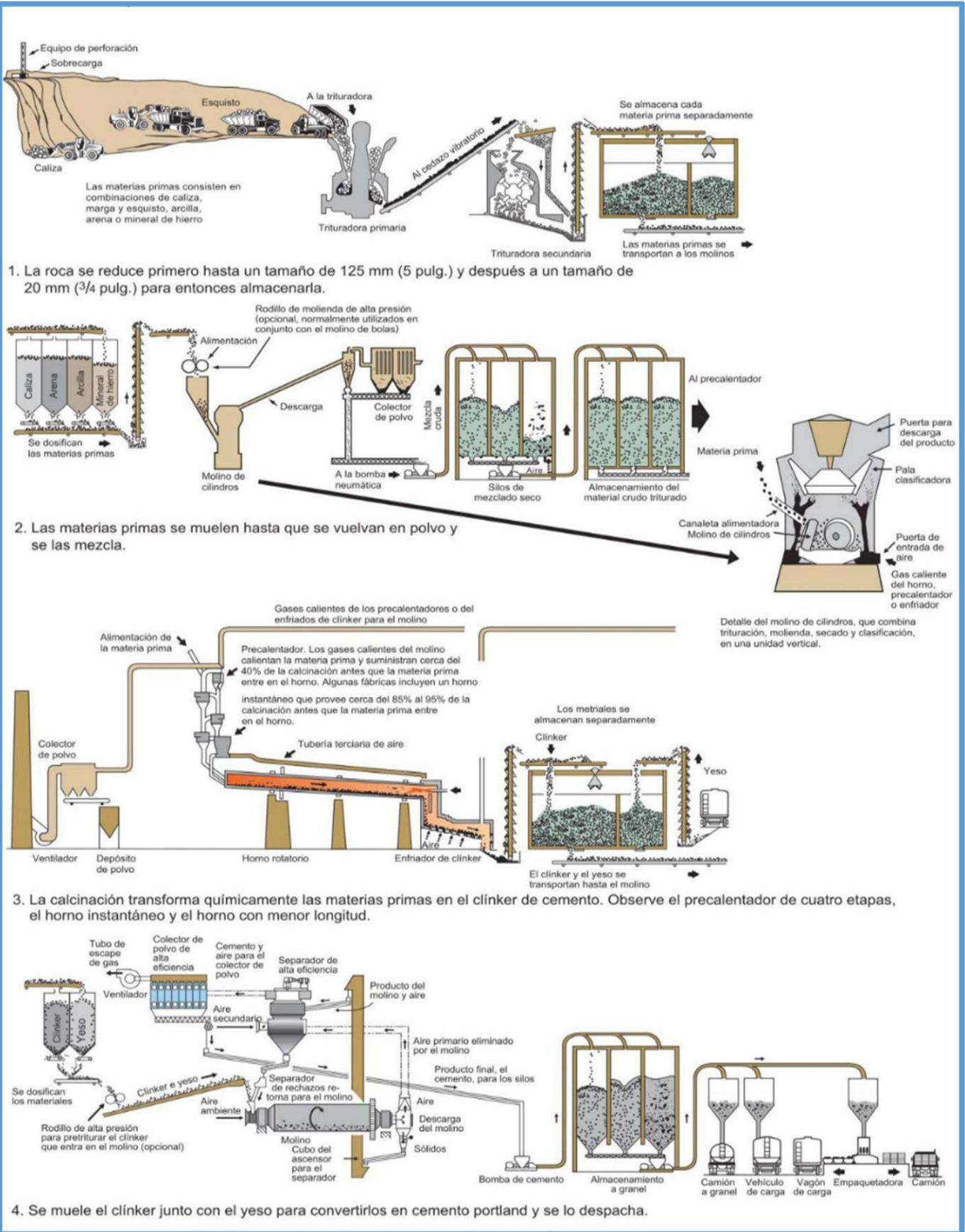
El cemento Portland se produce por la pulverización del clínker, el cual consiste principalmente en silicatos de calcio hidráulicos. El Clinker contiene algunos aluminatos de calcio y ferroaluminatos de calcio y una o más formas de sulfato de calcio (yeso), que se muelen conjuntamente con el Clinker para la fabricación del producto final.

Los materiales usados para la producción del cemento Portland deben contener cantidades apropiadas de los compuestos de calcio, sílice, alúmina y hierro.

Durante la fabricación, se hace análisis químico frecuente de todos los materiales para garantizarse una calidad alta y uniforme del cemento.

Las materias primas caliza, margas y hematita se transportan de la cantera, se trituran, se muelen y se dosifican de tal manera que la harina resultante tenga la composición deseada. La harina cruda es generalmente una mezcla de material calcáreo (carbonato de calcio), tal como la caliza y material arcilloso (sílice y alúmina), tal como arcilla, pizarra esquistosa o

**GRAFICO 1: Etapas en la producción del cemento Portland, a través del proceso seco**



## 2.2.7.2 COMPOSICION QUIMICA

### a. Componentes Químicos

Los componentes químicos del cemento Pórtland se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes. Los principales óxidos son: la cal, sílice, alúmina y el óxido férrico, siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia. Así tenemos:

Tabla 3: Contenido de óxidos, en porcentajes

Oxido Componente	Porcentaje Típico	Abreviatura
$CaO$	58% – 67%	<i>C</i>
$SiO_2$	16% – 26%	<i>S</i>
$Al_2O_3$	4% – 8%	<i>A</i>
$Fe_2O_3$	2% – 5%	<i>F</i>
$SO_3$	0.1% – 2.5%	
$MgO$	1% – 5%	
$K_2O$ y $Na_2O$	0% – 1%	
$Mn_2O_3$	0% – 3%	
$TiO_2$	0% – 0.5%	
$P_2O_5$	0% – 1.5%	
Pérdida x Calcinación	0.5% – 3%	

### b. Compuestos Químicos

Durante la calcinación en la fabricación del Clinker de cemento Pórtland los óxidos se combinan con los componentes ácidos de la materia prima entre si dando lugar a cuatro importantes compuestos. Los principales compuestos que constituyen aproximadamente el 90-95% del cemento, también se presentan en menores cantidades, otros compuestos secundarios.



**Tabla 4: Compuestos Secundarios.**

Designación	Fórmula	Abreviatura	Porcentaje
<b>Silicato tricálcico</b>	$3CaO \cdot 0Si_2$	$C_3S$	30% a 50%
<b>Silicato dicálcico</b>	$2CaO \cdot SiO_2$	$C_2S$	15% a 30%
<b>Aluminato tricálcico</b>	$3CaO \cdot Al_2O_3$	$C_3A$	4% a 12%
<b>Ferro aluminato tetra cálcico</b>	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O$	$C_4AF$	8% a 13%
<b>Cal libre</b>	$CaO$		
Pérdida x Calcinac	$MgO$		

### 2.2.7.3 PROPIEDADES DE LOS COMPUESTOS PRINCIPALES

**a. Silicato Tricálcico ( $C_3S$ )** , conocido también como alita.

- Se hidrata y endurece rápidamente
- Es el más importante de los compuestos del cemento
- Determina la rapidez o velocidad de fraguado
- Determina la resistencia inicial del cemento
- Libera gran cantidad de calor de hidratación es equivalente a 120 cal/gr. Este compuesto tiene mucha importancia en el calor de hidratación de los cementos
- Contribuye una buena estabilidad de volumen
- Contribuye a la resistencia al intemperismo

**b. Silicato Di cálcico Tricálcico ( $C_2S$ )**, conocido también como belita.

- Contribuye con las resistencias a edades mayores a una semana
- Por su porcentaje en el Clinker es el segundo en importancia
- Se hidrata y endurece con lentitud

- Alcanza elevada resistencia a la compresión a largo plazo (después de prolongado endurecimiento)
- El valor de hidratación es equivalente a 63 cal/gr
- Contribuye a la resistencia al intemperismo junto al ( $C_3S$ )
- Su contribución a la estabilidad de volumen es regular

**c. Aluminato Tricálcico ( $C_3A$ )**

- Es el primero en hidratarse, o sea fragua con mucha rapidez (hidratación violenta)
- Libera gran cantidad de calor durante los primeros días de la hidratación
- Incide levemente en la resistencia mecánica
- Tiene baja resistencia al intemperismo (acción del hielo y deshielo)
- Tiene mala estabilidad de volumen
- Escasa resistencia a la acción del ataque de los sulfatos y ataques químicos
- Calor de hidratación equivalente a 207 cal /gr

**d. Ferro Aluminato Tetra cálcico ( $C_4AF$ )**

- Reduce la temperatura de formación del clinker
- Rápida velocidad de hidratación
- El calor de hidratación es equivalente a 100 cal/gr (moderado)
- En la resistencia mecánica no está definida su influencia
- La estabilidad de volumen es mala
- Influye en el color final del cemento

**2.2.7.4 PROPIEDADES DEL CEMENTO**

**a. Finura o Fineza**

Referida al grado de molienda del polvo, se expresa por la superficie específica, en  $m^2/kg$ . En el laboratorio existen 2 ensayos para determinarlo.

- Permeabilímetro de Blaine

- Turbidímetro de Wagner

b) **Importancia:**

A mayor finura, crece la resistencia, pero aumenta el calor de hidratación y cambios de volumen. A mayor finura del cemento mayor rapidez de hidratación del cemento y mayor desarrollo de resistencia.

Ejemplo:

Tipo de cemento	Finura Blaine m <sup>2</sup> / kg
I	370

c) **Peso Específico**

Referido al peso del cemento por unidad de volumen, se expresa en gr/cm<sup>3</sup>. En el laboratorio se determina por medio de:

- Ensayo del Frasco de Le Chatelier (NTP 334.005)

**Importancia:**

Se usa para los cálculos en el diseño de mezclas

Los pesos específicos de los cementos Pórtland son de aproximadamente **3.15gm/cm<sup>3</sup>**

d) **Tiempo de Fraguado**

Es el tiempo entre el mezclado (agua con cemento) y la solidificación de la pasta. Se expresa en minutos. Se presenta como: El tiempo de Fraguado Inicial y El tiempo de Fraguado Final.

En el laboratorio existen 2 métodos para calcularlo

- Agujas de Vicat : NTP 334.006 (97)
- Agujas de Gillmore : NTP 334.056 (97)

***Importancia:***

Fija la puesta correcta en obra y endurecimiento de los concretos y morteros.

**e) *Estabilidad de Volumen***

Representa la verificación de los cambios volumétricos por presencia de agentes expansivos, se expresa en %. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo en Autoclave : NTP 334.004 (99)

**f) *Resistencia a la Compresión***

Mide la capacidad mecánica del cemento a soportar una fuerza externa de compresión. Es una de las más importantes propiedades, se expresa en Kg/cm<sup>2</sup>. En el laboratorio se determina mediante:

- Ensayo de compresión en probetas cúbicas de 5 cm de lado (con mortero cemento-arena normalizada): NTP 334. 051 (98)

*Se prueba a diferentes edades: 7, 14, 21, 28 días.*

***Importancia:***

Propiedad que decide la calidad de los cementos

**g) *Contenido de aire***

Mide la cantidad de aire atrapado o retenido en la mezcla (mortero), se expresa en % del volumen total. En el laboratorio se determina mediante:

- Pesos y volúmenes absolutos de mortero C-A en molde cilíndrico estándar: NTP 334.048

***Importancia:***

Concretos con aire atrapado disminuye la resistencia (5% por cada 1 %)

#### ***h) Calor de Hidratación***

Es el calor que se genera por la reacción (agua + cemento) exotérmica de la hidratación del cemento, se expresa en cal/gr. y depende principalmente del C3A y el C3S. En laboratorio se determina mediante:

- Ensayo del Calorímetro de Langavant o el de la Botella Aislante. Se emplea morteros estándar: NTP 334.064

### **2.2.7.5 TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR**

#### ***a. Cementos Pórtland sin adición***

Constituidos por Clinker Pórtland y la inclusión solamente de un determinado porcentaje de sulfato de calcio (yeso). Aquí tenemos según las Normas Técnicas:

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

### **2.2.8 CANTERA**

Una cantera es el lugar geográfico de donde se extraen o explotan agregados pétreos para la industria de la construcción o para toda obra civil, utilizando diferentes procesos de extracción dependiendo del tipo y origen de los materiales, donde la extracción se realiza con maquinaria en lechos de ríos, hasta utilizar explosivos en las laderas de los cerros.

### **2.2.9 AGREGADOS**

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

### 2.2.9.1 Tamaño Máximo

Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado.

### 2.2.9.2 Tamaño Máximo Nominal

Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido.

	TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
	( Pulg )	( mm )			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Tamaño Máximo</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Tamaño Nominal máximo</div>	2 1/2"	63	-		
	2"	50	0.0	0.0	100.0
	1 1/2"	37.5	0.0	0.0	100.0
	1"	25	8.4	8.4	91.6
	3/4"	19	19.5	27.9	72.1
	1/2"	12.5	30.5	58.4	41.6
	3/8"	9.5	18.1	76.4	23.6
	N°4	4.75	23.6	100.0	0.0
	N°8	2.38	0.0	100.0	0.0
	N°16	1.19	0.0	100.0	0.0
FONDO	0.075	0.0	100.0	0.0	

### 2.2.9.3 Módulo de Fineza

Criterio Establecido en 1925 por Duff Abrams a partir de las granulometrías del material se puede intuir una fineza promedio del material utilizando la siguiente expresión:

$$M = \frac{\sum \% \text{ Acumulados Retenidos}(1\ 1/2",\ 3/4",\ 3/8",\ N^{\circ}4,\ N^{\circ}8,\ N^{\circ}16,\ N^{\circ}30,\ N^{\circ}50\ y\ N^{\circ}100)}{100}$$

#### **2.2.9.4 Clasificación de los agregados**

##### **A) Por su naturaleza**

- **El agregado fino**

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

- **El agregado grueso**

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

- **Por su densidad**

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.

- **Por el Tamaño del Agregado**

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

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

#### **2.2.9.5 Funciones del agregado**

El agregado dentro del concreto cumple principalmente las siguientes funciones:

- a. Como esqueleto o relleno adecuado para la pasta (cemento y agua), reduciendo el contenido de pasta en el metro cúbico.

- b.** Proporciona una masa de partículas capaz de resistir las acciones mecánicas de desgaste o de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.
- c.** Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado o de calentamiento de la pasta.

Los agregados finos son comúnmente identificados por un número denominado Módulo de finura, que en general es más pequeño a medida que el agregado es más fino. La función de los agregados en el concreto es la de crear un esqueleto rígido y estable lo que se logra uniéndolos con cemento y agua (pasta). Cuando el concreto está fresco, la pasta también lubrica las partículas de agregado otorgándole cohesión y trabajabilidad a la mezcla. Para cumplir satisfactoriamente con estas funciones la pasta debe cubrir totalmente la superficie de los agregados.

#### **2.2.9.6 Normas Y Requisitos de los Agregados Para el Concreto**

##### **A) Requisitos Obligatorios**

- Granulometría

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





**Tabla 2: Requisitos granulométricos para el agregado grueso**

Huso	Tamaño máximo nominal	Requisitos Granulométrico del Agregado Grueso													
		Porcentaje que Pasa por los Tamices Normalizados													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 1/2 pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37,5 mm (1 1/2 pulg.)	25,0 mm (1 pulg.)	19,0 mm (3/4 pulg.)	12,5 mm (1/2 pulg.)	9,5 mm (3/8 pulg.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg.)	100□	90 a 100□	-----	25 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 15	-----	-----	-----	-----	-----	
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg.)	-----	-----	100□	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----	
3	50 mm a 25,0 mm (2 a 1 pulg.)	-----	-----	-----	100□	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 15	-----	-----	-----	-----	
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg. a No. 4)	-----	-----	-----	100□	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30□	-----	0 a 5	-----	-----	
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 a 3/4 pulg.)	-----	-----	-----	-----	100□	90 a 100	20 a 55□	0 a 5	-----	0 a 5	-----	-----	-----	
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg. a No. 4)	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	0 a 5	-----	-----	
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 a 1/2 pulg.)	-----	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	20 a 55□	0 a 10	0 a 5	-----	-----	-----	
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 a 3/8 pulg.)	-----	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-----	-----	
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg. a No. 4)	-----	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 10	0 a 5	-----	
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	20 a 55□	0 a 15	0 a 5	-----	-----	
67	19,0 mm a 4,75 mm (3/4 pulg. a No. 4)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	95 a 100	-----	20 a 55□	0 a 10	0 a 5	-----	
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg. a No. 4)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	90 a 100	40 a 70□	0 a 15	0 a 5	-----	
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg. a No. 8)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9,5 mm a 1,18 mm (3/8 pulg. a No. 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	
9	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100□	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

**Fuente: Riva lopes**

**Tabla 3: Requisitos granulométricos para el agregado fino**

Tamiz	Límites Totales	% Pasa por los tamices normalizados		
		C	M	F
9.5 mm ( 3/8" )	100	100	100	100
4.75 mm ( N°4 )	89 – 100	95 – 100	85 – 100	89 – 100
2.38 mm ( N°8 )	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.20 mm ( N° 16 )	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 – 100
0.60 mm ( N° 30 )	25 – 100	25 – 60	25 – 80	55 – 100
0.30 mm ( N° 50 )	5 – 70	10 – 30	5 – 48	5 – 70
0.15 mm ( N° 100 )	0 – 12	2 – 10	0 – 12*	0 – 12*

\* Incrementar 15% cuando se trata de agregado fino triturado, excepto cuando se usa para pavimentos de alta resistencia.

### B) **Sustancias dañinas**

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

**Tabla 4: Porcentajes máximos de sustancia dañina**

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Partículas deleznable	3%	5%
Material más fino que el tamiz N° 200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5	0.5%

### C) **El agregado global (NTP 400.037 )**

La norma contiene un apéndice y a manera de información acerca de husos granulométricos considerados óptimos, para los proporcionamientos de finos y gruesos en el diseño de mezclas, dentro de los cuales se pueden obtener concretos trabajables y compactos. Esta información tiene carácter de orientación y en ningún caso es prescriptiva.

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

*Tabla 5: Porcentajes máximos de sustancia dañina*

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa		
	Tamaño nominal 37.5 mm (1 ½ in)	Tamaño nominal 19.0 mm (¾ in)	Tamaño nominal 9.5 mm (3/8 in)
50 mm ( 2" )	100	---	---
37.5 mm ( 1 ½" )	95 a 100	100	---
19 mm ( ¾" )	45 a 80	95 a 100	---
12.5 mm ( ½" )	---	---	100
9.5 mm ( 3/8" )	---	---	95 a 100
4.75 mm (Nº 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2.36 mm (Nº 8)	---	---	20 a 50
1.18 mm (Nº 16)	---	---	15 a 40
600 µm (Nº 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (Nº 50)	---	---	5 a 15
150 µm (Nº 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

\* Incrementar a 10% para los finos de roca triturada.

#### **D) Especificaciones Técnicas de los agregados**

Los agregados a utilizar en la obra deberán cumplir las especificaciones técnicas que aseguren la calidad final de la obra. Aquellos agregados que no cumplan algunos requisitos podrán ser empleados siempre que se demuestre con pruebas de laboratorio o experiencia en obra que se pueden producir concretos de la calidad especificada.

Los requisitos que deben cumplir los agregados para uso en concreto se encuentran estipulados en ASTM C33 así como en NTP 400.037.

Los agregados que van estar sometidos a humedecimiento, exposición prolongada a atmósferas húmedas, o en contacto con suelos húmedos no deberán tener ningún material que sea potencialmente reactivo con los álcalis del cemento a fin de evitar expansiones.

El ensayo de estabilidad de volumen se recomienda para agregados que van a ser empleados en concretos sometidos a procesos de congelación y deshielo. Aquellos agregados que no pasen esta prueba podrán ser usados sólo demostrando que un concreto de características similares en la zona tiene un registro de servicio satisfactorio en esas condiciones de intemperismo.

Asimismo es necesario utilizar agregados con contenido de sales solubles totales en porcentajes menores del 0.015% en peso del cemento.

### **E) Respecto al Agregado fino**

- Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.
- Debe estar graduado dentro de los límites dados en los requisitos obligatorios.
- El módulo de fineza debe estar entre 2.3 a 3.1
- Deberá estar libre de materia orgánica, que es determinado mediante el ensayo indicado en ASTM C 40, si no cumple con esta puede ser utilizado siempre que realizado el ensayo de compresión a los 7 días de morteros preparados con arena sana y otros con la arena en cuestión la resistencia no sea menor del 95%.

### **F) Respecto al Agregado grueso**

- Estará conformado de fragmentos cuyos perfiles sean preferentemente angulares o semiangulares, limpios, duros, compactos, resistentes y de texturas preferentemente rugosas y libres de material escamoso o partículas blandas.
- La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm<sup>2</sup>
- Estará graduado dentro de los límites especificados en la tabla de requisitos obligatorios.

- El tamaño máximo del agregado a tomar será:
  - 1/5 de la menor dimensión entre caras de encofrados.
  - 1/3 de la altura de las losas.
  - 3/4 del espacio libre mínimo entre varillas individuales de refuerzo.
- Para el caso de ser necesario el lavado del material este debe hacerse con agua libre de materia orgánica, **sales o sólidos en suspensión**.

## **G) AGUA**

Compuesto inorgánico proveniente de fuentes naturales o tratadas que reacciona químicamente con el material cementante durante la preparación del concreto. Deberá ser clara y aparentemente limpia.

El estudio de las características del agua a utilizar en la mezcla del concreto adquiere gran importancia ya que este material interviene en la reacción química con el material cementante (cemento) para lograr:

### ***g.1) La formación de gel***

Se define como gel a la parte sólida de la pasta la cual es el resultado de la reacción química del cemento con el agua durante el proceso de hidratación.

En su estructura el gel es una aglomeración porosa de partículas sólidamente entrelazadas el conjunto de las cuales forman una red eslabonada que contiene material amorfo. El gel desempeña el papel más importante en el comportamiento del concreto especialmente en sus resistencias mecánicas y en módulo de elasticidad. Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen cerca del 75% del peso del cemento Portland, reaccionan con el agua para formar dos nuevos compuestos: el hidróxido de calcio y el hidrato de silicato de calcio. Este último es el componente cementante más importante en el concreto. Las propiedades ingenieriles del concreto, - fraguado y endurecimiento, resistencia y

estabilidad dimensional - principalmente dependen del gel del hidrato de silicato de calcio. Es la médula del concreto.

### ***g.2) En estado fresco***

Faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma.

### ***g.3) En estado endurecido***

La conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. Es importante conocer la velocidad de reacción entre el cemento y el agua porque esta velocidad determinara el tiempo de fraguado y de endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que conceda tiempo al transporte y colocación del concreto. Sin embargo, una vez que el concreto ha sido colocado y terminado, es deseable tener un endurecimiento rápido. El yeso, que es adicionado en el molino de cemento durante la molienda del Clinker, actúa como regulador de la velocidad inicial de hidratación del cemento Portland. Otros factores que influyen en la velocidad de hidratación incluyen la finura de la molienda, los aditivos, la cantidad de agua adicionada y la temperatura de los materiales en el momento del mezclado.

### ***g.4) Curado del concreto***

El aumento de resistencia continuará con la edad mientras se encuentre cemento sin hidratar, a condición de que el concreto permanezca húmedo o tenga una humedad relativa superior a aproximadamente el 80% y permanezca favorablemente la temperatura del concreto. Cuando la humedad relativa dentro del concreto sea aproximadamente del 80% o la temperatura del concreto descienda por debajo del punto de congelación, la hidratación y el aumento de resistencia virtualmente se detiene.

Si se vuelve a saturar el concreto luego de un periodo de secado, hidratación se reanuda y la resistencia vuelve a aumentar. Sin embargo lo

mejor es aplicar el curado húmedo al concreto de manera continua desde el momento en que se ha colocado hasta cuando haya alcanzado la calidad deseada debido a que el concreto es difícil de restaurar.

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Dentro de un grupo de 02 muestras de relave minero, verificar a través de ensayos experimentales la perspectiva del uso de los concretos obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos.

Plantear aplicaciones prácticas para el concreto final obtenido, que puedan usarse en las poblaciones cercanas a los yacimientos mineros.

## **SECUENCIA DE LA METODOLOGIA**

La metodología para el uso del relave como relleno volumétrico consistirá en preparar mezclas de concreto trabajando con porcentajes 20% y 25% en apoyo al agregado fino (arena gruesa) para obtener resistencias altas. Se evaluará la resistencia a compresión a 3, 7 y 28 días, ***PARA LUEGO COMPARAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS, CON LOS DEL CONCRETO PATRÓN.***

Dentro de un grupo de 02 muestras de relave minero de nuestra región, verificar a través de ensayos la factibilidad del uso de los mismos en concreto. En base a los resultados se propone usar concretos con relave incorporado para construir losas de poco tránsito, veredas, acabados y asentamiento de ladrillo en proporciones 1:1, 3:1, 2:1, de acuerdo a los análisis del relave minero.



## REQUERIMIENTOS MINIMOS DEL CONCRETO

*Tabla 6: Aplicación propuesta en la investigación*

PARAMETRO	VALOR ESPECIFICADO
Aplicación	Losas de transito liviano
F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 175
Piedra	Huso 57
T.M.N piedra (pulg)	1
Slump (pulg)	3-5
Sin aire incor	0k

### ENSAYOS INVOLUCRADOS

#### **a. Ensayos de caracterización de materiales.**

- GRANULOMETRÍA (ASTM C136 / NTP 400.012)
  - Análisis granulométrico por tamizado (agregado grueso).
  - Análisis granulométrico por tamizado (agregado fino).
  - Análisis granulométrico por tamizado (relave minero).
- PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)
  - Peso específico de Masa
  - Peso específico de Masa Saturada Superficialmente Seco
  - Peso específico Aparente
  - Porcentaje de Absorción
- PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128).
  - Peso específico de Masa
  - Peso específico de Masa Saturada Superficialmente Seco

- Peso específico Aparente
- Porcentaje de Absorción
- PESO ESPECÍFICO DEL RELAVE (N.T.P. 400.022 ASTM C-128).
- Peso específico de Masa
- Peso específico de Masa Saturada Superficialmente Seco
- Peso específico Aparente
- Porcentaje de Absorción
- PESO UNITARIO DE AGREGADO (ASTM C-29 / N.T.P. 400.017)
- Peso Unitario Suelto (agregado grueso, agregado fino y relave minero)
- Peso Unitario Compacto (agregado grueso, agregado fino y relave minero)
- Cloruros solubles NTP 400.042
- Inalterabilidad por medio de Sulfato de Magnesio ASTM C88 / NTP 400.016
- Equivalente de arena ASTM D2419 / NTP 339.146
- Impurezas orgánicas ASTM C40 / NTP 400.013
- Malla 200 ASTM C117 / NTP 400.018 (Material que pasa la malla N° 200)
- Partículas Ligeras ASTM C123 / NTP 400.023
- Sales solubles totales ASTM C114 / NTP 400.042
- Sulfatos solubles NTP 400.042

***b. Ensayos en concreto fresco***

- DISEÑO DE MEZCLA (A. C. I.)  $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$
- Diseño de mezcla (A. C. I.)  $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  (Estándar, no contiene relave).
- Diseño de mezcla (A. C. I.)  $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$  (Adicionando relave minero).
- Slump ASTM C143
- Contenido de Aire ASTM C231
- Temperatura ASTM C1064
- Peso Unitario ASTM C138

## DISEÑOS DE MEZCLA INVOLUCARDOS

DISEÑO	CODIGO	DESCRIPCIÓN
A	JQP-PAT	Diseño Patrón – sin relave
B	JQP- R/PAC	Diseño de mezcla – con relave Raccaya
C	JQP-R/ACCH	Muestra descartada por contener muchos Sulfatos

### 1. MATERIALES E INSUMOS INVOLUCARDOS EN LA INVESTIGACION

#### 2. CONCRETO CONVENCIONAL

Para nuestra investigación definimos como un concreto convencional a aquel que tiene un slump de aproximadamente 4",  $F'c=175$  Kg/cm<sup>2</sup>, usa piedra de TMN 1", presenta buena consistencia y trabajabilidad.

#### 3. AGREGADOS

##### a. AGREGADO FINO

Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial que pasa AL Tamiz NTP 9,5 mm (3/8") y cumple con NTP 400.037 y ASTM C33-07.

##### b. AGREGADO GRUESO

Material retenido en el Tamiz NTP 4,75 mm (N° 4) y cumple los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o en la Norma ASTM C 33 (Tabla 4)

##### c. CEMENTO PORTLAND TIPO I

Producto obtenido por la pulverización del Clinker Pórtland con la adición eventual de sulfato de calcio.

##### d. AGUA

El agua empleado para la preparación y el curado del concreto cumple con los requisitos de la Norma NTP 339.088 (Agua potable).

### 3. RELAVE

Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales, usualmente constituidos por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga.

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES INVOLUCRADOS**

### 4. **AGREGADOS**

Los agregados provinieron de la cantera del rio pampas Cangallo Ayacucho. La aceptación de dichos materiales se evaluó según lo contemplado en las normas NTP 400.037 y ASTM C33-07

#### **a. AGREGADO FINO**

Se realizaron los ensayos correspondientes a la caracterización de agregados obteniéndose como resultados la granulometría y las características físicas y químicas

#### **b. AGREGADO GRUESO**

Se trabajó con piedra Huso 57, que resultado de la mezcla de los agregados gruesos en proporciones definidas (50% de Piedra Huso 5 y 50% de Piedra Huso 67). Los husos están definidos en las normas NTP 400.037 2002 y ASTM C33-07

##### **Piedra Huso 5**

Se realizaron los ensayos correspondientes a la caracterización de agregados obteniéndose como resultados la granulometría y las características físicas y químicas

##### **Piedra Huso 67**

Se realizaron los ensayos correspondientes a la caracterización de agregados obteniéndose como resultados la granulometría y las características físicas y químicas.

## 2. CEMENTO

Se usó cemento Portland Tipo I marca Cemento Andino, debido a que el concreto específico no requirió propiedades especiales.

Con respecto a las características fisicoquímicas del cemento, esta se detalla en el anexo 5.

## 3. AGUA

Se utilizó agua limpia libre de impurezas.

## 4. RELAVES

Para nuestro estudio utilizamos 2 muestras de relave de distintas procedencia de nuestra región.

RELAVE	CODIGO	PROCEDENCIA
Amanda	MCH-Amanda	Amanda- chumbilla FAJARDO AYACUCHO
Raccaya	MCH-Raccaya	Raccaya-Apongo sucre Ayacucho

## 5. RELAVE A/MCH

Se realizaron los ensayos correspondientes a la caracterización de agregados obteniéndose como resultados la granulometría y las características físicas y químicas

## 6. RELAVE R/RCC

Muestra descartada por contener muchos Sulfatos.

### DISEÑO DE MEZCLA

Uno de los métodos más utilizados para elaborar diseños de mezcla es el contemplado en el ACI 211. Este documento nos da un alcance para comenzar a trabajar y encontrar proporciones aproximadas en el diseño de un concreto nuevo.

## **SELECCIÓN DE LAS PROPORCIONES DEL CONCRETO MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI.**

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas, basándose en algunas Tablas que permiten obtener valores de los diferentes materiales que integra la unidad cubica de concreto. Aplicables a concreto de peso normal y a las condiciones que pasa cada una de las tablas indicadas.

### **SECUENCIA DEL DISEÑO**

Las cantidades de material por metro cubico de concreto pueden ser determinados, usando el Método del Comité 211 del AC, siguiendo la secuencia que a continuación se indica.

- Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en comprensión específica y la desviación estándar de la compañía constructora.
- Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
- Selección del asentamiento.
- Selección del volumen unitario del agua de diseño.
- Selección del contenido de aire.
- Selección de la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad.
- Determinación del Factor Cemento.
- Determinación del contenido de agregado grueso.
- Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.
- Determinación del volumen absoluto de agregado fino.
- Determinación del peso seco del agregado fino.
- Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.
- Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

- Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra.
- Determinación de los pesos por tanda de un saco.

## PARAMETROS DE INGRESO

Requerimientos mínimos del concreto del nuevo diseño de mezcla establecido en la aplicación propuesta.

- Peso Específico de la : 2.5 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción : 0.5 %
- Contenido de Humedad : 0.18 %
- Tamaño Máximo : 1 "
- Peso seco suelto : 1497 kg/m<sup>3</sup>
- Peso seco compactado : 1480 kg/m<sup>3</sup>

*Tabla 7: Aplicación propuesta en la investigación*

PARAMETRO	VALOR ESPECIFICADO
F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 175
Piedra	Huso 57
T.M.N piedra (pulg)	1
Slump (pulg)	3-5
Sin aire incorporado	Ok

## DISEÑO PATRON

### 7. Materiales

#### a. Cemento

- Pórtland ASTM tipo I
- Peso específico : 3.15

#### b. Agua

- Potable.

#### c. Agregado fino

- Peso Específico de la masa : 2.4 gr/cm<sup>3</sup>
- Absorción : 0.5 %
- Contenido de Humedad : 4.63 %
- Módulo de fineza : 2.7

- Peso seco suelto : 1509 kg/m<sup>3</sup>
- Peso seco compactado : 1580 kg/m<sup>3</sup>

**d. Agregado Grueso**

**8. Determinación de la resistencia promedio ( $f'c_r$ )**

Nuestro concreto va a ser de Resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>

$f'c$ Especifico	$f'c_r$ (kg/cm <sup>2</sup> )
<210	$f'c + 70$
210-350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

$$\Rightarrow f'c_r = 175 + 70 = 245$$

**9. Selección del tamaño máximo nominal del agregado.**

Requerimientos mínimos del concreto del nuevo diseño de mezcla establecido en la aplicación propuesta a la granulometría del agregado grueso le corresponde un tamaño máximo de 1".

**10. Selección del asentamiento.**

Se requiere una mezcla de consistencia plástica, corresponde a un asentamiento de 3" a 4"

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥ 5"
Fluida	≥ 5"



## 11. Volumen unitario de agua de diseño.

*Tabla 8: Aplicación propuesta en la investigación*

CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO								
ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>								
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	-
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>								
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	-
Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

De la tabla 10. Se determina que el volumen unitario de agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1", es de **193 Lt/m<sup>3</sup>**

## 12. Contenido de aire

*Tabla 9: Aplicación propuesta en la investigación*

TMN DEL AGREGADO GRUESO	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

De la tabla 11. Se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1" es de **1,5 %**

### 13. Relación agua-cemento

No se presenta problemas de intemperismo ni ataques por sulfatos, ni otro tipo de acciones que pueda dañar al concreto se seleccionara la relación agua-cemento por resistencia  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  en un concreto sin aire incorporado, entonces interpolamos nuestra a/c: **0.75**

Tabla 10: Aplicación propuesta en la investigación

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 D.	RELACIÓN AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	...
400	0.43	...
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

### 14. Factor cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua-cemento:

De los resultados anteriores tenemos que

- $a/c = 0.75$
- $Agua = 193 \text{ lt/m}^3$

$$\Rightarrow \text{factor cemento} = 193/0.75 = 257.3330 \text{ kg/m}^3 \\ = 6,05 \text{ bolsas/m}^3$$

#### Contenido de agregado grueso

Tabla 11: Aplicación propuesta en la investigación

TMN	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53

3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

De la tabla con **Modulo de Fineza de 2,70** y un Tamaño máximo nominal del **agregado grueso de 1"**, encontramos un valor  $b/b_0 = 0,6780$  metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto.

$$\Rightarrow \text{Peso del agregado grueso} = 0,6780 \times 1480 = 1003 \text{ kg/m}^3$$

#### 15. Cálculo del volumen absoluto

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de los volúmenes absolutos de estos ingredientes:

Volumen absoluto de:

➤ Cemento	:	$(257.3330/3.15) \div 1000$	=	0.082m <sup>3</sup>
➤ Agua	:	$(193/1) \div 1000$	=	0.193m <sup>3</sup>
➤ Aire	:	1.5%	=	0.015m <sup>3</sup>
➤ Agregado Grueso	:	$(1003/2.5) \div 1000$	=	0.401m <sup>3</sup>
➤ Suma de volúmenes			=	<b>0.691m<sup>3</sup></b>

#### 16. Contenido de agregado fino

El volumen absoluto de agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos conocidos. El peso del agregado fino será igual a su volumen absoluto multiplicado por su peso sólido.

➤ Volumen absoluto de agregado	=	$1 - 0.691$	=	0.309m <sup>3</sup>
➤ Peso del agregado fino seco	=	$0.309 \times 2.40 \times 1000$	=	742 kg/m <sup>3</sup>

## 17. Valores de diseño

Las cantidades a ser empleadas como valores de diseño serán:

➤	Cemento	.....	257.33 kg/m <sup>3</sup>
➤	Agua de diseño	.....	193 lt/m <sup>3</sup>
➤	Agregado Fino seco	.....	742 kg/m <sup>3</sup>
➤	Agregado Grueso seco	.....	1003 kg/m <sup>3</sup>

## 18. Corrección por humedad del agregado

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cubica de concreto debe ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y seco, a fin de obtener los valores a ser utilizados en obra:

### H) HIPÓTESIS

#### i. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Con el uso del relave minero en el diseño de mezcla de concreto  $F'c=175Kg/cm^2$ , para tránsito ligero, se reduce la contaminación y genera menores costos en la elaboración de concreto, en la comunidad de Taca del distrito de Canaria- Fajardo y departamento de Ayacucho.

#### ii. HIPÓTESIS NULA

Con el uso del relave minero en el diseño de mezcla de concreto  $F'c=175Kg/cm^2$ , para tránsito ligero, se incrementa la contaminación y genera mayores costos en la elaboración de concreto, en la comunidad de Taca del distrito de Canaria- Fajardo y departamento de Ayacucho.

#### iii. HIPOTESIS ALTERNATIVA

Con la capacidad de resistencia a la compresión, se conoce la calidad del concreto elaborado a través del diseño de mezcla de concreto  $F'c =175kg/cm^2$  adicionando relave, para pavimentos de resistencia media, se reduce la contaminación y genera menores costos en la elaboración de

concreto, en la comunidad de Taca del distrito de Canaria- Fajardo y departamento de Ayacucho.

#### **IV) HIPOTESIS ESTADISTICA**

La adición del relave minero, el cual optimizara el uso del arena gruesa hasta el 25%. El cual genera un ahorro económico y mitigación del impacto para tránsito ligero, en la comunidad de Taca del distrito de Canaria- Fajardo y departamento de Ayacucho.

### **I) IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACION DE LAS VARIABLES**

#### **i. IDENTIFICACION DE VARIABLES**

- Cemento
- Agua
- Aditivos
- Agregado fino
- Agregado grueso
- Piedra chancada (3/4"-1/2")
- Relave minero
- Acelerante de fragua
- Fibras de refuerzos
- Incorporador de aire

#### **VARIABLE MAS IMPORTANTES**

- Cemento
- Relave minero
- Arena fina
- Arena gruesa
- Agua

#### **CLASIFICACION DE LAS VARIABLES**

##### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

X1: Cemento

X2: Relave minero

X3: Arena fina

X4: Arena gruesa

X5: Agua

### VARIABLE DEPENDIENTE

(Y): Resistencia del concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

### OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLES

Tabla 12: Operacionalización de las variables

Tipo de Variables	Nombre de Variables	Indicadores
<b>Independiente: (X)</b>	<b>X1:</b> Cemento <b>X2:</b> Relave minero <b>X3:</b> Arena fina <b>X4:</b> Arena gruesa <b>X5:</b> Agua	<ul style="list-style-type: none"><li>• Porcentaje de cemento.</li><li>• La adición en % de relave minero.</li><li>• Ensayo de granulometría</li><li>• Diseño de mezcla</li><li>• Propiedades físicas y mecánicas del material granular</li><li>• Evaluación del material.</li></ul>
<b>Dependiente: (Y)</b>	Resistencia del concreto $F'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .	<ul style="list-style-type: none"><li>• Relación de slump optima</li><li>• Soporte de resistencia a la compresión</li><li>• Calidad del material</li></ul>

**Evaluación.** El análisis económico comprende el cálculo de indicadores, los cuales son, valor actual de los beneficios netos (VABN), tasa interna de retorno (TIR), periodo de recuperación del capital, razón beneficio-coste y punto de equilibrio.

**Criterio del valor actual de beneficios netos (VABN).** Para calcular este indicador se utilizara los flujos totales de la empresa con proyecto y flujos marginales.

**Tasa interna de retorno (TIR).** Al igual como el indicador anterior la TIR se calculara para flujos totales de la empresa con proyecto y flujos marginales, utilizándose una técnica de aproximaciones sucesivas.

**Relación beneficio-costo (B/C).** El cálculo se efectúa dividiendo los beneficios actualizados por los costos actualizados. En el presente estudio se calculara este indicador para ingresos y costos total de la actividad e ingresos y costos marginales.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANT. DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVEST.	VARS. DE ESTUDIO	METOD. TÉCNS E INSTRU.
<p><b>Título:</b> “diseño de mezcla con adición de relaves mineros para pavimentos de resistencia media, Ayacucho 2017”</p>	<p>¿Cuál será la dosificación de mezcla, en el diseño de concreto <math>f'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, añadiendo relaves mineros, para pavimentos de resistencia media – Ayacucho 2017?</p>	<p><b>Objetivo General</b> ¿Diseñar la dosificación de mezcla, para el concreto <math>f'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, añadiendo relaves mineros, para pavimentos de resistencia media?</p> <p><b>Objetivos Específicos.</b> I. Determinar el modo de agregar el relave minero, en el diseño de concreto <math>F'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, añadiendo relaves mineros, para pavimentos de resistencia media Ayacucho 2017?</p> <p>II. Determinar la capacidad de resistencia a la compresión, del concreto <math>F'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, añadiendo relave minero, para pavimentos de resistencia media?</p> <p>III .Determinar la influencia del uso de relave minero, en el diseño de concreto para pavimentos de resistencia media de resistencia a compresión <math>F'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, añadiendo relave minero, para pavimentos – Ayacucho?</p>	<p><b>Ho</b> = Con el uso del relave minero en el diseño de mezcla de concreto <math>F'c=175\text{Kg/cm}^2</math>, para pavimento de resistencia media reduciría la contaminación y genera menores costos en la elaboración de concreto, en las comunidades adyacentes de a la cancha de relave - P Víctor Fajardo–Ayacucho.</p> <p><b>Ha</b> = La adición del relave minero, el cual optimizara el uso del arena gruesa hasta el 25%. El cual genera un ahorro económico y mitigación del impacto para tránsito ligero, en la comunidad de Taca del distrito de Canaria- Fajardo y departamento de Ayacucho.</p>	<p><b>Variable Independientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• x1: cemento</li> <li>• x2: relave minero</li> <li>• x3: arena fina</li> <li>• x4: arena gruesa</li> <li>• x5: agua</li> </ul> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia del concreto <math>F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2</math></li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicativo</li> </ul> <p><b>Población:</b> Población de la comunidad de Taca del distrito de Canaria - P Víctor Fajardo–Ayacucho.</p> <p>Quienes hacen uso de concreto.</p> <p><b>Muestra:</b> Se obtendrá en la cancha de relaves Amanda- Taca Canaria-P Víctor Fajardo–Ayacucho.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intencional</li> </ul> <p><b>Método:</b> Analítico, deductivo, síntesis, observacional y medición</p> <p><b>Diseño:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental prospectivo</li> </ul>



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **METODO DE LA INVESTIGACION**

##### **TIPO DE INVESTIGACION**

El tipo de estudio de la presente investigación es APLICADA porque persigue fines de aplicación directos e inmediatos. Busca la aplicación sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de teorías. Esta investigación busca conocer para hacer y para actuar.

##### **NIVEL DE INVESTIGACION**

El nivel de investigación es el EXPLICATIVO., las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo.

#### **METODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

##### **METODO DE ANALISIS DE DATOS**

Analítico, deductivo, inductivo, síntesis, observacional y medición. Se tendrá que analizar el tipo de agregado, sus propiedades físicas y mecánicas, la resistencia de la base granular para pavimento.

##### **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

El diseño general viene a ser Experimental prospectivo. Esta estrategia tiene como bibliografía especializada explicamos en seguida muestra a continuación

GE : 01 X 02

Dónde:

## **POBLACION**

- En - G.E. : Grupo Experimental. el caso  
de - 01 : Pre Test nuestra  
- 02 : Post Test  
- X : Manipulación de la Variable Independiente.

investigación, la zona donde se realizó la investigación es la población de la comunidad de Taca distrito de Canaria, quienes hacen uso del concreto, para fines de elaborar una infraestructura de pavimento de resistencia media.

## **MUESTRA**

Se obtendrá información de campo de la zona de estudio, la cual posteriormente se procesará en gabinete siguiendo una secuencia metodológica convencional para determinar las alternativas que resulten técnicas y económicamente factibles. Para comenzar se obtendrán muestras representativas del tramo del presente estudio.

La muestra se obtuvo en la Relavera Amanda taca- canaria -P Víctor Fajardo a través de tres puntos al azar ubicados de bancos de material, de 30 kilogramos de cada muestra de relave minero.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las principales técnicas que se utilizarán en este estudio serán Ubicar bancos de material de mayor volumen, realizar recojo de relaves y obtener muestras en bolsas impermeables y limpias.

## **INSTRUMENTOS**

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas serán:

- Bolsas Impermeables y costales limpias para la extracción de la muestra.
- Balanza Electrónica de 300 kg.
- Cuaderno de Campo

- Otros Útiles de Escritorio
- Movilidad

## **VALIDEZ DEL EQUIPOS Y CONFIABILIDAD**

Los equipos e instrumentos a utilizar serán del laboratorio de mecánica de suelos.

## **TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.**

Se realizara todos los ensayos necesarios para conocer las características geotécnicas de las muestras del material en estudio, de acuerdo de las Normas técnica ASTM e ITENTEC., obtenido los resultados en los formatos de laboratorio mecánica de suelos y ensayo de materiales para suelos y pavimentos.

El concreto es un material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes; lo que hace un material ideal para la construcción.

En este capítulo se presentan las características de los insumos involucrados en las mezclas de concreto realizados.

## **CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C566 – 97)**

### **1. SECO**

No existe humedad en el agregado. Se lo consigue mediante un secado prolongado en una estufa a una temperatura de  $105 \pm 5^{\circ} \text{C}$ .

### **2. SECO AL AIRE:**

Cuando existe algo de humedad en el interior del árido. Es característica, en los agregados que se han dejado secar al medio ambiente. Al igual que en estado anterior, el contenido de humedad es menor que el porcentaje de absorción.

### 3. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO:

Estado en el cual, todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua. Condición ideal de un agregado, en la cual no absorbe ni cede agua.

### 4. HÚMEDO:

En este estado existe una película de agua que rodea el agregado, llamado agua libre, que viene a ser la cantidad de exceso, respecto al estado saturado superficialmente seco. El contenido de humedad es mayor que el porcentaje de absorción.

El agregado fino retiene mayor cantidad de agua que el agregado grueso.

El contenido de humedad de una muestra, estará condicionada por el estado en el que se encuentre dicho material, es decir que el contenido de humedad variará teniendo en cuenta la variabilidad climatológica.

En la presente práctica se determinará el contenido de humedad natural (actual) de nuestro agregado.

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

Las partículas de agregado pueden pasar por cuatro estados, los cuales se describen a continuación:

- **TOTALMENTE SECO:** Se logra mediante un secado al horno a 110°C hasta que los agregados tengan un peso constante. (Generalmente 24 horas).
- **PARCIALMENTE SECO:** Se logra mediante exposición al aire libre.
- **SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SSS):** En un estado límite en el que los agregados tienen todos sus poros llenos de agua pero

superficialmente se encuentran secos. Este estado sólo se logra en el laboratorio.

- **TOTALMENTE HÚMEDO:** Todos los agregados están llenos de agua y además existe agua libre superficial.

La absorción y el contenido de humedad de los agregados deben determinarse de tal manera que la proporción de agua en el concreto puedan controlarse y se puedan determinar los pesos corregidos de las muestras.

El contenido de humedad en los agregados se puede calcular mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$W\% = \frac{W_{mh} - W_{ms}}{W_{ms}} * 100$$

Dónde:

- $W_{mh}$ : peso de la muestra humedad (%)
- $W_{ms}$ : peso de la muestra seca (g)
- $W(\%)$ : contenido de humedad (g)

También existe la Humedad Libre donde esta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado; la humedad libre es igual a la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total que posee un agregado. Cuando la humedad libre es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

$$W\% < Abs(\%) \dots\dots\dots 1.44 < 1.65$$

Por lo que estamos en una de las condiciones del agregado en el cual el material esta Húmedo o mojado

### ii. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010):

La presente norma, establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.

Los agregados se presentan en los siguientes estados: seco al aire, saturado superficialmente seco y húmedos; en los cálculos para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

Los estados de saturación del agregado son como sigue:

*GRAFICO 2: Formas de secado del agregado*



Fuente: Enrique Rivva López

### 1. EQUIPO Y MATERIALES:

- Balanza con sensibilidad de 0.1 g. y cuya capacidad no sea menor de 1kg.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra.

- Estufa, capaz de mantener una temperatura de 105°C a 110°C.
- Recipiente. Se utiliza para introducir la muestra en el horno.

**RAFICO 3: Balanza y recipiente**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

## 2. PROCEDIMIENTO:

- Obtenemos una muestra de acuerdo con la norma ASTM D75 (tamaño máximo nominal de una muestra, que se define por ASTM C125 y por el ACI 116 como el menor tamiz por el cual la mayor parte de la muestra de agregado grueso debe pasar.)
- Reducimos nuestra muestra según la norma ASTM C 702 (por cuarteo o bifurcación de las muestras para su análisis), después que se ha obtenido el tamaño máximo nominal según ASTM C136.
- Aseguramos una muestra representativa de agregado para contenido de humedad y teniendo una masa no menor que la cantidad en la tabla siguiente. Proteger la muestra contra pérdidas de humedad previa determinación de la masa.
- Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda). Con aproximación de 0.1%.

**GRAFICO 4: Muestras húmeda de AF en las taras**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Llevar el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Si se utiliza otra fuente de calor, revuelva la muestra durante el secado para acelerar el proceso y evitar sobrecalentamientos localizados. Cuando se use un horno microondas el resolver la muestra es opcional.
- PRECAUCION: Cuando se use un horno microondas, ocasionalmente están presentes minerales en los agregados que pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañarse el horno microondas.
- El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido total de humedad evaporable y la absorción, con todos los valores basados en la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con el Método de ensayo de la Norma ASTM C127 o C128.

**GRAFICO 5: Taras puestas en el horno a secar por 24 horas.**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis



- Pesar el recipiente con la muestra seca (peso recipiente + muestra seca) y determinar la cantidad de agua evaporada.
- $H = |(\text{Peso recipiente} + M. \text{ Húmeda}) - (\text{Peso recipiente} + M. \text{ Seca})$

**GRAFICO 6 : Determinación peso de la muestra seca**



*Determinar el peso de la muestra seca*  
 $MS = (\text{Peso recipiente} + M. \text{ Seca}) - (\text{Peso recipiente})$

### **LA GRANULOMETRÍA. AASHTO T 2/ASTM D75**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas del agregado. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones, de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados. Para nuestro caso analizaremos por separado el agregado grueso del fino, después de este análisis y gracias a estos datos podremos obtener además el tamaño máximo nominal y el módulo de finura de ambos agregados, los cuales serán muy importantes para el diseño de mezclas a realizar luego. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica (tamices).

#### **3. PRIMERO:**

Seleccionamos el material usando, Método estándar para el muestreo de agregados (AASHTO T 2/ASTM D75)

#### 4. SEGUNDO:

Reducimos por cuarteo la muestra hasta obtener un espécimen reducido (AASHTO T 248/ASTM C702)

#### 5. MODULO DE FINURA (MF):

Viene a ser la relación entre la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en cada uno de los tamices sumatorio (Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100) / 100.

#### 6. SUPERFICIE ESPECÍFICA (SE):

Se define como la relación del área entre el volumen de una determinada partícula.

##### FUNDAMENTO TEÓRICO:

**MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO (MF):** La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado fino (Nº4, Nº8, Nº16, Nº30, Nº50, Nº100) todo entre 100

$$FM = (\% \text{ ret. Acum malla } (N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)) / 100$$

**MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO (MF):** La suma de los porcentajes retenidos acumulados de las mallas estándar para el agregado total todo entre 100

$$MF = (\% \text{ Ret. Acum. } (3'' , 1 \frac{1}{2}'' , 3/4'' , 3/8'' , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)) / 100$$

#### 7. MATERIAL Y EQUIPO:

- Una Balanza con sensibilidad 1 gr.
- Juego de Tamices conformados por Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100.(Agregado. Fino)

- Juego de Tamices conformados por 3", 1 ½", ¾", 3/8", N°4. (Agregado. Grueso)
- Una Estufa a temperatura constante de 110 °C.

## 8. PROCEDIMIENTO:

### PARA EL AGREGADO FINO y GRUESO.

- Se tomó cierta cantidad de material y se colocó dentro de una estufa durante 24 horas con lo que se logró el secado del material es eso que se ve en la figura de pesado del material seco.

*GRAFICO 7: Muestra del agregado en peso*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Con una serie de tamices se confecciono una escala descendente en aberturas, dichos tamices fueron: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.

**GRAFICO 8: Juegos de tamices**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Se vierte el material sobre esta serie de tamices, se procede a pesar y registrar los pesos retenidos en cada uno de los tamices.

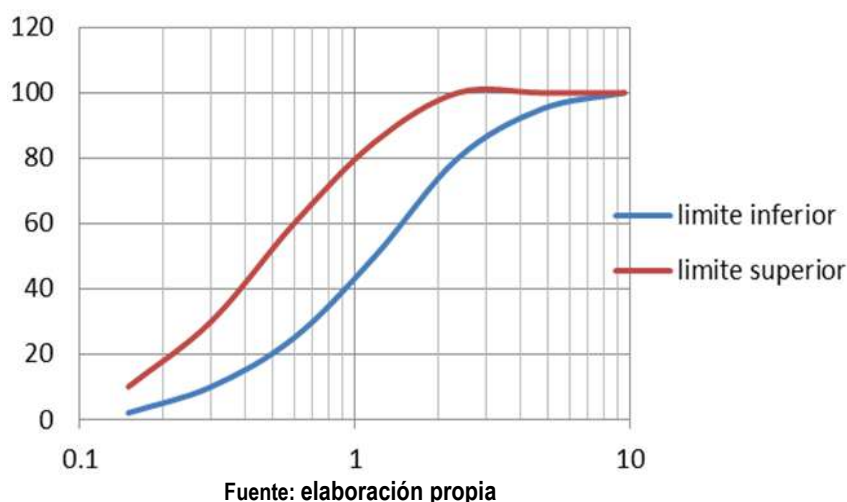
**GRAFICO 9: Muestras retenidas en cada tamiz**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Según especificaciones técnicas el análisis granulométrico del agregado fino debe estar graduado dentro de los siguientes límites:

**GRAFICO 10: Escala logarítmica para el análisis del agregado**



## **PESO ESPECÍFICO (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN EN AGREGADOS FINOS ASTM 118 Y AGREGADOS GRUESOS ASTM 117.**

### **9. PESO ESPECÍFICO**

El peso específico de una sustancia se define como su peso por unidad de volumen.

Se calcula dividiendo el peso de un cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. En el Sistema Técnico, se mide en kilopondios por metro cúbico ( $\text{kp/m}^3$ ). En el Sistema Internacional de Unidades, en newton por metro cúbico ( $\text{N/m}^3$ ).

La densidad relativa es una característica generalmente utilizada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en varias mezclas incluido concreto con cemento.

### **10. PESO ESPECÍFICO APARENTE**

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable.

## 11. PESO ESPECÍFICO DE MASA

Viene a ser la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (Incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada, libre de gas y a una temperatura especificada.

## 12. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIAL SECA

Tiene la misma definición que el Peso Específico de Masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables.

## 13. ABSORCIÓN

Capacidad que tienen los agregados para llenar de agua los vacíos permeables de su estructura interna, al ser sumergidos durante 24 horas en ésta, depende de la porosidad.

Esta particularidad de los agregados, que dependen de la porosidad, es de suma importancia para realizar correcciones en las dosificaciones de mezclas de concreto. Además esta influye en otras propiedades del agregado, como la adherencia con el cemento, la estabilidad química, la resistencia a la abrasión y la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo.

Es aconsejable, determinar el porcentaje de absorción entre los 10 Y 30 primeros minutos, ya que la absorción total en la práctica nunca se cumple.

## 14. PARA AGREGADO FINO.

- Peso Específico de Masa:

$$P_{em} = \frac{w_0}{v - v_a}$$

- Peso Específico de Masa SSS

$$P_{emsss} = \frac{500}{v - v_a}$$

- Peso Específico Aparente

$$Peap = \frac{w_0}{(v - v_a) - (500 - w_a)}$$

- Porcentaje de Absorción

$$Ab\% = \frac{500 - w_0}{w_a} * 100$$

Dónde:

- $w_0$ = peso en el aire de muestra secado en la estufa
- $v$ = volumen del volumenómetro usado
- $v_a$ =peso en gramos o el volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida al frasco

## 15. PARA AGREGADO GRUESO

- Peso Específico de Masa

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

- Peso Específico de Masa SSS

$$Pemsss = \frac{B}{B - C}$$

- Peso Específico Aparente

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

- Porcentaje de Absorción

$$Ab\% = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dónde:

A= peso en el aire de muestra secada en la estufa

B= Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca

C=peso en el agua de muestra saturada superficialmente seca

## 16. ENSAYO DE HUMEDAD SUPERFICIAL:

Consiste en coger el molde firmemente en una superficie lisa no absorbente con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino parcialmente secado sin apretarlo en el molde hasta llenar el borde y compactar el material adicional por encima del molde para asentar esto, utilizando los dedos de la mano para mantener el molde. Suavemente apisona el agregado fino dentro del molde 25 suaves caídas del pisón

metálico. Comenzar a compactar aproximadamente 5 mm por encima de la superficie del agregado fino Despojar el desprendimiento de arena de la base y alzar el molde verticalmente. Si todavía hay humedad superficial presente, el agregado fino retendrá la forma del molde, si la muestra se disgrega levemente se obtendrá la condición saturada superficialmente seca.

#### **17. CONO PROVISIONAL DE PRUEBA:**

Llenar el molde como se describió anteriormente pero en una primera instancia solo utiliza 10 golpes para apisonamiento luego agregar más material y golpear 10 veces nuevamente luego agregar más el material, usando golpes .Usando 3 o 2 goles de apisonamiento respectivamente. En caso de tener un material poco cohesivo al humedecerse, se debe tomar en cuenta el estado saturado SSS.

#### **18. EQUIPO Y MATERIALES:**

##### **PARA AGREGADO FINO**

- Balanza con sensibilidad 1 gr. Y capacidad de 5 kg.
- Frasco volumétrico (fiola con capacidad de 500cm<sup>3</sup>.)
- Molde cónico, metálico de  $\varnothing < 4\text{cm}$  y  $\varnothing > 8\text{cm}$  y con una altura de 9cm.
- Varilla de metal con un extremo redondeado
- Estufa, capaz de mantener una temperatura constante de 110 °C.
- Probeta o volumenómetro
- Secadora
- Picnómetro (uso con procedimiento gravimétrico).
- Frasco o matraz: Un frasco Le Chatelier, como se describe en la norma ASTM C188 es satisfactorio próximamente 55 gr de la prueba.



## 19. PROCEDIMIENTO:

### PARA AGREGADO FINO

- Por el método del cuarteo se selecciona aproximadamente 1 kg 2 Kg de agregado, y se seca a 110°C hasta peso constante.

**GRAFICO 11:** Pesamos el AF para ensayarlo (2Kg)



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Se sumerge la muestra en agua durante 24 horas.

**GRAFICO 12: Muestra de A.F. y A.G sumergida en agua**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Retire la muestra del agua y se extiende la muestra sobre una superficie no absorbente exponiéndola a aire caliente y se agita o remueve para seguir el secado uniforme. También se puede ir secando utilizando una secadora de pelo.

**GRAFICO 13: Secado de la muestra hasta el estado SSS Con una secadora**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Continúe esta operación hasta que los granos de agregado no se adhieran entre sí marcadamente.
- Se coloca la muestra en un molde cónico y se consolida con 25 golpes de pisón en 3 capas. En la primera capa 8 golpes, en la segunda también y en la última 9.

**GRAFICO 14 verificando el agregado para colocar y compactar la primera parte**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

**GRAFICO 15: Colocando la 1° tercera parte de AF al cono**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Si existe humedad libre en el cono el A.F mantendrá su forma, siga secando y revolviendo constantemente y pruebe a intervalos hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto indica que el agregado a alcanzado la condición saturado superficialmente sedo SSS.

**GRAFICO 16: Muestra que aún no está en estado SSS**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

**GRAFICO 17: Muestra en estado de SSS, puesto que se rebajó con referencia del principio**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Introduzca 500gr de la muestra SSS en una probeta, la cual se agregara previamente 100cm<sup>3</sup> de agua y luego agregar o completar hasta los 500cm<sup>3</sup> indicados en la fiola eliminando las burbujas de aire (utilizando la bomba de vacíos).

*GRAFICO 18 Colocando el AF a la fiola*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis



**GRAFICO 19: agregado grueso más el agua**



**Fuente: fotografía de trabajo de tesis**

Fuente: fotografía de trabajo de tesis Se retira la muestra con cuidado de la probeta y se seca en el horno a 105°C por 24horas, luego se enfría la muestra a temperatura constante y luego se pesa. Siendo este último peso wa.

**GRAFICO 20: Fiola con agregado mas agua**



**Fuente: fotografía de trabajo de tesis**

**20. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO (A.S.T.M. C 29 / C 29M – 90  
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO FINO:**

Es el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario.

El peso unitario de los agregados está en función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado).

Se denomina peso volumétrico del agregado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y para convertir cantidades en volumen y viceversa, cuando el agregado se maneja en volumen.

Este método de ensayo permite determinar la densidad aparente ("peso unitario") de un árido tanto en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en los áridos finos, gruesos o mezclas de áridos, basada en la misma determinación. Este método se aplica a los áridos que no exceden las 5 pulg [125 mm] de tamaño máximo nominal.

**21. PESO UNITARIO SUELTO:**

Es aquel en el que se establece la relación peso/volumen dejando caer libremente desde cierta altura el agregado (5cm aproximadamente), en un recipiente de volumen conocido y estable. Este dato es importante porque permite convertir pesos en volúmenes y viceversa cuando se trabaja con agregados.

$$P.U.Vs. = W_m * (f)$$

Dónde:

$W_m$  = Peso neto del agregado suelto

$f$  = Factor de corrección

P.U.Vs.= Peso unitario volumétrico suelto

## 22. PESO UNITARIO COMPACTO:

Este proceso es parecido al del peso unitario suelto, pero compactando el material dentro del molde, este se usa en algunos métodos de diseño de mezcla como lo es el de American Concrete Instituto.

$$P.U.Vc. = Wm * (f)$$

Dónde:

$Wm$  = Peso neto del agregado suelto

$f$  = Factor de corrección

P.U.Vc.= Peso unitario volumétrico compactado

## EQUIPO Y MATERIALES USADOS

- Balanza, que permita lecturas de por lo menos 0.1 % del peso de la muestra.

*GRAFICO 21: Balanzas utilizada*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis



- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 60 cm. de largo, con un extremo redondeado y un recipiente cilíndrico de metal, suficientemente rígido para condiciones duras de trabajo.

**GRAFICO 2182: Molde y barra compactadora utilizados en el ensayo**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

**GRAFICO 193: / Agregado fino extraído de la cantera**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis.

## PROCEDIMIENTO

### Procedimiento Para Calcular El Peso Unitario Volumétrico Suelto

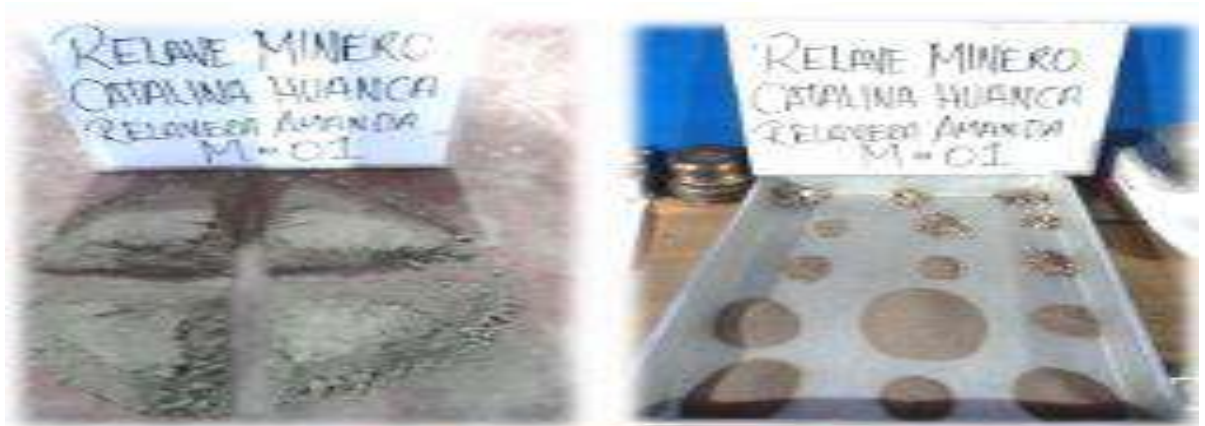
- Pesamos el recipiente que vamos a utilizar en el ensayo ( $W_r$ ).

*GRAFICO 204: Pesado del recipiente sin muestra*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

*GRAFICO 215: demostración de los agregados y el relave por cuarteo*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

Seleccionamos el agregado fino del cual se va a determinar su P.U.V.

- Llenamos el recipiente dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.

*GRAFICO 226: Llenando el recipiente con el agregado fino*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Eliminamos el excedente del agregado con la varilla compactadora
- Determinamos el peso de la muestra más el recipiente ( $W_{m+r}$ ).

*GRAFICO 237: Pesado del recipiente más la muestra sin compactar*



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Determinamos el peso de la muestra y luego calculamos el P.U.V. mediante la fórmula mencionada anteriormente.

#### **PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO**

- Pesamos el recipiente que vamos a utilizar en el ensayo ( $W_r$ ).
- Seleccionamos el agregado fino del cual se va a determinar su P.U.V.
- Llenamos el recipiente hasta la tercera parte dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.

**GRAFICO 248: Apisonando el agregado con la varilla compactadora (25 golpes)**



*Fuente: fotografía de trabajo de tesis*

- Apisonamos la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie
- Llenamos hasta 2/3 partes del recipiente y compactar nuevamente con 25 golpes como ante.
- Luego llenamos la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora (varilla) de acero de 16 mm. de ancho y 60 cm., de longitud).
- luego enrazamos el recipiente utilizando la barra compactadora o con una regla y desechando el material sobrante.

**GRAFICO 259: Enrazando el recipiente o Eliminando el exceso de agregado**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Determinamos el peso de la muestra compactada más el recipiente ( $W_m+r$ ).
- Determinamos el peso de la muestra compactada y luego calculamos el P.U.V. mediante la fórmula mencionada anteriormente.

### **23. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: (Suelto Y Compactado)**

Es el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario.

El peso unitario de los agregados depende directa y estrictamente del tamaño, forma y distribución de las partículas, y el grado de compactación (suelto o compactado).

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Balanza
- Barra compactadora de acero, circular, recta, de 5/8" de diámetro y 80 cm. de largo, con un extremo redondeado.
- Recipiente cilíndrico y de metal, suficientemente rígido para no sufrir deformaciones.
- Muestra en estado seco.

- Píngnometro

GRAFICO 26:/ Recipiente, barra compactadora y balanza



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

## PROCEDIMIENTO

### PESO UNITARIO COMPACTADO:

- Llenar el recipiente hasta la tercera parte y nivelar la superficie con la mano, apisonar la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Llenar hasta 2/3 partes del recipiente y compactar nuevamente con 25 golpes como antes. Luego se llenará la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora (varilla) de acero de 16 mm. de ancho y 60 cm., de longitud), se enrasa el recipiente utilizando la barra compactadora como regla y desechando el material sobrante.

**GRAFICO 27: Segunda etapa de compactación (25 golpes)**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

**GRAFICO 28: Tercera etapa de compactación (25 golpes)**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis



**GRAFICO 29: Enrazado del agregado grueso**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

- Seguidamente se determinará el peso neto del agregado en el recipiente ( $W_a$ ), para finalmente obtener el peso unitario compacto del agregado al multiplicar dicho peso por el factor ( $f$ ) calculado en anteriormente o el volumen interior del molde.

**GRAFICO 30: Peso del agregado compactado**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

### **PESO UNITARIO SUELTO:**

- El procedimiento a seguir para este método, fue el siguiente:
- Llenar el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5 cm. por encima del borde superior del recipiente.

- Tomar las precauciones necesarias para impedir en lo posible la segregación de las partículas. Eliminar el excedente del agregado con una reglilla. Determinar el peso neto del agregado en el recipiente ( $W_s$ ).
- Obtener el peso unitario suelto del agregado, multiplicando por el factor ( $t$ ) calculado anteriormente.
- **GRAFICO 31: Agregado grueso en el ensayo de peso unitario suelto**



Fuente: fotografía de trabajo de tesis

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1) PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Con la adición del relave minero en la tabla de diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  para tránsito ligero (método ACI), se logra incorporar como uno de los materiales a través del resultados de sus características físicas: Granulometría del (norma AASHTO T-27, ASTM D422), contenido de humedad (NORMA ASTM D-4944 Y AASHTO T-217), peso específico y absorción (N.T.P. 400.022 ASTM C-128).

Se realizó ensayo de resistencia a la compresión, del concreto elaborado a través del diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  adicionando relave de Raccaya, para tránsito ligero (método ACI), como resultados arroja.

- a.** *Ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto normal (ASTM C - 3*



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALIDAD EN SUELOS, FUNDACIONES Y  
 PODEROSOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
 CONCRETO HIDRAULICO**  
 NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

**Proyecto** : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

**Solicitante** : HERNAN AUOCASI ESPILCO

**Responsable** : HERNAN AUOCASI ESPILCO

**Muestra** : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

**Fecha** : MAYO DE 2017

**Región** : AYACUCHO

**Provincia** : HUAMANGA

**Distrito** : AYACUCHO

**Lugar** : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	N° Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad									
001	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.03	177.33	30.13	12.13	253.7	25,705.22	145.40	175	53
002	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	14.98	176.43	30.25	12.15	255.4	25,365.64	145.50	175	55
003	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.12	179.46	30.26	12.35	232.5	23,655.61	131.80	175	75
004	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.03	177.52	30.25	12.15	254.7	25,571.61	165.80	175	97
005	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.24	182.34	30.34	11.97	306.5	31,205.47	171.10	175	98
006	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	14.97	175.96	30.47	12.20	295.4	30,345.55	172.50	175	99
007	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	14.99	176.43	30.31	12.38	299.5	30,492.20	172.80	175	96
008	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.00	176.79	30.22	12.23	314.5	32,002.35	181.00	175	103
009	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.09	178.77	30.32	12.22	325.2	33,053.99	185.10	175	106
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	15.23	182.22	30.31	12.25	345.5	35,451.49	194.60	175	111
011	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.97	175.65	30.35	12.20	335.2	34,512.53	195.20	175	112
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.98	176.24	30.19	12.35	331.2	33,695.22	191.20	175	109

Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

Tabla 13: MUESTRA N° 02 – CONCRETO CON ADICION DE RELAVE MINERO

 <p><b>INGEOMAX</b> INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO ESPECIALIZADOS EN CIMENTOS, DISEÑO Y PAVIMENTOS</p>	CONTROL DE CALIDAD
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b> NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

**Proyecto** : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

**Solicitante** : HERNAN AUCCASI ESPILCO

**Región** : AYACUCHO

**Responsable** : HERNAN AUCCASI ESPILCO

**Provincia** : HUAMANGA

**Muestra** : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

**Distrito** : AYACUCHO

**Fecha** : MAYO DE 2017

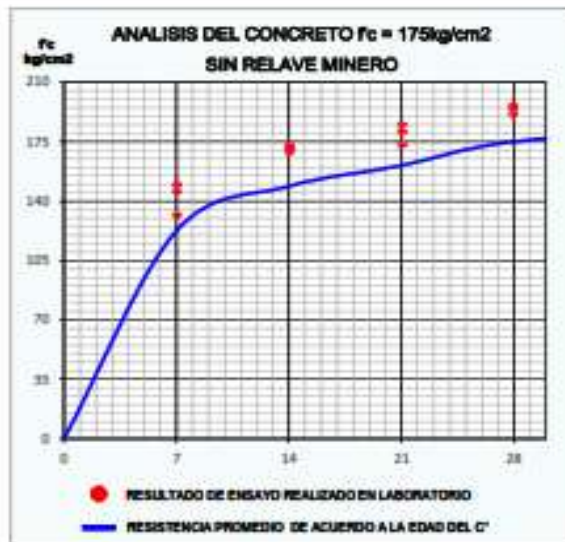
**Lugar** : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad									
001	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.06	176.16	29.93	11.96	296.0	30,002.42	166.40	175	96
002	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.20	181.41	30.13	12.22	281.4	28,614.89	157.70	175	90
003	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	14.96	176.22	29.76	11.85	266.6	29,349.37	160.50	175	92
004	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.02	177.26	30.11	12.97	326.1	33,175.82	167.20	175	107
005	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.05	177.65	30.49	11.85	346.6	35,492.10	199.60	175	114
006	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.05	177.60	30.83	11.50	326.4	33,410.51	167.90	175	107
007	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.06	176.04	30.06	11.84	370.2	37,675.73	211.60	175	121
008	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.03	177.35	30.06	12.03	373.7	38,032.87	214.40	175	123
009	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.04	177.94	29.80	11.65	360.6	36,696.16	206.70	175	118
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	15.02	177.21	30.25	12.23	363.6	36,863.46	220.40	175	126
011	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.96	176.96	30.00	12.15	403.5	41,073.62	232.90	175	133
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.96	175.68	30.09	11.74	391.6	39,879.77	227.00	175	130

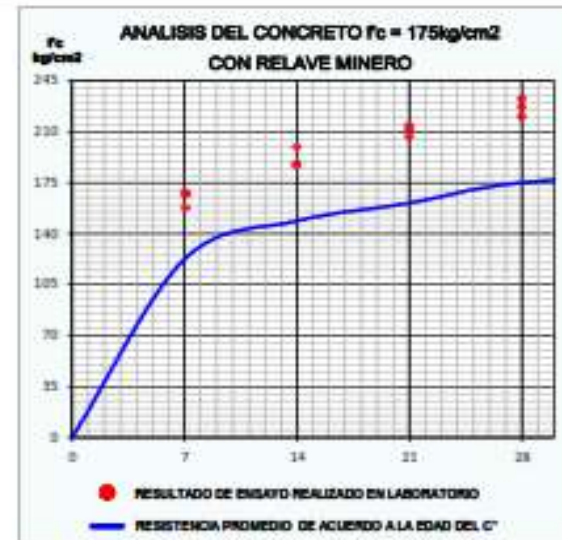
Tabla 14: Curva de la resistencia a la compresión

	CONTROL DE CALIDAD	
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b> NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000	
<b>Proyecto</b> : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
<b>Solicitante</b> : HERNAN AUCCASI ESPILCO	<b>Región</b> : AYACUCHO	
<b>Responsable</b> : HERNAN AUCCASI ESPILCO	<b>Provincia</b> : HUAMANGA	
<b>Muestra</b> : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO	<b>Distrito</b> : AYACUCHO	
<b>Fecha</b> : MAYO DE 2017	<b>Lugar</b> : AYACUCHO	

**GRAFICO COMPARATIVO DE DISEÑOS**



VS



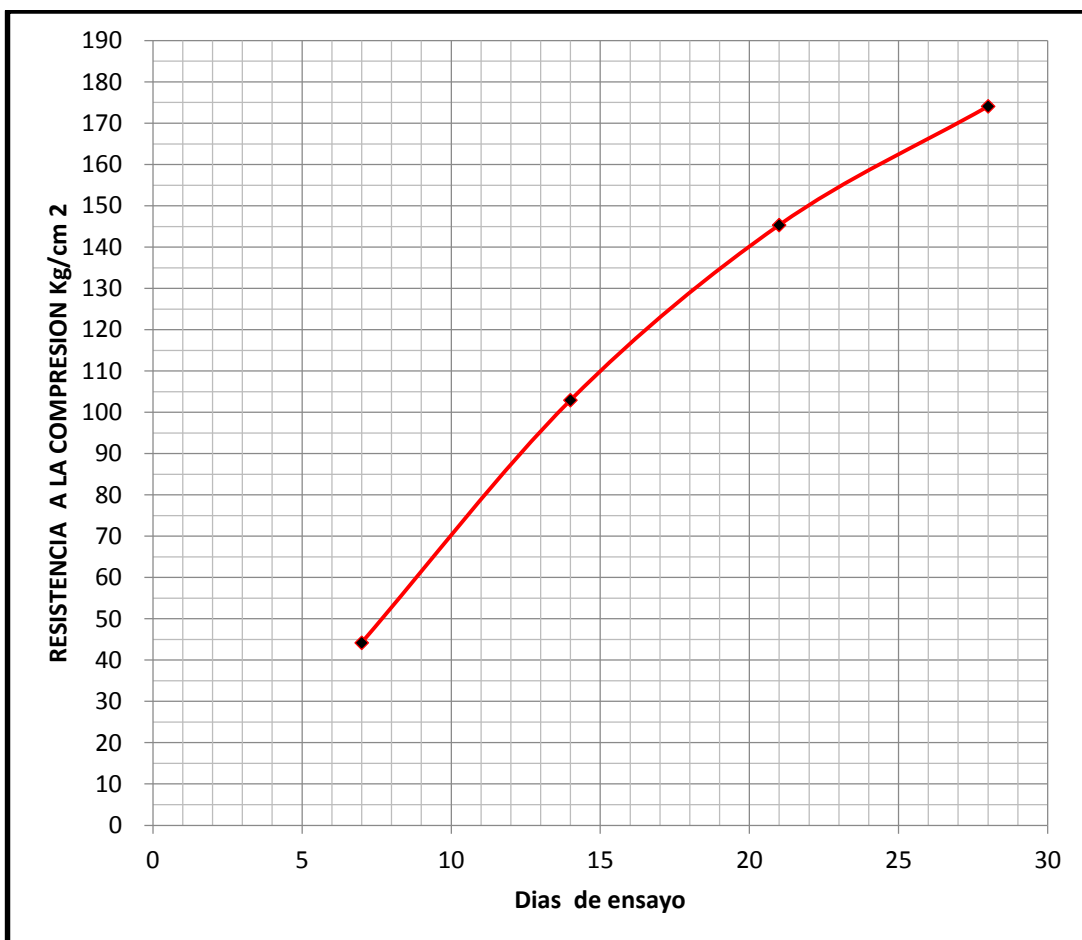
Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelo

**b. Ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto (ASTM C - 39) adicionando relave minero**

DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSIÓN	%	ESTRUCTURA
(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA	RESIST.	
			(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	OBTEN.	
15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
14.98	176.24	14	175	37900	18143	102.94	58.83	MUESTRA 2
15.00	176.72	21	175	55000	25688	145.36	83.06	MUESTRA 3
15.00	176.72	28	175	66500	30761	174.07	99.47	MUESTRA 4

Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

**Tabla 15: Curva de la resistencia a la compresión**



Fuente: resultados de ensayo por MTC –AYACH

- I. Con la influencia del uso de relave minero, en el diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando relave de la cancha relavera Amanda, para pavimento de resistencia media (método ACI). El resultado de este proceso es la optimización del uso agregado fino, en un porcentaje de 25 %, y que se le da un apoyo al agregado fino que es la arena gruesa del Rio Pampas de Cangallo, de acuerdo al módulo de fineza que contiene el relave minero.



	CONTROL DE CALIDAD
	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b> NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

**Proyecto** : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

**Solicitante** : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

**Región** : AYACUCHO

**Responsable** : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

**Provincia** : HUAMANGA

**Muestra** : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

**Distrito** : AYACUCHO

**Fecha** : MAYO DE 2017

**Lugar** : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad									
001	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.03	177.33	30.13	12.13	253.7	25,755.22	145.40	175	83
002	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	14.59	176.43	30.25	12.15	256.4	25,965.54	145.50	175	83
003	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.12	179.46	30.26	12.35	232.5	23,555.61	131.80	175	75
004	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.03	177.52	30.25	12.15	254.7	25,571.61	145.80	175	87
005	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.24	182.34	30.34	11.97	306.5	31,206.47	171.10	175	98
006	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	14.97	175.90	30.47	12.20	290.4	29,349.35	172.50	175	99
007	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	14.99	176.43	30.31	12.36	299.5	30,482.20	172.60	175	96
008	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.00	176.79	30.22	12.23	314.5	32,002.35	181.00	175	103
009	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.09	176.77	30.32	12.32	325.2	33,053.99	185.10	175	106
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	15.23	182.22	30.31	12.25	348.5	35,451.49	194.60	175	111
011	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.97	175.66	30.35	12.20	339.2	34,512.53	195.20	175	112
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.60	176.24	30.19	12.35	331.2	33,556.22	191.20	175	109

Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

**Tabla 16: MUESTRA N° 02 – CONCRETO CON ADICION DE RELAVE MINERO**



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN OBRAS, DISEÑO Y  
 PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
 CONCRETO HIDRAULICO**  
 NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

**Proyecto** : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

**Solicitante** : HERNAN AUCCASI ESPILLO

**Región** : AYACUCHO

**Responsable** : HERNAN AUCCASI ESPILLO

**Provincia** : HUAMANGA

**Muestra** : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

**Distrito** : AYACUCHO

**Fecha** : MAYO DE 2017

**Lugar** : AYACUCHO

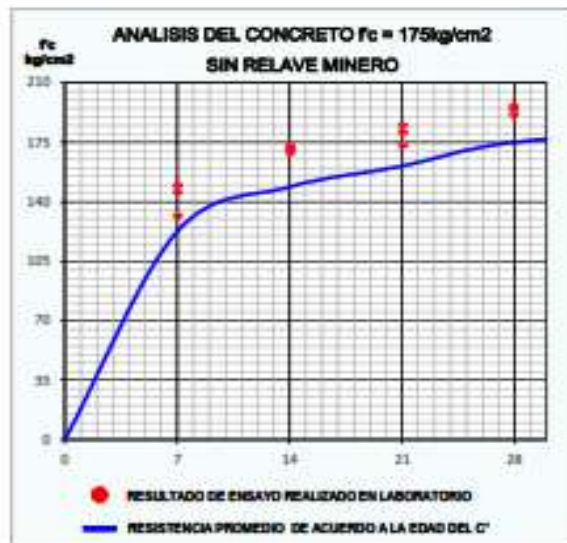
N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (N)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad									
001	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.00	175.15	29.93	11.90	295.0	30,002.42	165.40	175	96
002	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.20	161.41	30.13	12.22	261.4	26,614.69	157.70	175	90
003	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	14.95	175.22	29.75	11.65	255.5	25,349.37	166.50	175	95
004	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.02	177.26	30.11	12.97	326.1	33,175.62	187.20	175	107
005	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.05	177.65	30.49	11.65	346.5	35,492.10	199.60	175	114
006	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.05	177.60	30.83	11.50	326.4	33,410.51	187.90	175	107
007	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.06	175.04	30.06	11.64	370.2	37,673.73	211.60	175	121
008	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.03	177.35	30.66	12.03	373.7	38,032.67	214.40	175	123
009	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.04	177.54	29.80	11.65	360.5	36,695.16	206.70	175	118
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	15.02	177.21	30.25	12.23	363.5	36,963.46	220.40	175	126
011	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.99	176.96	30.00	12.15	403.5	41,073.62	232.90	175	133
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.96	175.68	30.09	11.74	391.5	39,879.77	227.00	175	130

Tabla 17: Curva de la resistencia a la compresión

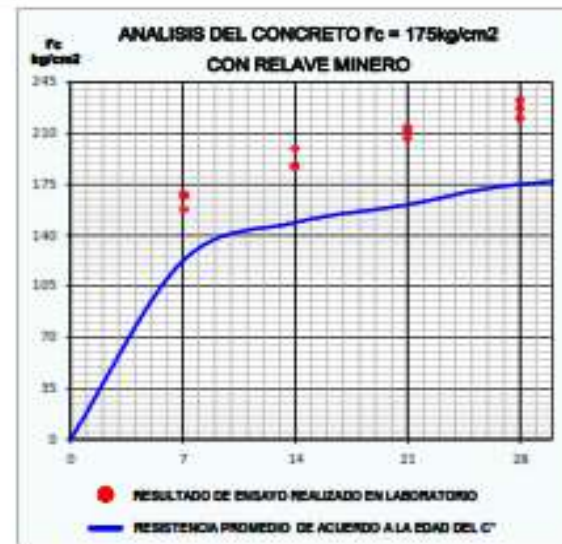
 <p style="text-align: center;"><b>INGENIERIA GEOTECNICA AL MANIFIESTO</b> ESPECIALISTAS EN GELOGIA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS</p>	<p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p><b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b></p> <p>NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000</p>
---	--

<b>Proyecto</b> : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"	
<b>Solicitante</b> : HERNAN AUCCASI ESPILCO	<b>Región</b> : AYACUCHO
<b>Responsable</b> : HERNAN AUCCASI ESPILCO	<b>Provincia</b> : HUAMANGA
<b>Muestra</b> : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO	<b>Distrito</b> : AYACUCHO
<b>Fecha</b> : MAYO DE 2017	<b>Lugar</b> : AYACUCHO

**GRAFICO COMPARATIVO DE DISEÑOS**



VS



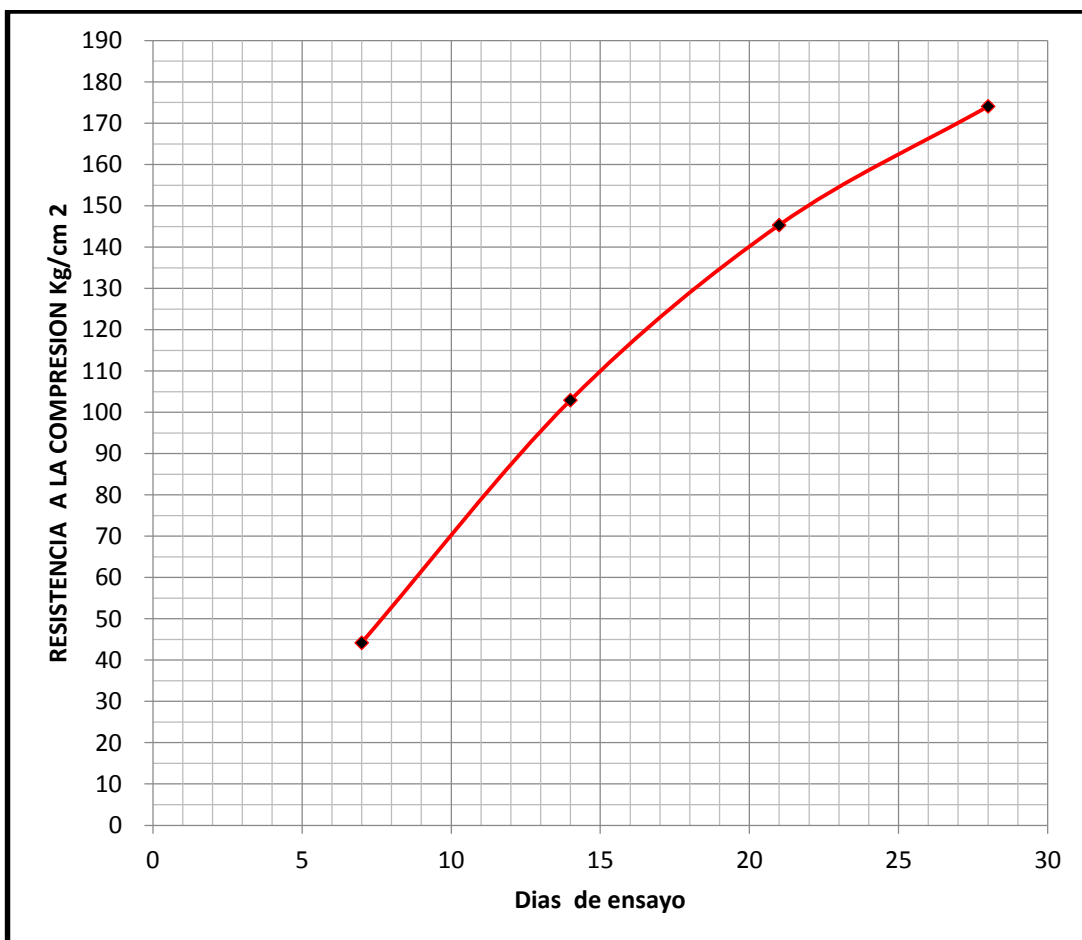
Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

c. Ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto (ASTM C - 39) adicionando relave minero

DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSIÓN	%	ESTRUCTURA
(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA	RESIST.	
			(Kg/cm <sup>2</sup> )	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm <sup>2</sup> )	OBTEN.	
15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
14.98	176.24	14	175	37900	18143	102.94	58.83	MUESTRA 2
15.00	176.72	21	175	55000	25688	145.36	83.06	MUESTRA 3
15.00	176.72	28	175	66500	30761	174.07	99.47	MUESTRA 4

Fuente: resultados de ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

Tabla 18: Curva de la resistencia a la compresión



Fuente: resultados de ensayo por MTC –AYACH

- II. Con la influencia del uso de relave minero, en el diseño de mezcla de concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  adicionando relave de la cancha relavera Amanda, para pavimento de resistencia media (método ACI). El resultado de este proceso es la optimización del uso agregado fino, en un porcentaje de 25 %, y que se le da un apoyo al agregado fino que es la arena gruesa del Rio Pampas de Cangallo, de acuerdo al módulo de fineza que contiene el relave minero.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A  
LA COMPRESION SIMPLE  
DEL CONCRETO**

**Proyecto:**  
**"DISEÑO DE MEZCLA CON  
ADICCION DE RELAVES  
MINEROS PARA PAVIMENTOS  
DE RESISTENCIA MEDIA,  
AYACUCHO 2017"**

**HUANCAYO - PERÚ**



*[Signature]*  
Ing. Maxwii Anthony Morote Aras  
CIP. N.º 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**1.00 GENERALIDADES**

**1.10 Objeto del Estudio**

El objetivo del presente Informe Técnico, es exponer los resultados obtenidos del control de calidad del concreto realizado para el proyecto de tesis: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017", encargado por el solicitante.

**2.00 DE LOS MATERIALES**

**2.10 De los Agregados.-**

Por su origen los agregados analizados al interior de los testigos se clasifican en agregados de origen natural pero tratados, de acuerdo a su peso unitario, dado por su densidad, estos agregados se clasifican en agregados de peso normal, de acuerdo a su perfil las partículas de agregado grueso puesto en obra se pueden considerar como agregados de perfil que va de sub anguloso a sub redondeado.

**2.20 Del cemento.-**

Las condiciones climáticas de la zona de la obra no son severas sino normales al concreto, por experiencias anteriores se infiere que el terreno presenta un contenido de sulfatos despreciable por lo que se respalda el uso del cemento Portland Estándar Tipo I.

  
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



### 3.00 DEL CONCRETO

#### 3.10 Del proporcionamiento del concreto.-

La selección de las proporciones de los materiales integrantes del concreto deberá permitir que: Se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan que el concreto sea colocado fácilmente en los encofrados y alrededor del acero de refuerzo bajo las condiciones de colocación a ser empleadas, sin segregación o exudación excesiva. Se logre resistencia y durabilidad a las condiciones especiales de exposición a que pueda estar sometido el concreto.

Se recomienda una consistencia plástica de 3" a 4" medida con el cono de Abrams, teniendo en cuenta una adecuada compactación mecánica.

Para la preparación del concreto se recomienda primero echar el agua luego un 10% aproximadamente de agregado grueso, luego el cemento completando finalmente con los agregados, es aconsejable el uso de cuberas cuando el concreto sea preparado con trompito.

#### 3.20 De los ensayos al concreto endurecido.-

Las muestras para ensayos de resistencia en compresión de cada clase de concreto colocado cada día deberán ser tomadas:

- No menos de una muestra de ensayo por día.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 50 metros cúbicos de concreto colocado.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 300 metros cuadrados de área superficial para pavimentos o losas.

  
**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Las probetas hechas con el fin de juzgar la calidad de uniformidad del concreto colocado en obra o para que sirvan como base para decidir sobre la aceptación del mismo, se desmoldan al cabo de  $20 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  después de moldeados. Inmediatamente después las probetas se estacionarán en una solución saturada de agua de cal a una temperatura de  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , no debiendo estar en ningún momento expuestas al goteo y a la acción del agua en movimiento.

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

Las probetas hechas para determinar cuándo una estructura puede ser puesta en servicio, se desmoldan al tiempo de la remoción de los encofrados, siguiéndose lo indicado en la Norma NTP 339.044.

#### 4.00 RESUMEN DE RESULTADOS

##### 4.10 De los resultados de laboratorio.-

Se presenta un cuadro de resumen de los ensayos realizados en laboratorio con su porcentaje de resistencia según su edad, obteniendo un porcentaje de resistencia promedio total para cada diseño.



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Se realizado ensayos de compresión simple del concreto (ASTM C39 / MTC E 704-2000) en el laboratorio a los testigos cilíndricos preparados y curados respectivamente, obteniendo una resistencia promedio en porcentaje para concretos  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  sin relave minero del 98.03% y  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  con relave minero del 113.34%; también se analizó los testigos comparándolos con la resistencia promedio según su edad dando resultados satisfactorios ya que se encuentran por encima del rango y requerimientos del control de calidad.

Con respecto a los resultados obtenidos podemos afirmar que el porcentaje de resistencia de diseño de mezcla  $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$  con Relave Minero es superior en 15% al diseño de mezcla de  $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$  sin Relave Minero.

Resistencia de diseño	% Resistencia Total	% Resistencia Diferencia
DISEÑO 175 kg/cm <sup>2</sup> Sin Relave	98.03	15
DISEÑO 175 kg/cm <sup>2</sup> Con Relave	113.34	

Se ha realizado los ensayos en 24 moldes cilíndricos de concreto (testigos), los diámetros, pesos, las alturas y lecturas de la prensa digital se presentan en el anexo de ensayos.



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
C.I.P. N° 132484  
ESPECIALISTA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**  
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Cuadro de resumen de ensayos F'C= 175KG/CM2 sin relave minero.

N° Probeta	Estructura	Edad	Resistencia Testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida	% Promedio Resistencia Obtenida
001	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	145.40	175.00	83.10	81.27
002	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	149.50	175.00	85.40	
003	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	131.80	175.00	75.30	
004	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	168.80	175.00	96.50	97.63
005	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	171.10	175.00	97.80	
006	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	172.50	175.00	98.60	
007	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	172.80	175.00	98.70	102.37
008	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	181.00	175.00	103.40	
009	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	185.10	175.00	105.00	
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	194.60	175.00	111.20	110.87
011	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	196.20	175.00	112.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	191.20	175.00	109.30	
<b>% DE RESISTENCIA TOTAL</b>						<b>98.03</b>

Cuadro de resumen de ensayos F'C= 175KG/CM2 con relave minero.

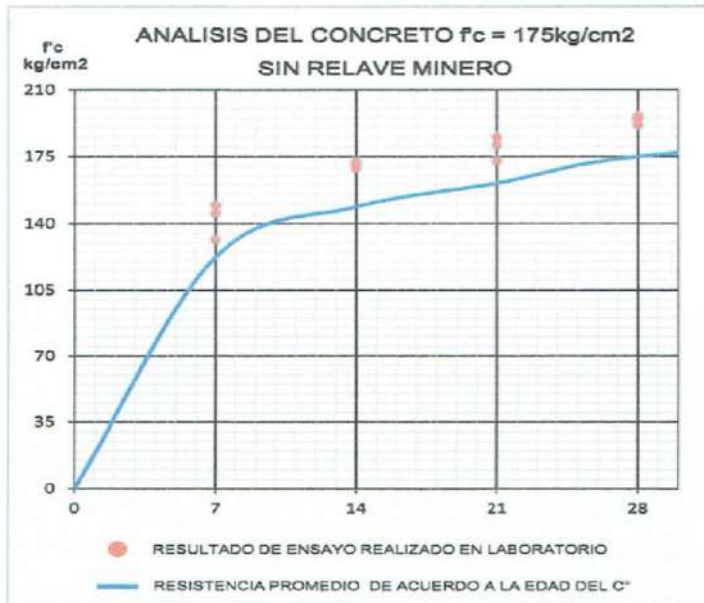
N° Probeta	Estructura	Edad	Resistencia Testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida	% Promedio Resistencia Obtenida
001	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	168.40	175.00	96.20	93.80
002	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	157.70	175.00	90.10	
003	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	166.50	175.00	95.10	
004	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	187.20	175.00	107.00	109.50
005	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	199.60	175.00	114.10	
006	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	187.90	175.00	107.40	
007	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	211.60	175.00	120.90	120.50
008	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	214.40	175.00	122.50	
009	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	206.70	175.00	118.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	220.40	175.00	125.90	129.57
011	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	232.90	175.00	133.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	227.00	175.00	129.70	
<b>% DE RESISTENCIA TOTAL</b>						<b>113.34</b>

DIRECCION: JR. JOSE SANTOS CHOCANO N° 104 - BARRIO LA MAGDALENA - AYACUCHO, CEL. 929526400 / 929526400.  
CORREOS: [ingenieros@ingecol.com](mailto:ingenieros@ingecol.com), [laboratorio@ingecol.com](mailto:laboratorio@ingecol.com)

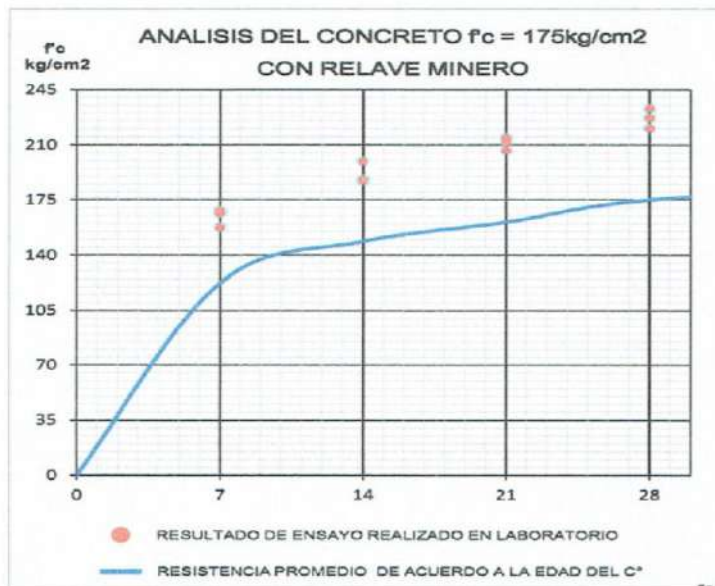

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Gráficos de las resistencias de diseño.

Diseño  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  sin Relave Minero.



Diseño  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  con Relave Minero.



**INGEOMAX**  
Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**ENSAYOS EN  
LABORATORIO**

  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132494  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
 ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
 PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
 CONCRETO HIDRAULICO**  
 NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm <sup>2</sup> )	Altura testigo (cm)	Masa testigo (kg)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad									
001	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.03	177.33	30.13	12.13	253.7	25,788.22	145.40	175	83
002	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	14.99	176.43	30.25	12.15	259.4	26,369.84	149.50	175	85
003	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	03-may	07 días	15.12	179.46	30.26	12.35	232.8	23,655.61	131.80	175	75
004	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.03	177.52	30.25	12.15	294.7	29,971.81	168.80	175	97
005	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	15.24	182.34	30.34	11.97	306.8	31,206.47	171.10	175	98
006	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	10-may	14 días	14.97	175.96	30.47	12.20	298.4	30,349.35	172.50	175	99
007	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	14.99	176.43	30.31	12.36	299.8	30,492.20	172.80	175	99
008	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.00	176.79	30.22	12.23	314.6	32,002.38	181.00	175	103
009	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	17-may	21 días	15.09	178.77	30.32	12.32	325.2	33,083.99	185.10	175	106
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	15.23	182.22	30.31	12.25	348.5	35,461.49	194.60	175	111
011	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.97	175.89	30.35	12.20	339.2	34,512.53	196.20	175	112
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	26-abr	24-may	28 días	14.98	176.24	30.19	12.35	331.2	33,696.22	191.20	175	109

Observaciones : Los testigos de concreto han sido preparados y curados inicialmente en laboratorio.

De acuerdo a los ensayos realizados, se afirma que cumplen con la resistencia de diseño.

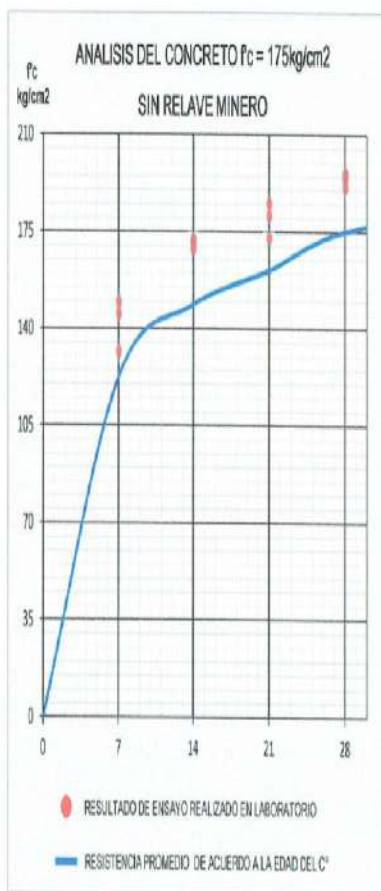
**INGEOMAX**  
  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP N° 132154  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RESULTADO	
CUMPLE	✘
NO CUMPLE	
OBSERVADO	

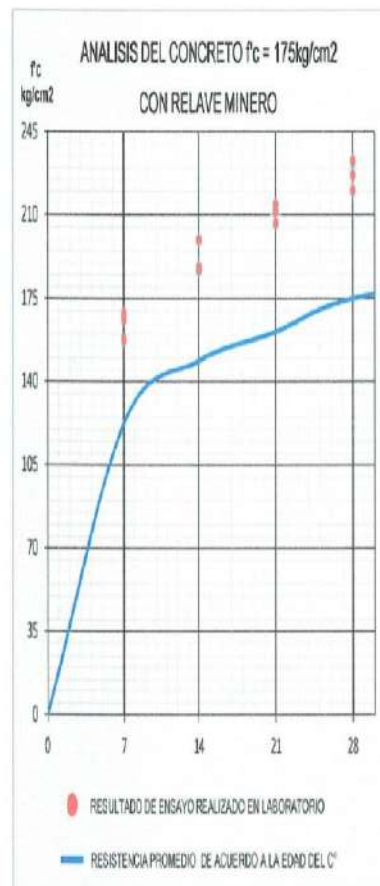
Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO	Región : AYACUCHO
Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILCO	Provincia : HUAMANGA
Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO	Distrito : AYACUCHO
Fecha : MAYO DE 2017	Lugar : AYACUCHO

GRAFICO COMPARATIVO DE DISEÑOS



VS



  
**Ing. Maxwell Anthony Morote Arias**  
 CIP/ N° 132454  
 ESPECIALISTA DE RELAVES CONCRETOS Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

CONTROL DE CALIDAD

**TENENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO**

MA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Región : AYACUCHO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Distrito : AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : AYACUCHO

**RESUMEN DE DISEÑO F'C 175 Kg/Cm2 SIN RELAVE MINERO**

Nº Probeta	Estructura	Edad	Resistencia Testigo (kg/cm2)	Resistencia Diseño (kg/cm2)	% Resistencia Obtenida	% Promedio Resistencia Obtenida
001	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	145.40	175.00	83.10	81.27
002	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	149.50	175.00	85.40	
003	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	7	131.80	175.00	75.30	
004	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	168.80	175.00	96.50	97.63
005	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	171.10	175.00	97.80	
006	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	14	172.50	175.00	98.60	
007	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	172.80	175.00	98.70	102.37
008	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	181.00	175.00	103.40	
009	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	21	185.10	175.00	105.00	
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	194.60	175.00	111.20	110.87
011	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	196.20	175.00	112.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS SIN RELAVE MINERO	28	191.20	175.00	109.30	
<b>% DE RESISTENCIA TOTAL</b>						<b>98.03</b>

**INGEOMAX**

*Ing. Maxwell Anthony Morote Arias*  
 CIP. N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS





**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLO

Región : AYACUCHO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLO

Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Distrito : AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : AYACUCHO


### RESUMEN DEL ANALISIS DE PORCENTAJE DE RESISTENCIA

Resistencia de diseño	% Resistencia Total	% Resistencia Diferencia
DISEÑO 175 kg/cm <sup>2</sup> Sin Relave	98.03	15
DISEÑO 175 kg/cm <sup>2</sup> Con Relave	113.34	

CONCLUSIONES : De acuerdo a los ensayos de resistencia a la compresion simple de concreto (ROTURA), el diseño de concreto

F<sub>c</sub>=175 Kg/cm<sup>2</sup> con relave supera en 15% del diseño de concreto F<sub>c</sub>=175 Kg/cm<sup>2</sup> sin relave.

  
**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
 CIP. N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 <b>INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO</b> ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CONTROL DE CALIDAD
	<b>TENENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO</b> NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Región : AYACUCHO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Distrito : AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : AYACUCHO

### RESUMEN DE DISEÑO FC 175 Kg/Cm2 CON RELAVE MINERO

Nº Probeta	Estructura	Edad	Resistencia Testigo (kg/cm2)	Resistencia Diseño (kg/cm2)	% Resistencia Obtenida	% Promedio Resistencia Obtenida
001	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	168.40	175.00	96.20	93.80
002	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	157.70	175.00	90.10	
003	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	7	166.50	175.00	95.10	
004	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	187.20	175.00	107.00	109.50
005	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	199.60	175.00	114.10	
006	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	14	187.90	175.00	107.40	
007	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	211.60	175.00	120.90	120.50
008	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	214.40	175.00	122.50	
009	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	21	208.70	175.00	118.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	220.40	175.00	125.90	129.57
011	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	232.90	175.00	133.10	
010	DISEÑO DE MEZCLAS CON RELAVE MINERO	28	227.00	175.00	129.70	
% DE RESISTENCIA TOTAL						

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morúa Arias  
 CIP. N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**NGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

**PANEL  
FOTOGRAFICO**

**NGEOMAX**

*Ing. Maxwell Anthony Morote Arias*  
C.I.P. N° 152434  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 sin Relave Minero - 07 DIAS



INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Región : AYACUCHO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Distrito : AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 sin Relave Minero - 14 DIAS



INGEOMAX  
Ing. Maxwell Anthony Mordte Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA DE DISEÑOS CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 sin Relave Minero - 21 DIAS



INGEOMAX  
Ing. Maxwil Anthony Morole Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Region : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Districto : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 sin Relave Minero - 28 DIAS



INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO

NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm<sup>2</sup> con Relave Minero - 07 DIAS



INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS





INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 con Relave Minero - 14 DIAS



INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Proyecto	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
Solicitante	: HERNAN AUCCASI ESPILCO	Región	: AYACUCHO
Responsable	: HERNAN AUCCASI ESPILCO	Provincia	: HUAMANGA
Muestra	: TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: MAYO DE 2017	Lugar	: AYACUCHO

**PANEL FOTOGRAFICO**  
**F<sub>c</sub>=175 Kg/cm<sup>2</sup> con Relave Minero - 21 DIAS**



  
**Ing. Maxwil Anthony Morote Arias**  
 CIP N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE  
CONCRETO HIDRAULICO  
NORMA ASTM C-31, MTC E 704 - 2000

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Responsable : HERNAN AUCCASI ESPILCO

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO CON SIN RELAVE MINERO

Fecha : MAYO DE 2017

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PANEL FOTOGRAFICO

F'c=175 Kg/cm2 con Relave Minero - 28 DIAS



INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP N° 32454  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## DISEÑO DE MEZCLAS

  
*Ing. Maxwell Anthony Morote Arias*  
CIP. N° 132494  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ENSAYOS EN  
LABORATORIO**



*Ing. Maxwil Anthony Morote Arias*  
C.I.F. N° 132454  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Region : AYACUCHO

Calicata : RELAVE MINERO

Provincia : VICTOR FAJARDO

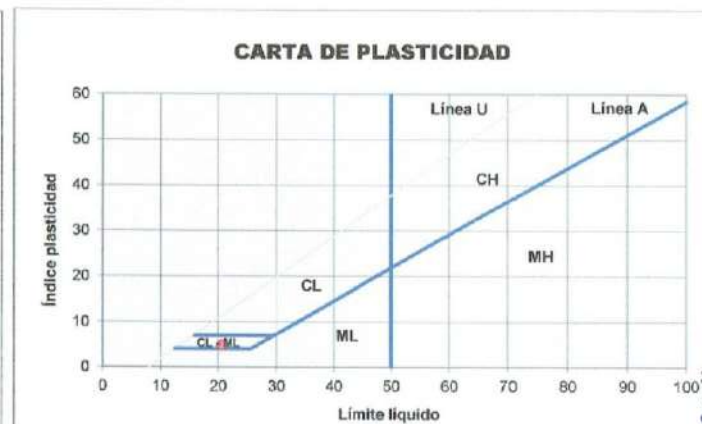
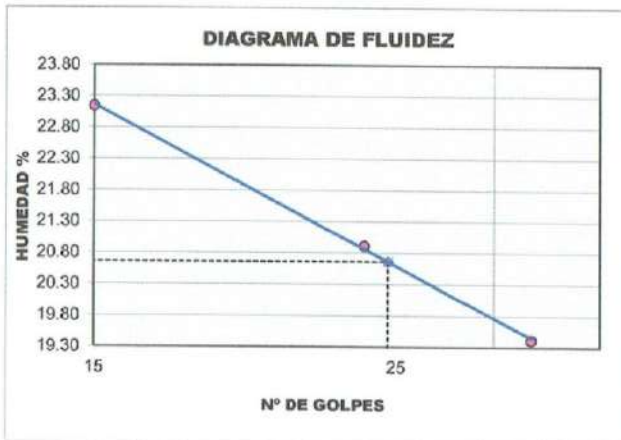
Deposito : DEPOSITO RELAVERA AMANDA

Distrito : CANARIA

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : UYUCCASA

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)			LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D-4319, MTC E 111-2000)		LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Tara Número	Unidades	48	43	28	12	40		
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	gr	40.96	41.26	52.53	24.07	24.33	LL (%) =	20.66
Peso Recipiente + Suelo Seco	gr	36.60	37.53	48.58	23.24	23.51	LP (%) =	15.76
Peso del Recipiente	gr	17.76	19.68	28.24	17.90	18.38	LL - LP = IP (%) =	4.90
Peso del Suelo Seco	gr	18.84	17.85	20.34	5.34	5.13		
Peso del Agua	gr	4.36	3.73	3.95	0.83	0.82		
Contenido de Humedad	%	23.14	20.91	19.42	15.54	15.98		
Número de Golpes		15	24	32				



**INGEOMAX**  
 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
 CIP. N° 13245  
 ESPECIALISTA DE TIENDAS DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
**ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILCO Region : AYACUCHO  
 Calicata : RELAVE MINERO Provincia : VICTOR FAJARDO  
 Estrato : DEPOSITO RELAVEIRA AMANDA : UYUCCASA Distrito : CANARIA  
 Fecha : MAYO DE 2017 Lugar : UYUCCASA

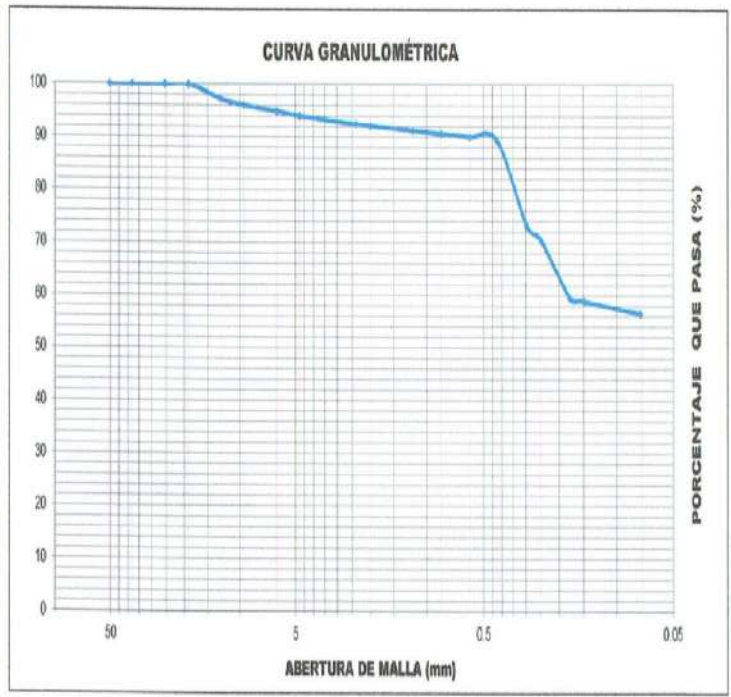
**ENSAYO ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS**  
 (ASTM DE 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, DE 1557)

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.000
1/2"	12.700	42.69	2.80	2.80	97.199
3/8"	9.525	18.02	1.18	3.98	96.016
1/4"	6.350	17.58	1.15	5.14	94.862
Nº 4	4.750	13.37	0.88	6.01	93.99
Nº 8	2.380	23.72	1.56	7.57	92.43
Nº 10	2.000	4.39	0.29	7.86	92.14
Nº 16	1.190	14.45	0.95	8.81	91.19
Nº 20	0.840	8.66	0.57	9.38	90.62
Nº 30	0.590	8.83	0.58	9.96	90.04
Nº 40	0.426	10.61	0.70	10.65	89.35
Nº 50	0.297	244.85	16.07	26.72	73.28
Nº 60	0.250	41.41	2.72	29.44	70.56
Nº 80	0.177	166.68	10.94	40.38	59.62
Nº 100	0.149	11.25	0.74	41.11	58.89
Nº 200	0.075	36.83	2.42	43.53	56.47
FONDO LAVADO		860.52	56.47	100.00	0.00
TOTAL		1523.86			

DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
Peso seco inicial (gr)	1523.86
peso seco lavado (gr)	663.34
Pérdida por lavado (gr)	860.52

ENSAYO ESTANDAR	
% Grava	6.01
% Arena	37.52
% Finos	56.47

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA					
D10 (mm)	0.013	D30 (mm)	0.040	D60 (mm)	0.180
D15 (mm)	0.020	D50 (mm)	0.066	D85 (mm)	0.391
Cu = 13.52			Cc = 0.67		



CLASIFICACION DE SUELOS	
AASHTO	SUCS
A-4 (0)	CL-ML ARCILLA LIMO-ARENOSA

**INGEOMAX**  
 Ino. Maxwii Anthony Morote Arias  
 CIP. Nº 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

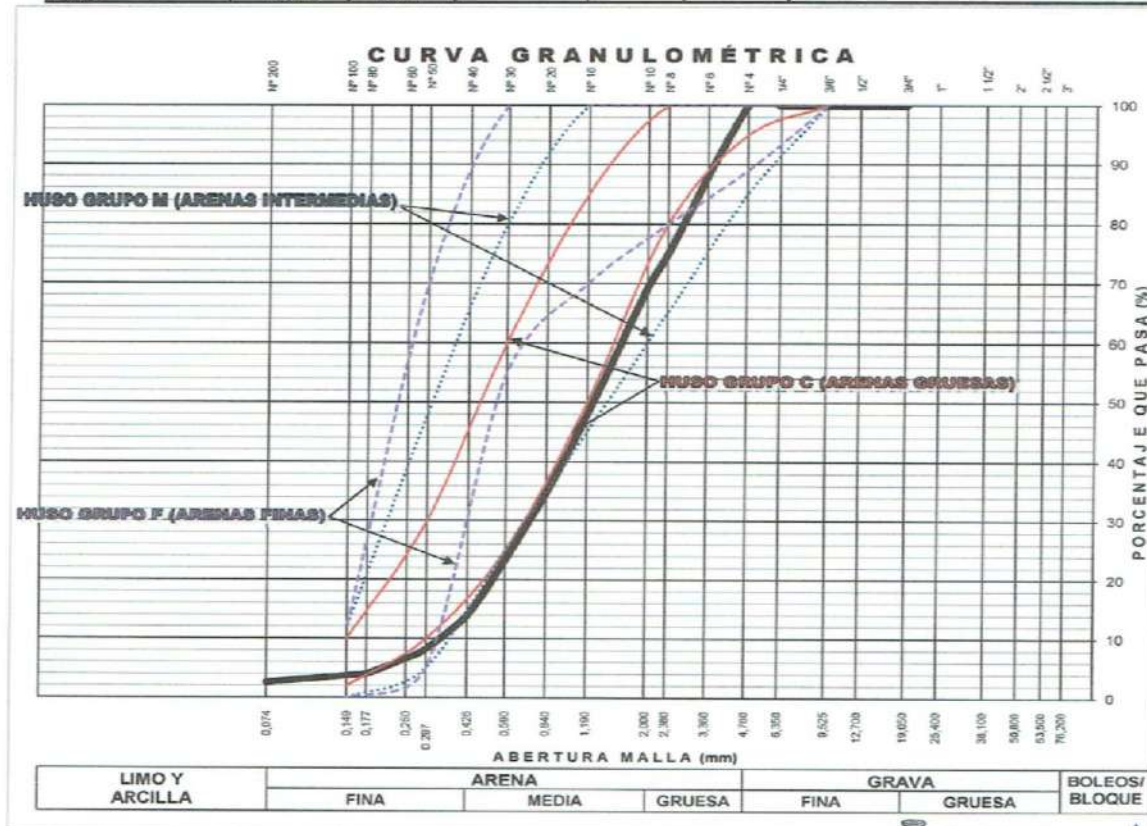
**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO**  
**(MTC E 204-2000)**

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO  
Cantera : CANTERA CHACCO  
Material : ARENA ZARANDEADA  
Fecha : MAYO DE 2017

Region : AYACUCHO  
Provincia : HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : CANTERA CHACCO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. LIM. TOTAL	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200				100.00		<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial : 1136.12 Peso seco lavado : 1106.87 Pérdida por lavado : 29.3 <b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b> % Grava : 0.0 % Arena : 97.4 % de Finos : 2.6 $D_{10} = D_{60(mm)}$ : 0.3364 $D_{30(mm)}$ : 0.7329 $D_{60(mm)}$ : 2.6008 Cu : 7.7 Cc : 0.6 $D_{15(mm)}$ : 0.4428 $D_{50(mm)}$ : 1.2707 $D_{85(mm)}$ : 2.7733 Clasificación SUCS : <b>SP</b> <b>ARENA MAL GRADUADA</b> Gravedad específica : 2.60 Módulo de Fineza : 3.42 Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) : 37.9
2 1/2"	63.500		-	-	100.00		
2"	50.800		-	-	100.00		
1 1/2"	38.100		-	-	100.00		
1"	25.400		-	-	100.00		
3/4"	19.050		-	-	100.00		
1/2"	12.700		-	-	100.00		
3/8"	9.525		-	-	100.00		
1/4"	6.350		-	-	100.00		
Nº 4	4.760		-	-	100.00	89 - 100	
Nº 6	3.360		-	-	100.00		
Nº 8	2.380	284.64	25.05	25.05	74.95	65 - 100	
Nº 10	2.000	65.39	5.76	30.81	69.19		
Nº 16	1.190	242.17	21.32	52.12	47.88	45 - 100	
Nº 20	0.840	147.37	12.97	65.10	34.90		
Nº 30	0.590	130.07	11.45	76.54	23.46	25 - 100	
Nº 40	0.426	107.06	9.42	85.97	14.03		
Nº 50	0.297	65.92	5.80	91.77	8.23	5 - 70	
Nº 60	0.250	18.02	1.59	93.36	6.64		
Nº 80	0.177	29.40	2.59	95.94	4.06		
Nº 100	0.149	3.58	0.32	96.26	3.74	0 - 12	
Nº 200	0.074	13.25	1.17	97.43	2.57		
Fondo			-	97.43	2.57		
Lavado		29.3	2.57	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>1,136.12</b>	<b>100.00</b>				



**INGEOMAX**

Ing. Maxwil Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132494



### ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL

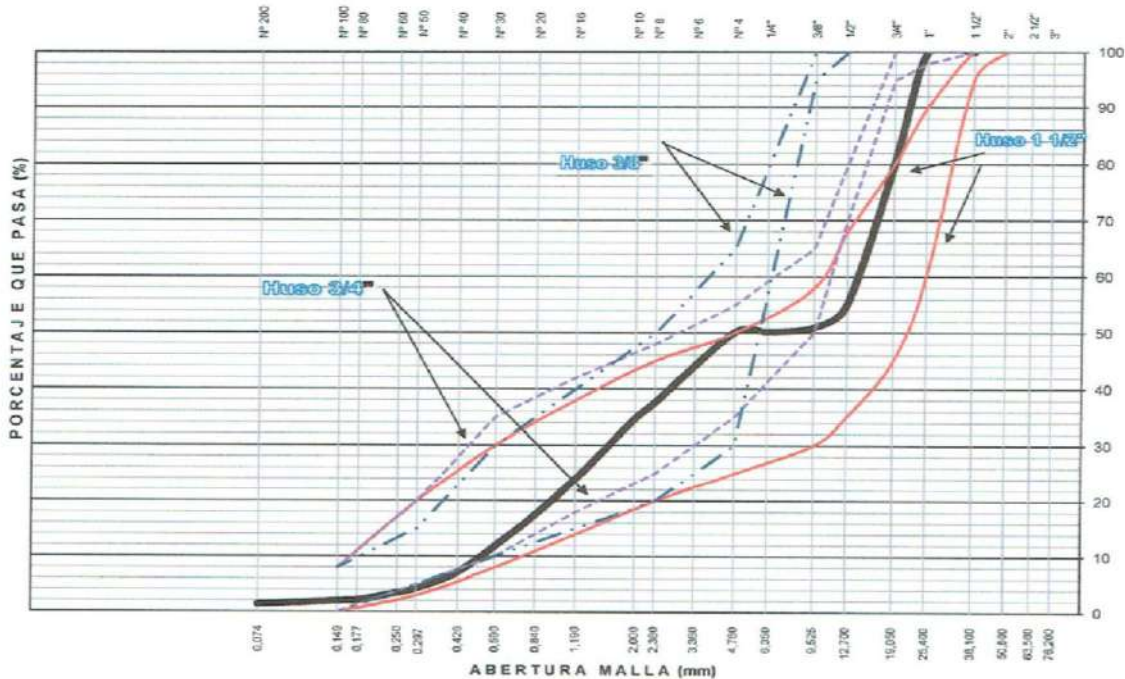
Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO  
 Cartera : CANTERA CHACCO  
 Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA  
 Fecha : MAYO DE 2017

Region : AYACUCHO  
 Provincia : HUAMANGA  
 Distrito : AYACUCHO  
 Lugar : CANTERA CHACCO

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	% PASA (A.G.) 1.00	% PASA (A.F.) 1.00	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 1 1/2"	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO
3"	76.200	100.00	100.00	0.00	100.00		<b>RESULTADOS</b> % Grava = 49.9 % Arena = 48.7 % de Finos = 1.4 D <sub>10</sub> = D <sub>0.075</sub> = 0.5261 D <sub>30</sub> = 1.643 D <sub>60</sub> = 24.160 C <sub>u</sub> = 24.160 C <sub>c</sub> = 0.21 D <sub>15</sub> = 0.728 D <sub>50</sub> = 3.352 D <sub>85</sub> = 9.496 Clasificación SUCS = <b>GP</b> <b>GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA</b> Tamaño Maximo = 1" Tamaño Maximo Nominal = 3/4" Módulo de Fineza = 5.4 Porcentaje según analisis del Agregado Global Porcentaje de Agregado Grueso = 50.0 Porcentaje de Agregado fino = 50.0
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	0.00	100.00	100 - 100	
2"	50.800	100.00	100.00	0.00	100.00	95 - 100	
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.00	100.00	60 - 90	
1"	25.400	100.00	100.00	0.00	100.00	45 - 80	
3/4"	19.050	60.07	100.00	19.96	80.04	35 - 68	
1/2"	12.700	10.28	100.00	44.86	55.14	30 - 58	
3/8"	9.525	1.98	100.00	49.01	50.99	25 - 50	
1/4"	6.350	0.32	100.00	49.84	50.16	20 - 45	
Nº 4	4.750	0.22	100.00	49.89	50.11	8 - 30	
Nº 6	3.360	0.22	100.00	49.89	50.11		
Nº 8	2.380	0.22	74.95	62.42	37.58		
Nº 10	2.000	0.22	69.19	65.30	34.70		
Nº 16	1.190	0.22	47.88	75.95	24.05		
Nº 20	0.840	0.22	34.90	82.44	17.56		
Nº 30	0.590	0.22	23.46	88.16	11.84		
Nº 40	0.426	0.22	14.03	92.88	7.12		
Nº 50	0.297	0.22	8.23	95.78	4.22		
Nº 60	0.250	0.22	6.64	96.57	3.43		
Nº 80	0.177	0.22	4.06	97.86	2.14		
Nº 100	0.149	0.22	3.74	98.02	1.98		
Nº 200	0.074	0.22	2.57	98.60	1.40		
Fondo							

**CURVA GRANULOMETRICA AGREGADO GLOBAL**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA	BOLEOS/PAVOS
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA

Ing. Maxwil Anthony Morete Arias  
 CIP N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**INGEOMAX**  
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO  
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO  
(MTC E 204 - 2000)**

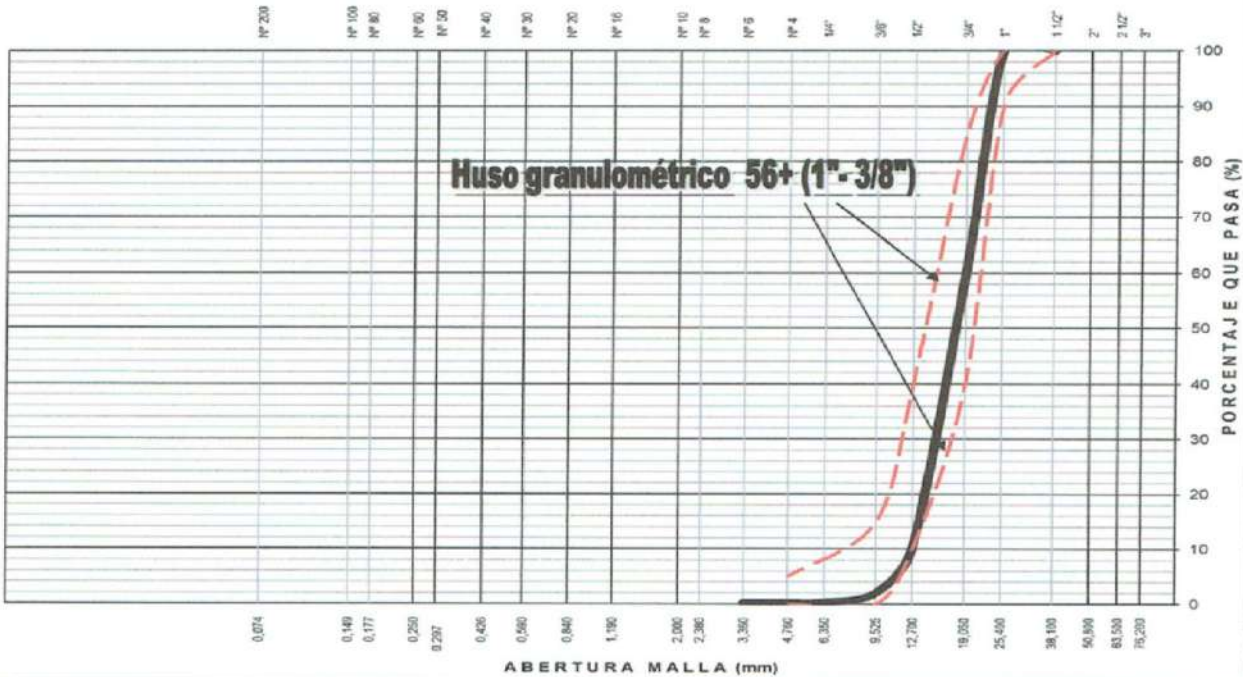
Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO  
Cantera : CANTERA CHACCO  
Material : GRAVA CHANCADA  
Fecha : MAYO DE 2017

Region : AYACUCHO  
Provincia : HUAMANGA  
Distrito : AYACUCHO  
Lugar : CANTERA CHACCO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 56+ 1" - 3/8"	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200				100.00		<b>PESOS (gr)</b> Peso seco inicial 1838.98 Peso seco lavado 1834.98 Pérdida por lavado 4.0 <b>ENSAYOS ESTANDAR</b> % Grava 99.8 % Arena 0.0 % de Finos 0.2 D <sub>10</sub> = D <sub>40(mm)</sub> = 12.59 D <sub>30(mm)</sub> = 15.21 D <sub>60(mm)</sub> = 22.23 C <sub>u</sub> = 1.77 C <sub>c</sub> = 0.83 D <sub>150(mm)</sub> = 13.30 D <sub>60(mm)</sub> = 17.77 D <sub>250(mm)</sub> = 23.01 Clasificación SUCS <b>GP</b> <b>GRAVA MAL GRADUADA</b> Tamaño Máximo 1" Tamaño Máximo Nominal 3/4" Gravedad específica 2.71 Módulo de Fineza 7.37 Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr) 2.17
2 1/2"	63.500		-	-	100.00		
2"	50.800		-	-	100.00		
1 1/2"	38.100		-	-	100.00	100 - 100	
1"	25.400		-	-	100.00	90 - 100	
3/4"	19.050	784.28	39.93	39.93	60.07	40 - 25	
1/2"	12.700	915.69	49.79	89.72	10.28	10 - 40	
3/8"	9.525	152.60	8.30	98.02	1.98	0 - 15	
1/4"	6.350	30.52	1.66	99.68	0.32		
Nº 4	4.760	1.94	0.11	99.78	0.22	0 - 5	
Nº 6	3.360			99.78	0.22		
Nº 8	2.380			99.78	0.22		
Nº 10	2.000			99.78	0.22		
Nº 16	1.190			99.78	0.22		
Nº 20	0.840			99.78	0.22		
Nº 30	0.590			99.78	0.22		
Nº 40	0.426			99.78	0.22		
Nº 50	0.297			99.78	0.22		
Nº 60	0.250			99.78	0.22		
Nº 80	0.177			99.78	0.22		
Nº 100	0.149			99.78	0.22		
Nº 200	0.074			99.78	0.22		
Fondo Lavado		4.0	0.22	100.00	-		
<b>TOTAL</b>		<b>1839.0</b>	<b>100.0</b>				

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS/ BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

**INGEOMAX**  
Ing. Maxwell Anthony Morote Arias  
CIP. N° 132454  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS**

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO

Region : AYACUCHO

Cantera : CANTERA CHACCO

Provincia : HUAMANGA

Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

Distrito : AYACUCHO

Fecha : MAYO DE 2017

Lugar : CANTERA CHACCO

**AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2000, NTP 400.021)**

OBJETIVO: Obtención de los Pesos Especificos aparente y nominal, así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina nominal.

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01 AG	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso en el aire de la muestra seca (gr)	1,450.67	1,450.15		
B	Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	1,500.22	1,500.04		
C	Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	903.00	904.00		
	Peso Especifico Aparente = A/(B-C)	2.43	2.43		2.43
	Peso Especifico Aparente SSS = B/(B-C)	2.51	2.52		2.51
	Peso Especifico Nominal = A/(A-C)	2.65	2.66		2.65
	% de Absorción = ((B - A)/A) x 100	3.42	3.44		3.43

**AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2000)**

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra secada (gr)	240.37	240.84		
B	Peso del Picnometro aforado lleno de agua (gr)	679.32	623.97		
C	Peso del Picnometro con la muestra y agua (gr)	829.77	774.15		
D	Peso de la muestra en SSS (gr)	250.04	250.02		
	Peso Especifico Aparente = A/(B-C+S)	2.41	2.41		2.41
	Peso Especifico Aparente SSS = S/(B-C+S)	2.51	2.50		2.51
	Peso Especifico Nominal = A/(A-C+B)	2.67	2.66		2.66
	% de Absorción = ((S - A)/A) x 100	4.02	3.81		3.92

Porcentaje Retenido en la Malla Nº4 (%)	49.89
Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)	50.11
<b>Gravedad especifica de los sólidos</b>	<b>2.42</b>

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"  
 Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO Region : AYACUCHO  
 Cantera : CANTERA CHACCO Provincia : HUAMANGA  
 Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA Distrito : AYACUCHO  
 Fecha : MAYO DE 2017 Lugar : CANTERA CHACCO

**PORCENTAJE DE VACIOS**

IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	Agregado Fino
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,267	1,565
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,424	1,599
C	Gravedad Especifica de Masa	2.43	2.41
D	Peso de los Solidos (gr)	2,431	2,413
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		47.9	35.2
Porcentaje de Vacios (%) Agregado varillado		41.4	33.7

**CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCIÓN EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL**

IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	75.27	74.92
B	Peso Seco de la muestra (gr)	72.31	72.68
C	Peso del agua en la muestra (gr)	2.96	2.24
D	% de absorcion		3.43
Contenido de Humedad (%)		4.09	3.08
Contenido de Humedad (%)			3.59
Absorcion Efectiva (%)			-
Humedad Superficial (%)			0.16
IDENTIFICACIÓN		Agregado Fino	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	74.01	88.11
B	Peso Seco de la muestra (gr)	69.99	83.27
C	Peso del agua en la muestra (gr)	4.02	4.84
D	% de absorcion		3.92
Contenido de Humedad (%)		5.74	5.81
Contenido de Humedad (%)			5.78
Absorcion Efectiva (%)			-
Humedad Superficial (%)			1.86

Nota: El agregado fue muestreado en laboratorio, cuya humedad en ese momento es la que se determina.



**INGEOMAX**  
 Ing. Máxwil Anthony Morote Arias  
 CIP. N.º 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



**VISTAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO**



RELAVE MINERO  
CATALINA HUANCA  
RELAVERA  
AMANDA  
M=01



**VISTAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN LABORATORIO**



**CALCULOS Y  
DISEÑOS**



*Ing. Maxwell Anthony Morote Arias*  
CIP. N° 13245  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**RESUMEN DISEÑO DE MEZCLA TMN 3/4" DEL AGREGADO GRUESO  
DOSIFICACION EN PESO SECO**

Metodo	f'c (kg/cm2)	Dosificacion en Peso				Estructura	Slump
		C	AF	AG	Agua (lt/saco)		
Combinacion de Agregados	175	1.0	3.7	2.5	31.5	PARA ESTRUCTURAS	CONSISTE NCIA 3"-4"
Walker	175	1.0	3.5	2.7	31.5		
ACI	175	1.0	3.3	2.9	31.5		
Agregado Global	175	1.0	3.1	3.1	31.5		

**DOSIFICACION EN PESO CORREGIDO POR HUMEDAD**

Metodo	f'c (kg/cm2)	Dosificacion en peso				Estructura	Slump
		C	AF	AG	Agua (lt/saco)		
Combinacion de Agregados	175	1.0	3.9	2.6	28.4	PARA ESTRUCTURAS	CONSISTE NCIA 3"-4"
Walker	175	1.0	3.7	2.8	28.5		
ACI	175	1.0	3.5	3.0	28.7		
Agregado Global	175	1.0	3.3	3.2	28.8		

**DOSIFICACION EN VOLUMEN CORREGIDO POR HUMEDAD**

Metodo	f'c (kg/cm2)	Dosificacion en Volumen				Estructura	Slump
		C	AF	AG	Agua (lt/saco)		
Combinacion de Agregados	175	1.0	3.5	2.9	28.4	PARA ESTRUCTURAS	CONSISTE NCIA 3"-4"
Walker	175	1.0	3.3	3.2	28.5		
ACI	175	1.0	3.2	3.4	28.7		
Agregado Global	175	1.0	3.0	3.7	28.8		
Reajuste	175	1.0	3.3	3.3	28.0		

**RESUMEN DOSIFICACION EN VOLUMEN CORREGIDO POR HUMEDAD**

Método	f'c (kg/cm2)	Dosificación en Volumen				Recomendación para Análisis de Costos Unitarios				
		C	AF	AG	Agua (lt/saco)	f'c (kg/cm2)	C(bls)	AF(m3)	AG (m3)	Agua (m3)
Reajuste	175	1.0	3.3	3.3	28.0	175	7.17	0.75	0.76	0.18

  
  
**Ing. Maxwil Anthony Mordte Arias**  
 CIP. N° 132454  
 ESPECIALISTA DE MEZCLA DE CONCRETO Y PAVIMENTOS



**DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"				
Proyecto	: HERNAN AUCCASI ESPILLCO		Region	: AYACUCHO
Solicitante	: CANTERA CHACCO		Provincia	: HUAMANGA
Cantera	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA		Distrito	: AYACUCHO
Material	: MAYO DE 2017		Lugar	: CANTERA CHACCO
Fecha				

Cantera de donde se extraen los materiales : <b>CANTERA CHACCO</b>			
<b>CARACTERISTICAS DEL CONCRETO</b>			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f'c$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>	
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera ( $\sigma$ ) =	0	kg / cm <sup>2</sup>	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f'cr$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES</b>			
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Peso específico de masa :	2.51	Tamaño máximo nominal ( Pulg. ) :	3/4"
Absorción ( % ) :	3.92	Peso seco compactado ( kg / m <sup>3</sup> ) :	1423.61
Contenido de Humedad ( % ) :	5.78	Peso específico de masa :	2.51
Módulo de finura :	3.42	Absorción ( % ) :	3.43
		Contenido de Humedad ( % ) :	3.59
<b>CEMENTO</b>		<b>AGUA</b>	
Tipo de Cemento Portland a usar :	Tipo 1	FUENTE: Sistema de agua entubada de la ciudad	
Peso Especifico :	3.11	Entubada:	P.E. kg/m <sup>3</sup> 1000

**DISEÑO DE MEZCLA**

Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : <b>Plástica</b>		
	Asentamiento : <b>3 " a 4 "</b>		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de Agua :	205.00	lt / m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total :	2.00	%	
Relación Agua / Cemento :	0.74		
Factor cemento :	Cemento =	277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Cemento =	6.5	Bolsas / m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto : <b>0.56</b> m <sup>3</sup>		
	Peso del Agregado Grueso : 797.22 Kg / m <sup>3</sup>		
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales	Cemento	0.089	m <sup>3</sup>
	Agua	0.205	m <sup>3</sup>
	Aire	0.020	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	0.317	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes	0.631	m <sup>3</sup>
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino	0.369	m <sup>3</sup>
	Peso del Agregado Fino seco	925	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño po m <sup>3</sup> .	Cemento	277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	205.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	925.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso sec	797.00	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño	31.45	lt / saco
	Agregado Fino seco	141.92	Kg / saco
	Agregado Grueso sec	122.28	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	1.0	
	Agregado fino seco	3.3	
	Agregado grueso secc	2.9	
	Agua de Diseño	31.5	lt / saco

**DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI**

: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
<b>Solicitante</b>	: HERNAN AUCCASI ESPILLCO	<b>Region</b>	: AYACUCHO
<b>Cantera</b>	: CANTERA CHACCO	<b>Provincia</b>	: HUAMANGA
<b>Material</b>	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	<b>Distrito</b>	: AYACUCHO
<b>Fecha</b>	: MAYO DE 2017	<b>Lugar</b>	: CANTERA CHACCO

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO**

Cantera de donde se extraen los materiales : **CANTERA CHACCO**

<b>Contenido de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	5.78	%
	Agregado Grueso	3.59	%
<b>Peso Húmedo de los Agregados :</b>	Agregado Fino	978.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	826.00	Kg / m3
<b>Humedad Superficial de los Agregados :</b>	Agregado Fino	1.86	%
	Agregado Grueso	0.16	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	17.00	lt / m3
	Agregado Grueso	1.00	lt / m3
	<b>Aporte Total</b>	18.00	lt / m3
<b>Agua Efectiva :</b>	Agua Efectiva	187.00	lt / m3
<b>Relación Agua / Cemento de Diseño :</b>		0.74	
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m3.</b>	Cemento	277.00	Kg / m3
	Agua Efectiva	187.00	lt / m3
	Agregado Fino Húme	978.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Hú	826.00	Kg / m3
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva :</b>		0.68	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva	28.7	lt / saco
	Agregado fino húmed	150.1	Kg / saco
	Agregado grueso húm	126.7	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado</b>	Cemento	1.0	
	Agregado fino húmed	3.5	
	Agregado grueso húm	3.0	
	Agua Efectiva	28.7	lt / saco

**CONVERSION DE DOSIFICACION DE PESO A VOLUMEN**

<b>Peso Unitario Suelto Seco PUSS Kg/m3 :</b>	<b>Agregado Grueso :</b>	<b>1267.2</b>	<b>Agregado Fino :</b>	<b>1564.6</b>
<b>Peso por pie cubico</b>	Cemento	42.5		Kg / pie3
	Del Agregado fino	47.3		Kg / pie3
	Del Agregado grueso	37.5		Kg / pie3
<b>Proporción en Volumen de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	1		
	Agregado fino húmed	3.2		
	Agregado grueso húm	3.4		
	Agua Efectiva	28.7		lt / saco

  
*Ing. Maxwell Anthony Morote Arias*  
 CIP. N° 132454  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DE WALKER**

Proyecto	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
Solicitante	: HERNAN AUCCASI ESPILLCO	Region	: AYACUCHO
Cantera	: CANTERA CHACCO	Provincia	: HUAMANGA
Material	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: MAYO DE 2017	Lugar	: CANTERA CHACCO

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO**

Cantera de donde se extraen los materiales : **CANTERA CHACCO**

**CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO**

Resistencia a la compresión especificada del Concreto ( $f_c$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera ( $\sigma$ ) =	0	kg / cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ( $f_{cr}$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**AGREGADO FINO**

Peso específico de masa :	2.51
Absorción (%) :	3.92
Contenido de Humedad (%) :	5.78
Módulo de finura :	3.42

**AGREGADO GRUESO**

Tamaño máximo Nominal (Pulg.) :	3/4"
Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> ) :	1423.61
Peso específico de masa :	2.51
Absorción (%) :	3.43
Contenido de Humedad (%) :	3.59

**CEMENTO**

Tipo de Cemento Portland a usar :	Tipo 1
Peso Específico :	3.11

Perfil del Agregado :	Sub Anguloso
<b>AGUA</b>	
Entubada:	P.E. kg/m <sup>3</sup> 1000

**DISEÑO DE MEZCLA**

Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : <b>Plástica</b> Asentamiento : <b>3" a 4"</b>
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado
Volumen unitario de Agua :	205.00 lt / m <sup>3</sup>
Contenido de aire total :	2.00 %
Relación Agua / Cemento :	0.74
Factor cemento :	Factor Cemento = 277.00 Kg / m <sup>3</sup> Factor Cemento = 6.5 Bolsas / m <sup>3</sup>
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta :	Cemento : 0.089 m <sup>3</sup>
	Agua : 0.205 m <sup>3</sup>
	Aire : 0.020 m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes : 0.314 m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto : 0.686 m <sup>3</sup>
Volumen absolutos de los Agregados :	Volumen absoluto : 0.686 m <sup>3</sup>
Porcentaje de Agregado Fino	Porcentaje de Agregado Fino : 56.5 %
	Porcentaje de Agregado Fino : 0.565
Volúmenes absolutos de los Agregados .	Agregado Fino : 0.388 m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso : 0.298 m <sup>3</sup>
Peso Seco de los Agregados.	Agregado Fino : 972.00 Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso : 750.00 Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales calculados por el Método Walker a ser empleados como valores de Diseño por m <sup>3</sup> .	Cemento : 277.00 Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño : 205.00 lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco : 972.00 Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco : 750.00 Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento : 42.50 Kg / saco
	Agua de diseño : 31.45 lt / saco
	Agregado Fino seco : 149.13 Kg / saco
	Agregado Grueso seco : 115.07 Kg / saco
Humedad del Agregado	Cemento : 1
	Agregado fino seco : 3.5
	Agregado grueso seco : 2.7
	Agua de Diseño : 31.5 lt / saco

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DE WALKER**

Proyecto	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
Solicitante	: HERNAN AUCCASI ESPILCO	Region	: AYACUCHO
Cantera	: CANTERA CHACCO	Provincia	: HUAMANGA
Material	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	Distrito	: AYACUCHO
Fecha	: MAYO DE 2017	Lugar	: CANTERA CHACCO

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO**

Cantera de donde se extraen los materiales :		: CANTERA CHACCO	
Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	5.78	%
	Agregado Grueso	3.59	%
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	1028.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	777.00	Kg / m <sup>3</sup>
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	1.86	%
	Agregado Grueso	0.16	%
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	18.09	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	1.20	lt / m <sup>3</sup>
	Aporte Total	19.28	lt / m <sup>3</sup>
Agua Efectiva :	Agua Efectiva	186.00	lt / m <sup>3</sup>
Relación Agua / Cemento de Diseño :		0.74	
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m <sup>3</sup> .	Cemento	277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	186.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	1028.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	777.00	Kg / m <sup>3</sup>
Relación Agua / Cemento Efectiva :		0.67	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva	28.5	lt / saco
	Agregado fino húmedo	157.7	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	119.2	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	1	
	Agregado fino húmedo	3.7	
	Agregado grueso húmedo	2.8	
	Agua Efectiva	28.5	lt / saco

**CONVERSION DE DOSIFICACION DE PESO A VOLUMEN**

Peso Unitario Suelto Seco PUSK Kg/m <sup>3</sup> :	Agregado Grueso :	1267.2	Agregado Fino :	1564.6
Peso por pie cubico	Cemento	42.5	Kg / pie <sup>3</sup>	
	Del Agregado fino	47.3	Kg / pie <sup>3</sup>	
	Del Agregado grueso	37.5	Kg / pie <sup>3</sup>	
Proporción en Volumen de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	1		
	Agregado fino húmedo	3.3		
	Agregado grueso húmedo	3.2		
	Agua Efectiva	28.5	lt / saco	

**DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
<b>Solicitante</b>	: HERNAN AUCCASI ESPILLCO	<b>Region</b>	: AYACUCHO
<b>Cantera</b>	: CANTERA CHACCO	<b>Provincia</b>	: HUAMANGA
<b>Material</b>	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	<b>Distrito</b>	: AYACUCHO
<b>Fecha</b>	: MAYO DE 2017	<b>Lugar</b>	: CANTERA CHACCO

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO**  
**: CANTERA CHACCO**

<b>CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO</b>			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto	( $f_c$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera	( $\sigma$ ) =	0	kg / cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del Concreto	( $f_{cr}$ ) =	175	kg / cm <sup>2</sup>

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	: 2.51	Tamaño máximo Nominal (Pulg.)	: 3/4"
Absorción (%)	: 3.92	Peso seco compactado (kg / m <sup>3</sup> )	: 1423.61
Contenido de Humedad (%)	: 5.78	Peso específico de masa	: 2.51
Módulo de Finura	: 3.42	Absorción (%)	: 3.43
		Contenido de Humedad (%)	: 3.59
<b>CEMENTO</b>		Perfil del Agregado	: Sub Anguloso
Tipo de Cemento Portland a usar	: Tipo I	Módulo de Finura	: 7.37
Peso Específico	: 3.11	<b>AGUA</b>	
		Entubada:	P.E. kg/m <sup>3</sup> 1000

**DISEÑO DE MEZCLA**

Selección del Asentamiento :	Tipo de consistencia : Plástica		
	Asentamiento : 3" a 4"		
Tipo de Concreto a diseñar :	Concreto sin aire incorporado		
Volumen unitario de Agua :	205.00	lt / m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total :	2.00	%	
Relación Agua / Cemento :	0.74		
Factor cemento :	Factor Cemento =	277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Factor Cemento =	6.5	Bolsas / m <sup>3</sup>
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los elementos de la Pasta :	Cemento	: 0.089	m <sup>3</sup>
	Agua	: 0.205	m <sup>3</sup>
	Aire	: 0.020	m <sup>3</sup>
	Suma de Volúmenes	: 0.314	m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto	: 0.686	m <sup>3</sup>
Módulo de finura de la Combinación de Agregados	Contenido de Cemento	: 6.5	Bolsas / m <sup>3</sup>
	Tamaño máximo nominal del Agregado	: 3/4"	
	Módulo de Finura de la Combinación de Agregados	: 5.00	
Agregado Fino en relación al volumen absoluto total de Agregado.	Porcentaje de Agregado Fino :	59.93	%
Volúmenes absolutos de los Agregados.	Agregado Fino	: 0.411	m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	: 0.275	m <sup>3</sup>
Peso Seco de los Agregados.	Agregado Fino	: 1031.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	: 691.00	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales calculados por el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados a ser empleados como valores de Diseño.	Cemento	: 277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua de diseño	: 205.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino seco	: 1031.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso seco	: 691.00	Kg / m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua de diseño	: 31.45	lt / saco
	Agregado Fino seco	: 158.19	Kg / saco
	Agregado Grueso seco	: 106.02	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	: 1	
	Agregado fino seco	: 3.7	
	Agregado grueso seco	: 2.5	
	Agua de Diseño	: 31.5	lt / saco

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL  
 MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

<b>Proyecto</b>	: "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICCIÓN DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"		
<b>Solicitante</b>	: HERNAN AUCCASI ESPILLCO	<b>Region</b>	: AYACUCHO
<b>Cantera</b>	: CANTERA CHACCO	<b>Provincia</b>	: HUAMANGA
<b>Material</b>	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	<b>Distrito</b>	: AYACUCHO
<b>Fecha</b>	: MAYO DE 2017	<b>Lugar</b>	: CANTERA CHACCO

**CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO**

<b>Cantera de donde se extraen los materiales :</b>		<b>: CANTERA CHACCO</b>	
<b>Contenido de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 5.78	%
	Agregado Grueso	: 3.59	%
<b>Peso Húmedo de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 1091.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	: 716.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Humedad Superficial de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 1.86	%
	Agregado Grueso	: 0.16	%
<b>Aporte de Humedad de los Agregados :</b>	Agregado Fino	: 19.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso	: 1.00	lt / m <sup>3</sup>
	<b>Aporte Total</b>	<b>20.00</b>	<b>lt / m<sup>3</sup></b>
<b>Agua Efectiva</b>	: Agua Efectiva	185.00	lt / m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento de Diseño</b>		0.74	
<b>Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m<sup>3</sup>.</b>	Cemento	: 277.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agua Efectiva	: 185.00	lt / m <sup>3</sup>
	Agregado Fino Húmedo	: 1091.00	Kg / m <sup>3</sup>
	Agregado Grueso Húmedo	: 716.00	Kg / m <sup>3</sup>
<b>Relación Agua / Cemento Efectiva</b>		0.67	
<b>Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.</b>	Cemento	42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 28.4	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 167.4	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 109.9	Kg / saco
<b>Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	1	
	Agregado fino húmedo	: 3.9	
	Agregado grueso húmedo	: 2.6	
	Agua Efectiva	28.4	lt / saco

**CONVERSION DE DOSIFICACION DE PESO A VOLUMEN**

<b>Peso Unitario Suelto Seco PUSK Kg/m<sup>3</sup> :</b>	<b>Agregado Grueso :</b>	<b>1267.2</b>	<b>Agregado Fino :</b>	<b>1564.6</b>
<b>Peso por pie cubico</b>	Cemento	42.5	Kg / pie <sup>3</sup>	
	Del Agregado fino	: 47.3	Kg / pie <sup>3</sup>	
	Del Agregado grueso	: 37.5	Kg / pie <sup>3</sup>	
<b>Proporción en Volumen de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.</b>	Cemento	1		
	Agregado fino húmedo	: 3.5		
	Agregado grueso húmedo	: 2.9		
	Agua Efectiva	28.4	lt / saco	

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2000)**

Proyecto : "DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE RELAVES MINEROS PARA PAVIMENTOS DE RESISTENCIA MEDIA, AYACUCHO 2017"

Solicitante : HERNAN AUCCASI ESPILLCO Region : AYACUCHO  
 Cantera : CANTERA CHACCO Provincia : HUAMANGA  
 Material : GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA Distrito : AYACUCHO  
 Fecha : MAYO DE 2017 Lugar : CANTERA CHACCO

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,272.0	6,298.0	6,285.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,418.0	4,444.0	4,431.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,560	1,569	1,565
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,565</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	6,384.0	6,379.0	6,388.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,530.0	4,525.0	4,534.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,600	1,598	1,601
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,599</b>		

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	5,433.0	5,447.0	5,448.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	3,579.0	3,593.0	3,594.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,264	1,269	1,269
<b>PROMEDIO PUSS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,267</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO**

Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	1,854.0	1,854.0	1,854.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	5,893.0	5,874.0	5,890.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,039.0	4,020.0	4,036.0
D Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2,832.0	2,832.0	2,832.0
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m <sup>3</sup> ) = (C)/(D)	1,426	1,419	1,425
<b>PROMEDIO PUCS (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1,424</b>		

**VISTAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL EN  
LABORATORIO**





## DISCUSIONES

- I. Nuestra investigación nos lleva a la metodología para el uso del relave minero, utilizar para el diseño de mezclas de concreto en reemplazo del material llamado relave minero en apoyo al agregado fino (arena gruesa).
- II. Se evaluó la resistencia a compresión a 7, 14, 21 y 28 días. Mostrando así: en el diseño patrón una RC promedio = 175.31 Kg/cm<sup>2</sup> y en el diseño adicionado con relave minero una RC promedio = 174.09 Kg/cm<sup>2</sup>.
- III. El resultado de este proceso es la optimización del agregado fino (arena gruesa) con esta adición del material arriba mencionado, en un porcentaje de 25%, de acuerdo al módulo de fineza que contiene.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo desarrollado en los capítulos anteriores y en base a los objetivos planteados al inicio del estudio se presentan las siguientes conclusiones.

- Con la adición del relave minero, a través de sus estudios físicos, en el método de diseño de mezcla A.C.I para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , fue obtener la relación del módulo de fineza del agregado fino, con el módulo de fineza del relave minero, para luego calcular en base a ello la proporción agua / cemento.
- El resultado de resistencia a compresión del diseño de mezcla estándar obtenido, utiliza en 1.00 M3 de concreto 8.0 bolsas de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días, de  $179.69 \text{ kg/cm}^2$  que equivale al 102.68 %. Mientras adicionando relave minero en el diseño de mezcla obtenida, utiliza en 1.00 M3 de concreto 7.6 bolsa de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días, de  $173.95 \text{ Kg/cm}^2$ , que equivale al 99.40 %.
- De acuerdo al estudio de diseño de mezcla aplicado, adicionando el relave minero, optimiza el uso del agregado fino (arena gruesa) en un porcentaje de 25 % que equivale a S/. 15.00 nuevos soles, por metro cubico de concreto.
- Apoyo a la sociedad de minera catalina huanca en el uso del relave minero, destinados al uso del concreto en  $< F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Se llegó a realizar el trabajo de investigación que los relaves mineros pueden ser utilizados en acabos y asentamientos de muros de ladrillo, en proporciones 1:1, 3:1, 2:1, de acuerdo a los análisis de relave.

## RECOMENDACIONES

En conformidad a lo concluido por el presente estudio se plantean las siguientes recomendaciones para los profesionales que trabajen con este tipo de materiales.

- Se propone como línea de aplicación futura estudiar el uso de los relaves mineros para incorporarlos en morteros para asentado de muros de albañilería, bloques de concreto vibrado, cimientos corrido, losas deportivas, veredas, mejoramiento de suelos. Con esto se tendría un abanico más amplio de aplicaciones prácticas para ser usadas en nuestro medio, de la construcción. trabajando con porcentajes en apoyo al agregado fino (arena gruesa) 25 % para obtener resistencias altas.
- Seguir trabajando con estos tipos de concreto, debido a que se demuestra que los relaves mineros pueden ser usados de manera segura sin que afecten negativamente las principales propiedades de los concretos convencionales.
- Tener en cuenta como parte importante la prueba de granulometría del agregado fino (arena gruesa), para un buen diseño de mezcla concreto  $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .
- Verificar la prueba de equivalencia de arena (por el grado de arcilla o finos no aptos para el diseño de mezcla concreto  $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ . Que ocasionarían mayores gastos del cemento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FLAVIO ABANTO CASTILLO – Tecnología del concreto. Edición 2010
- ENRIQUE RIVVA LOPEZ – Diseño de Mezclas. Edición 2010.
- ENRIQUE RIVVA LOPEZ – Control del Concreto en Obra. Edición 2009
- Enrique Pasquel Carbajal, 1993. “Tópicos de tecnología del concreto en el Perú” – Colegio de Ingenieros del Perú.
- Gianfranco Otazzi Pasino, 2007. “Apuntes del curso de concreto armado I” – Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Enrique Rivva López, 1992. “Diseño de mezclas”- Editorial Hozlo S.C.R.L.
- MACROCONSULT, 2006. “Impacto económico de la actividad minera en el Perú” – Instituto de Ingenieros de minas del Perú.
- Aleksey Beresovsky de las Casas, 2006. “Estudio Experimental del comportamiento por desempeño de concreto lanzado reforzado con fibras metálicas” – Tesis PUCP.
- Banco central de reserva del Perú, 2009. “Consulta a series estadísticas del BCRP” – Publicación electrónica:  
<http://estadisticas.bcrp.gob.pe/index.asp?sFrecuencia=A>
- “Norma Técnica Peruana de concreto armado E060” – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

# ANEXOS