

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY**



TESIS

**“DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$
ADICIONANDO RELAVE MINERO DE LA RELAVERA N° 09 –
ACCHILLA – CCOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO
(MÉTODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE
ANGARAES - HUANCVELICA”**

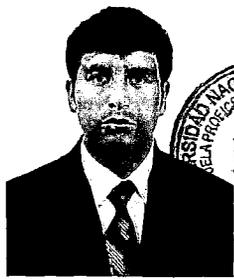
**LINEA DE INVESTIGACIÓN
ESTRUCTURAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:
BACH. CURO ORDOÑEZ, Eliseo
BACH. RASHUAMÁN BENITO, Percy Paul**

**ASESOR:
Arq. SALAS TOCASCA, Hugo Camilo**

**LIRCAY - HUANCVELICA
2015**



LUNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAY
 CERTIFICO QUE LA PRESENTE ES COPIA FIEL
 DE LA ORIGINAL QUE TENGO A LA VISTA
 INDICATELICA

[Signature]

SECRETARÍA GENERAL
 MACHACA



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
 02 DIC. 2015

EN EL PARAMUNO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTE, DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - LIRCAY A LOS VEINTITRES DIAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL 2015, SIENDO LAS 04.00 P.M, SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO EN BASIS A LA RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 115 - 2015 - FIMCA - UNH, DE FECHA 17 DE NOVIEMBRE DEL 2015 EN EL CUAL SE RESUELVEN:

ARTICULO PRIMERO: APROBAR LA HORA Y FECHA PARA LA SUSTENTACION DE TESIS CUYO TITULO DE TESIS ES " DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_{ic} = 175 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAJA MINERO DE LA RELAJERA N° 09 - ACCHILLA COCHACACASO, PARA TRANSITO LIGERO (METODO ACI) EN EL DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANCORAS - HUANCAYUELA", SIENDO LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION, LOS BACHILLERES EN INGENIERIA CIVIL: CURO ORDÓÑEZ, ELISEO Y RASHUMAN BENITO, PERCY PAUL, MIEMBROS DEL JURADO: ING. URIEL NEIRA CALSIN (PRESIDENTE), ING. ENRIQUE RIGOBERTO CANAL OJEDA (SECRETARIO), ING. ANDRÉS ZOSIMO DAHUI GASPAR (VOCAL). CON LA FINALIDAD DE EVALUAR LA SUSTENTACION DE TESIS REFERIDO, INMEDIATAMENTE DESPUES SE PROCESÓ CON LA INTERVENCION DEL PRESIDENTE, DANDO LAS INTERVENCIONES CORRESPONDIENTES PARA EL INICIO DE LA SUSTENTACION, PRIMERO DANDO EL TIEMPO REGLAMENTARIO DE TREINTA MINUTOS DE SUSTENTACION, SEGUIDAMENTE TERMINADA LA SUSTENTACION, SE PROCESÓ A LA FORMULACION DE PREGUNTAS PERTINENTES LAS CUALES FUERON ABSUELTAS. LOS MIEMBROS DEL JURADO DESPUES DE UN INTENSO DEBATE SE RESUELVEN: APROBAR LA SUSTENTACION DE TESIS POR MAYORIA, SIENDO LAS 5.30 P.M DEL VEINTITRES DE NOVIEMBRE DEL 2015 DEL AÑO 2015 EN SEÑAL DE CONFORMIDAD FIRMAN AL PIE DE PRESENTE.

[Signature]
 ING. ENRIQUE CANAL OJEDA
 SECRETARIO

[Signature]
 ING. URIEL NEIRA CALSIN
 PRESIDENTE

[Signature]
 ING. NAHUI GASPAR
 ANDRÉS ZOSIMA
 VOCAL.

PRESENTACIÓN

Esta tesis, cuyo nombre lleva: "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 09 – ACGHILLA – CCOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAMELICA". Es presentada como parte de los requisitos para optar el título profesional de Ingeniero Civil, de la Universidad Nacional Huancavelica. La misma que contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el periodo 2014-2015.

DEDICATORIA

A los mis abuelos: Nicanor Curo Llaccta; Juana Marcas Llaccta, en la gloria y a los integrantes de mi familia Curo Ordoñez. Mis padres: Albino y Catalina, hermanos: Cristina, Herminio, Luciano, Jaime, Katy Yaneth y Jonathan, por su cariño, sacrificio y esfuerzo en todo momento de mi vida.

Eliseo, Curo Ordoñez.

Con gratitud y el cariño eterno que les profeso. A Virgilio Rashuamán Pérez y Juana Antonia Benito de Rashuamán, mis padres quienes son el aliento de mi vida y gracias a su esfuerzo hicieron de mí una persona de bien; además propicio el apoyo incondicional de Ruth Mendoza Huincho compañera de la vida y mi hijo Josep Paul Rashuamán, a mis familiares, hermanos, amigos y catedráticos a quien estimo mucho, quienes me dieron la motivación para alcanzar mis metas y objetivos.

Percy Paul Rashuamán Benito

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por su apoyo incondicional y por su paciencia durante la elaboración de este trabajo.

Al Arquitecto **HUGO CAMILO SALAS TOCASCA**, amigo y asesor de esta tesis, por su orientación y apoyo constante, por sus acertadas sugerencias que direccionaron al éxito de este trabajo de investigación.

A los Ingenieros: **ENRIQUE CAMAC OJEDA, URIEL NEIRA CALSIN Y ÑAHUI GASPAS ANDRÉS ZÓSIMO**, por sus apreciadas sugerencias durante la revisión del borrador de esta tesis.

Finalmente a la Universidad Nacional De Huancavelica, nuestra alma máter por acogerme y poder realizar esta tesis.

ÍNDICE

PORTADA

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	13
1.4 JUSTIFICACIÓN	14

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES	16
2.2 BASES TEÓRICAS	17
2.3 HIPÓTESIS	19
2.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	21

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO	23
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	28
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	28
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	29
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO	30

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	31
3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	
4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS	57
4.2 DISCUSIÓN	59
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	
ANEXOS	

RESUMEN

La alternativa de "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 09 - ACCHILLA - CCOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA", nace del pensamiento en el actual contexto, de generar concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$, donde se optimicé el costo económico de producción y a través de ello, la ejecución de infraestructuras de bajo tránsito. Del mismo modo colaborando el contexto "ecológico" de la minería. Dándole uso al desecho minero comúnmente denominado "relave", como parte de los materiales que se usan; para elaborar un concreto (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua). Tales fueron sometidos a estudio de laboratorio de tecnología de concreto (contenido de humedad, peso específico, peso unitario, análisis granulométrico, etc.), incluyendo al estudio también del relave minero. De allí se procede a realizar el diseño de mezcla, a través del método A.C.I. Los ensayos realizados en el presente estudio contemplan ensayos a los materiales involucrados (agregados, cemento, 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 C39M).

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 patrón.

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.

Nuestra investigación nos lleva a la metodología para el uso del relave como adicionado puzolanico, que consistió en preparar mezclas de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por relave (se han propuesto

reemplazos de acuerdo al resultado de diseño de mezcla: 16.08% y porcentajes de: 15% y 20%. 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 uso del cemento con esta adición del material arriba mencionado, en un porcentaje de 16.08%, de acuerdo al módulo de fineza que contiene. Este 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 10% debajo de resistencia promedio que debe diseñar la Mezcla de concreto.

La capacidad de diseño a la que se elabora es de $f_c=175\text{kg/cm}^2$, que tiene como uso principal, en concreto de bajo tránsito (pistas, veredas, falsos pisos, etc.). y/o otras aplicaciones de concreto, manteniendo las especificaciones que se proporcionan.

Se propone también investigar la aplicabilidad de los relaves mineros como morteros para asentado de muros de albañilería, bloques de concreto vibrado, cimientos corridos, falsas zapatas, shotcrete y presas de concreto rodado; para intentar así tener un abanico más amplio de aplicaciones de estos materiales.

Los autores.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años 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, tales como: edificaciones, pavimentos, canales de irrigación, presas, etc. 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. Por ello en estos últimos tiempos se han venido planteando formas de elaborar concretos, adicionando diferentes productos, sobre todos procedentes del reciclaje. Como parte del coste que resulta económicamente, aplicar en la industria de la construcción.

Con respecto a los relaves mineros, éstos son variados y sus características dependen del mineral específico que se extrae. 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. Luego del procesamiento adecuado que reduce el contenido de agua y estabiliza el contenido químico existente en la mezcla, el relave es depositado y almacenado con poca utilidad.

Por ende la preocupación de contrarrestar la contaminación del medio ambiente por este material, se genera el presente trabajo que ha tratado de dar una nueva visión respecto a la utilización del relave minero, para fines de elaborar mezclas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, para bajo tránsito (pistas, veredas, falsos pisos, etc.).

Para lograr las metas del trabajo se tuvo un objetivo del estudio, el cual contempla fases:

- Dentro de un grupo de 3 muestras de relave minero, verificar a través de ensayos, experimentales la factibilidad del uso de los mismos en concreto.

- Proponer aplicaciones prácticas para el concreto encontrado; que puedan usarse en el ámbito de la construcción.

Para lograr este objetivo se ha formulado el siguiente plan de trabajo:

La metodología involucrada para el desarrollo de la investigación consistió en realizar mezclas de concreto con referencia al módulo de fineza del relave minero, en diferentes porcentajes de reemplazo de cemento y comparar luego los resultados obtenidos con los de un concreto patrón. Mediante dicha comparación se determinó el rendimiento de cada porcentaje adicionado de relave y se escogió el que tuvo el mejor comportamiento.

Cabe resaltar que se descartó el uso de relave como relleno volumétrico debido a ser muy fino (consumiría más cantidad de aditivo para presentar mezclas trabajables) y contener muchos sulfatos; lo cual es perjudicial para el concreto. Para cumplir con los objetivos del presente trabajo de investigación, se establecieron los siguientes puntos principales:

Requerimientos mínimos del concreto y aplicación propuesta

- **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 minero APLICANDO (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 (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)
 - Peso Unitario Suelto (agregado grueso, agregado fino y relave minero).
 - Peso Unitario Compacto (agregado grueso, agregado fino y relave minero).
- Análisis granulométrico por tamizado (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422).
 - Análisis granulométrico por tamizado (agregado grueso).
 - Análisis granulométrico por tamizado (agregado fino).
 - Análisis granulométrico por tamizado (relave minero).
- Diseño de mezcla (A. C. I.) 175 Kg/cm²
 - Diseño de mezcla (A. C. I.) 175 Kg/cm² (patrón, no contiene relave).
 - Diseño de mezcla (A. C. I.) 175 Kg/cm² (adicionando relave minero).
- Ensayos al concreto fresco
 - Slump ASTM C143
- Ensayos en concreto endurecido.
 - Resistencia a la compresión ASTM C-39

Al fin de este proyecto se logró la reutilización del relave minero en el diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ adicionando relave minero para tránsito ligero, en el distrito de Lircay Provincia de Angaraes – Huancavelica sin afectar al medio ambiente, reduciendo la contaminación e incrementando el tiempo de servicio de los depósitos de relave y la generación de menores costos en la ejecución de obras de construcción en comunidades más cercanas a la minera.

Los autores.

CAPITULO I: PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Durante muchos años 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, tales como: edificaciones, pavimentos, canales de irrigación, presas, etc. 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. Por ello en estos últimos tiempos se han venido planteando formas de elaborar concretos, adicionando diferentes productos, sobre todos procedentes del reciclaje. Como parte del coste que resulta económicamente, aplicar en la industria de la construcción.

Por ello, el diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$ adicionando relave minero, para concretos de tránsito ligero como aplicación a una estructura determinada. Todo diseño de mezcla a través de los años, han dado resultados acorde su modo y forma de aplicación, sin embargo la adición de este material, como producto de desecho minero. Proporcionará la variación del % en las proporciones de la dosificación y como resultado la inversión económica que son necesarios considerar antes de tomar decisiones.

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$ adicionando relave minero cambia considerablemente las características del mismo, produciendo resistencia, estabilidad, durabilidad a largo plazo y sobre todo el ahorro económico del cemento hasta el 16.08%.

En la **MINERA BUENAVENTURA S.A. UNIDAD JULCANI RELAVERA N° 09- ACCHILLA**, uno de los principales problemas que tiene la industria minera es la adecuada disposición y almacenaje de los subproductos del procesamiento de los minerales, comúnmente denominados "RELAVES".

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 distrito de Lircay, específicamente lugares aledaños al área de influencia del proyecto, podrán utilizar el relave minero en dosificaciones de concreto, en sus deferentes infraestructuras que planteen, destinados a bajo tránsito.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

a. PROBLEMA GENERAL:

¿De qué manera se podría utilizar el relave minero en el diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{Kg/cm}^2$, para tránsito ligero sin afectar al medio ambiente, reduciendo la contaminación y que genere menores costos en la elaboración de concreto, en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica?

b. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- i. ¿Cuál es el modo de agregar el relave minero, en el diseño de mezcla de concreto $f'c =175\text{kg/cm}^2$ para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica?
- ii. ¿Cuál es la capacidad 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 la relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica?
- iii. ¿Cuál es 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 relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica?

1.3. OBJETIVOS:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Utilizar el relave minero en el diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{Kg/cm}^2$, para tránsito ligero sin afectar al medio ambiente, reduciendo la contaminación y que

genere menores costos en la elaboración de concreto, en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Determinar el modo de agregar el relave minero, en el diseño de mezcla de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.
- ii. Determinar la capacidad 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 la relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.
- iii. Determinar 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 relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

- **CIENTÍFICA:**

El presente trabajo de investigación se justifica, porque nos permitirá conocer la calidad de los relaves (ubicados en las presas de relave existentes tanto pasivos y activos) 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.

- **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 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 $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$: losas, veredas de tránsito ligero, muros de contención, cimientos, presas, etc. Daría mayor alcance al uso del mismo y equilibrar el impacto ambiental que ocasiona.

- **ECONÓMICO:**

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 puzolánico, el cual optimizara el uso del cemento hasta el 20%. El cual genera un ahorro económico y mitigación del impacto ambiental.

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 NACIONALES

- En el año 2010, se realizó la Investigación denominado: "Estudio **experimental del empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios**", teniendo como autor: Bach./Ing. Gerson Alfredo Anicama Acosta, cuya investigación presenta los resultados experimentales obtenidos en el estudio que realizara, al relave minero de tres unidades relaveras: relave MWH, relave de Andaychagua y relave de Pallancata. En el cual contemplan estudios y ensayos a los materiales involucrados (agregados, cemento, 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 C39M), tracción por compresión diametral (ASTM C496 C496M) y abrasión (ASTM C944 C44M).

Elaborando un concreto patrón y tres muestras de concreto adicionando relave minero en función al porcentaje de reemplazo de cemento por relave. Para dichos diseños se escogieron porcentajes de reemplazo del orden del 10%,

15%, 20% y 25%, generando un comportamiento cada uno. Dichos concretos fueron sometidos a la resistencia de la compresión axial del concreto. Ningún diseño llegó por lo menos a igualar la resistencia del concreto patrón. Los concretos que se acercaron más fueron los concebidos con los diseños MWH al 10% (88.17%) y Andaychagua al 10% (86.31%). Estos valores están muy cercanos al concreto patrón, puede decirse que en ambos casos se llegó al 90% de la resistencia del concreto Patrón.

Luego de establecer un puntaje a cada diseño de mezcla se observó que el concreto que presentó el mejor comportamiento fue el GA-ANDAY (10%), que es un diseño con reemplazo del 10% de cemento en peso por el relave Andaychagua.

Finalmente concluye, el autor analizando el comportamiento del diseño GA-ANDAY (25%) obtenemos 100Kg/cm² con sólo 189.5 Kg de cemento. Según la experiencia de UNICON para obtener una resistencia de 100 Kg/cm² se utiliza 210 Kg de cemento, por lo tanto obtenemos un ahorro de 20.5Kg/m³ de cemento, que se traduce en 2.83\$/m³. En general se demuestra que para concretos de baja resistencia se pueden obtener ahorros considerables de cemento.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES. Dichos ensayos se encuentran normados según:

- Granulometría del relave minero MINERA BUENAVENTURA S.A. UNIDAD JULCANI RELAVERA N° 09- ACCHILLA, APLICANDO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422).
- Contenido de humedad del relave minero MINERA BUENAVENTURA S.A. UNIDAD JULCANI RELAVERA N° 09- ACCHILLA, Norma, ASTM D-4944 y AASHTO T-217
- Densidad del relave minero MINERA BUENAVENTURA S.A. UNIDAD JULCANI RELAVERA N° 09- ACCHILLA, APLICANDO (Norma ASTM C-29).

- Peso específico y absorción de del relave minero MINERA BUENAVENTURA S.A. UNIDAD JULCANI RELAVERA N° 09- ACCHILLA, APLICANDO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128).
- Granulometría del agregado grueso y fino, (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422).
- Peso específico y absorción de del agregado grueso (N.T.P. 400.021 ASTM C-127).
- Peso específico y absorción de del agregado fino (N.T.P. 400.022 ASTM C-128).
- Gravedad específica y absorción de del agregado fino Norma, ASTM c-128 y AASHTO T-84
- Contenido de humedad del agregado grueso y fino Norma, ASTM D-4944 y AASHTO T-217
- Densidad del agregado grueso y fino, Norma ASTM C-29.

2.2.2 ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO. Estos ensayos se encuentran normados según:

- Slump ASTM C143

2.2.3 ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO. Estos ensayos se encuentran normados según:

- Resistencia a la compresión ASTM C39

2.2.4 DISPOSICIÓN DE RELAVES EN MINA UNIDAD JULCANI RELAVE N° 09- ACCHILLA:

- Los desechos (**RELAVES**), tanto del proceso de flotación como de la planta de recuperación de agua, son trasladados a canchas de relaves en donde se almacenan bajo condiciones establecidas de acuerdo con las disposiciones sobre el control ambiental.

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

operaciones mineras en general. Partimos de lo anterior y proponemos el uso controlado de relaves como adición mineral para que formen parte de una mezcla de concreto.

2.3. HIPÓTESIS.

• HIPÓTESIS GENERAL

Con el uso del relave minero en el diseño de mezcla de concreto $f'c=175\text{Kg/cm}^2$, para tránsito ligero, se reduce la contaminación y que genera menores costos en la elaboración de concreto, en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.

• HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- i. Al incrementar el relave minero, genera nuevas proporciones en el diseño de mezcla de concreto $f'c =175\text{kg/cm}^2$ para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.
- ii. Con la capacidad de resistencia a la compresión, se conoce la calidad del concreto elaborado a través del diseño de mezcla de concreto $f'c =175\text{kg/cm}^2$ adicionando relave de la relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.
- iii. La adición del relave minero influye en uso del diseño de mezcla de concreto $f'c =175\text{kg/cm}^2$ adicionando relave de la relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Tanto la capacidad de soporte como la cohesión son propiedades que dependen de las características intrínsecas del suelo (relave), de las tensiones internas dadas por el potencial métrico y de las tensiones externas, dadas por el tipo de carga.

- **La consistencia:** Es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto. Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón que la consistencia se debe expresar en términos de seco, húmedo y mojado.

Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada.- Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión.

- **Cohesión:** Es la atracción entre partículas de la misma naturaleza, esta fuerza es debida a la atracción molecular en razón, a que las partículas de relave presentan carga superficial.
- **Adhesión:** Se debe a la tensión superficial que se presenta entre las partículas de suelo y las moléculas de agua. Sin embargo, cuando el contenido de agua aumenta, excesivamente, la adhesión tiende a disminuir. El efecto de la adhesión es mantener unidas las partículas por lo cual depende de la proporción Agua/Aire.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede afirmar que la consistencia del relave posee dos puntos máximos; uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando esta húmedo que depende de la adhesión.

Ensayo de compresión no confinada. Este ensayo se realiza con muestras de suelos arcillosos (en nuestro caso relave), inalteradas o remodeladas. Por lo general, las muestras inalteradas son obtenidas en tubos shelby (sondeo) o extraídas de calicatas en forma de bloques.

- **Cemento Portland Tipo I:** Cemento hidráulico producido por la pulverización del Clinker que consiste esencialmente de silicato cálcico hidráulico, que contiene usualmente una o más de las formas de sulfato cálcico como adición. Para uso cuando las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo no son requeridas.
- **Concreto convencional:** Para nuestra investigación de finimos como un concreto convencional a aquel que tiene un slump de aproximadamente 4", $f_c=170\text{Kg/cm}^2$, usa piedra de TMN1 1/2" y presenta buena consistencia y trabajabilidad. Con estas características podría bombearse por tuberías sin problemas.
- **Agregado fino:** Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 4.75mm. (N°4).
- **Agregado grueso:** Es el agregado o mezcla retenido en el tamiz normalizado 4.75mm. (N°4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca.
- **Aditivos:** Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de forma dala pasta de cemento y que modifican en forma dirigida algunas

características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

- **Relave:** Son los residuos resultantes del proceso de recuperación selectivo de ciertos minerales. 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.
- **Cemento:** Se usó cemento Portland Tipo I marca Andina, debida a que el concreto especificado no requirió propiedades especiales; n trabajará en ambientes agresivos.

Con respecto a las características fisico químicas del cemento, éstas se detallan en el anexo 5.

- **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 Se utilizó agua transparente de grifo, sin presencia de partículas suspendidas ni turbidez
- **Relaves:** Para nuestro estudio utilizamos 3 muestras de relave de procedencia de nuestra región, según:

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

a) Variable Independiente:

- El empleo del relave minero (X)

b) Variable Dependiente:

- Optimiza el uso del cemento en el concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ (Y)

2.6. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES

Variables	Indicadores
Independiente: (X)	La adición en % de relave minero
El empleo del relave minero	Evaluación del material
Dependiente: (Y)	Relación de slump optima
Optimiza el uso del cemento	Soporte de resistencia a la compresión
	Influencia en el costo del cemento

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-costos y punto de equilibrio.

Criterio del valor actual de beneficios netos (VABN). Para calcular este indicador se utilizaron flujos totales de la empresa con proyecto y flujos marginales. La fórmula utilizada se especifica en la revisión bibliográfica.

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

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

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. AMBITO DE ESTUDIO.

3.1.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE ESTUDIO.

Ubicación Geográfica.

El distrito de Lircay, está situada en al Sur Este de Huancavelica, en la región Andina del Perú.

Ubicación Política

Creada en la época de la independencia con fecha 21/12/1847 como provincia de Angaraes con su capital Lircay

Provincia: Angaraes

Región: Huancavelica

Extensión y Altitud

La provincia de Angaraes comprende una extensión territorial de 1 959.03 km² (9% de la superficie territorial de Huancavelica), su altitud oscila entre los 2,771 y los 4,150 m.s.n.m. siendo el distrito de San Antonio de Antaparco el de menor altitud y el Distrito de Ccochaccasa, de mayor altitud.

Límites

Sus Límites son: por el Norte con la Provincia de Acobamba, por el Este con el Departamento de Ayacucho, por el Sur con la Provincia de Huaytara y por el Oeste con la Provincia de Huancavelica.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS NATURALES, SOCIOCULTURALES Y ECONÓMICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

CARACTERÍSTICAS NATURALES.

a) REGIÓN NATURAL Y PAISAJE.

El tramo se encuentran, según la clasificación natural de Javier Pulgar Vidal, en las Región Quechua y Puna; entre 2,000 m.s.n.m a 4,500 m.s.n.m. por lo que tiene un paisaje de características valle interandino - alta punas, que se destaca por sus relieves muy accidentados y apreciable belleza, de la que forman relieve morfológico y biológica silvestres.

FLORA

La vegetación en el distrito de Lircay es escaso debido a su ubicación en la parte alta, con especies características de puna como el ichu y algunas cactáceas; sin embargo más adelante donde también se ubica especie características de valle como el quinuá, el eucalipto cultivos agrícolas como la cebada, trigo, papa, maíz, etc. el tramo II, existe buena cantidad de vegetación, compuesta por eucaliptos y quíñuales. Asimismo, existe una gran variedad de arbustos silvestres y pastos naturales, además de plantas medicinales como la muña, llantén, sábila, verbena y gran variedad de cultivos agrícolas; influyendo el clima más abrigado.

FAUNA

La fauna silvestre en la zona, está conformada por el gavián, la perdiz, el zorzal gris y diversas variedades de palomas de monte, como el chaucato (Chihuaco), en atención a las diversas modulaciones de su canto; dentro de los mamíferos se encuentran como el gato y el zorro andino, reptiles como culebras y lagartijas; y gran variedad de animales domésticos como los vacunos, porcinos, camélidos, roedores, aves, etc.

b) CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA.

En el tramo proyectado, el clima es cálido y árido gélido, propio de la Región Quechua y Puna, se caracteriza por presentar un invierno árido, con temperaturas inferiores a 15 °C, por lo menos durante cuatro meses (Mayo, Junio, Julio y Agosto). Durante el verano; meses de Diciembre a Marzo, las

precipitaciones pluviales son intensas con una duración de cuatro horas al día como promedio, sin embargo la precipitación anual es inferior a 900 mm. La humedad atmosférica es mínima.

La Temperatura promedio anual es del orden de 15° C, con máximas aproximadas a 18° C y mínimas de 2° C.

En lo referente a la Hidrología; la vía es atravesada en su recorrido por algunas quebradas, cuyos caudales provienen de la parte alta de la vía y fluyen directamente al río Opamayo.

c) GEOLOGÍA.

Desde un punto de vista general, la zona del proyecto presenta evidencias de los eventos geológicos ocurridos en el territorio peruano y en todo el globo terrestre; restos de rocas volcánicas y sedimentarias, pizarras, cuarcitas, areniscas, limonitas y calizas en un área que ha sufrido numerosos orogénesis; demuestran que este territorio inició su formación en el Período Cámbrico (570 a 500 millones de años A.C.) de la Era Paleozoica.

d) GEOMORFOLOGÍA.

El Objetivo es la descripción y la explicación del relieve terrestre en el área del proyecto, tratando de describir racionalmente el origen de las formas de su relieve o paisaje; como llanuras, montañas y mesetas, por la acción de ciertos agentes como; la meteorización, erosión y el transporte de sedimentos, así como por los factores climáticos y de desgaste estructural de las rocas.

La zona del Proyecto se ubica a una altitud sobre el nivel del mar 2850, por lo que está sujeta a sufrir moderada erosión y/o transporte de materiales. El tramo está construido en la mayoría de su longitud, a media ladera (ángulo de inclinación 65° aproximadamente).

3.1.3 ASPECTOS SOCIO – CULTURALES.

El poblador en la zona de influencia del proyecto, se caracteriza por ser rural, es decir que sus actividades principales son la agricultura, la ganadería, y el comercio, representando estos sectores el 25.6% del PBI del Departamento de Huancavelica y el 1.6% del valor agregado agropecuario del país. (Fuente INEI).

a) SERVICIOS PÚBLICOS Y SOCIALES.

AGUA POTABLE

El suministro para consumo humano en la mayoría, proviene de puquiales, pozas, ríos y otros tipos de fuentes carentes de tratamiento, los que constituyen una seria amenaza contra la salud de los pobladores rurales, exponiéndolos a enfermedades como tifoidea o infestación intestinal de parásitos.

Las áreas urbanas del Distrito de Lircay, cuenta con el servicio de agua potable provisto de sistemas de tratamiento y conexiones domiciliarias para casi la totalidad de habitantes.

DESAGÜE

En el distrito de Churcampa, en la actualidad se cuentan con un sistema integral de desagüe. Sin embargo, existe un gran número de predios que no están integrados al sistema de colectores locales y emisores de derivación en sus poblados donde se ubica el proyecto, los que vierten sus aguas servidas directamente a las quebradas y ríos, originando su progresiva contaminación.

FLUIDO ELÉCTRICO

El distrito de Lircay, cuenta y hace uso de este servicio, que proviene del Sistema Hidroenergético del Mantaro. El alumbrado público permite al poblador ejercer algunas labores en el pueblo por las noches. En el caso de las viviendas sin energía eléctrica, hacen uso de baterías para captar emisiones de radio u otros medios de comunicación.

SERVICIO DE SALUD

La institución de salud presente en la localidad es el Centro de Salud, derivándose los casos graves y de emergencia a la ciudad de Huancavelica por la mayor cobertura.

EDUCACIÓN

Existen servicios educativos en los niveles de Inicial, Primaria y Secundaria; al respecto, debemos manifestar que el problema principal es la inadecuada implementación educativa en cuanto a materiales didácticos y acceso a la información. Se observa que no todos los centros poblados cuentan con centros educativos, por lo que los niños tienen que caminar grandes distancias hacia centros poblados mayores o capitales distritales, a fin de recibir la educación secundaria. Esta situación hace muy sacrificada y deficiente la educación en las zonas rurales.

3.1.4 ASPECTOS ECONÓMICOS.

a) COMERCIO.

La actividad comercial está orientada al mercado de los productos agropecuarios, destacando entre ellos la papa, maíz, cebada, trigo, habas, arvejas, olluco y oca. El ganado en pie lo conforma el ovino y el vacuno.

La falta de infraestructura de riego y de asistencia técnica, conlleva a que la actividad agropecuaria y producción se realice en forma artesanal, aprovechando sólo la época de lluvias para sus cultivos, obteniéndose como consecuencia, bajos rendimientos de producción.

b) ACTIVIDAD AGROPECUARIA.

La zona de influencia se caracteriza por ser básicamente agrícola y ganadera; pues el mayor porcentaje de la PEA se dedica a esta actividad, el restante a la artesanía, albañilería y otros oficios.

Esta actividad está supeditada a un alto riesgo económico por eventuales factores climatológicos negativos, malas condiciones de salubridad y, sobre todo a la falta de técnicas de cultivo y mala calidad de semillas de reproducción.

Los principales productos que se cultivan son los siguientes:

- Maíz.
- Papa.
- Trigo.

- Cebada.
- Quinoa.
- Habas.
- Arvejas
- Olluco y oca

LA POBLACIÓN PECUARIA según información de las comunidades en la zona de influencia del proyecto está conformada como sigue:

- Ovino.
- Caprino.
- Vacunos.

La especie pecuaria que más prima en esta zona es el ganado ovino y vacuno, los cuales son preferidas por su carne y lana, es importante también el aprovechamiento de sus pieles para el abrigo en primera instancia y para el procesamiento de lanas aunque en menor escala para elaboración de prendas de vestir en un grado solo artesanal. Al margen de las actividades ganaderas (en algún grado intensivas), el poblador se dedica a la crianza de animales domésticos como cuyes, conejos, cerdos y aves de corral.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Según Oseda, D. (2008), "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.

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es el EXPLICATIVO. Según Restituto, S. (2002) "las investigaciones explicativas buscan especificar las propiedades importantes de los hechos y fenómenos que son sometidos a una experimentación de laboratorio o de campo.

3.4. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN.

El método de investigación es Experimental. El presente trabajo de investigación parte como necesidad de investigar la influencia del uso del relave minero en el: "diseño de mezcla de concreto $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes - Huancavelica".

El presente estudio de investigación se aplicará en la elaboración de concreto $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$, adicionando relave minero que se encuentran en el distrito de Lircay y están expuestos a condiciones climáticas adversas y lluviosas. Los métodos de investigación son los siguientes:

Planificación y toma de datos:

Es aquí donde se planificará las etapas de estudio además se recopilará los datos existentes en área de estudio los cuales son parte los elementos formadores del material en el presente proyecto.

Prospección del terreno y toma de muestras: En esta fase se comprobará la exactitud de los datos recopilados y se establecen los puntos en los que fijar la atención (puntos muestrales), los cuales deben ser los más representativos del área. En ello se procede a su descripción del terreno y tomas de muestreo para el análisis en el laboratorio.

Estudio de laboratorio: En esta etapa se realizará todos los ensayos necesarios para encontrar las características técnicas de las muestras del material en estudio.

Proceso Constructivo: En esta etapa se realizará lo que concierne a la elaboración del concreto $f'c = 175 \text{kg/cm}^2$, adicionando relave minero, propiamente.

Emisión del Informe Definitivo: En esta fase, se debe detallar todos los aspectos observados, justificándose mediante sus resultados obtenidos.

3.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño general viene a ser Pre Experimental. Esta estrategia tiene como bibliografía especializada la traficación que explicamos a continuación: Hernández (2006) (17)

GE: 01 X 02

Dónde:

- G.E. Grupo Experimental.
- 01 : Pre Test

- 02 : Post Test
- X: Manipulación de la Variable Independiente.

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

• POBLACIÓN.

Según Oseda, D (2008) "La población es el conjunto de individuos que comparten por lo menos una característica, sea una ciudadanía común, la calidad de ser miembros de una asociación voluntaria o de una raza, la matrícula en una misma universidad, o similares".

En el caso de nuestra investigación, la zona donde se realizó la investigación es la población del distrito de Lircay, quienes hacen uso del concreto, para fines de elaborar una infraestructura de tránsito ligero.

• MUESTRA Y MUESTREO.

Según el mismo Oseda, D. (2008), menciona que "la muestra es una parte pequeña de la población o un subconjunto de esta, que sin embargo posee las principales características de aquella. Esta es la principal propiedad de la muestra (poseer las principales características de la población) la que hace posible que el investigador, que trabaja con la muestra, generalice sus resultados a la población".

Se obtuvo 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 Obtendrá en la poza N° 09-ACCHILLA estudio a través de calicatas, de tres puntos al azar ubicados de bancos de material, de 50 kilogramos de cada muestra de relave minero.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICAS

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

INSTRUMENTOS

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas será:

- Bolsas Impermeables 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 de la Escuela Académica Profesional Civil – Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Ubicar bancos de material de mayor volumen en cantera de estudio, realizar calicatas a una profundidad 1" a 1 ½" metros dependiendo del espesor los bancos de agregado, obtener muestras en bolsas impermeables y limpias, con sus respectivas etiquetas de identificación.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

TÉCNICA DE PROCESAMIENTOS

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 y INTECTEC., obtenido los resultados en los formatos de del laboratorio del laboratorios de mecánica de suelos de la Escuela Académica Profesional Civil – Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica.

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.

- a) CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C566 – 97):** Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los

agregados generalmente se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla.

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

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.

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.

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.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

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

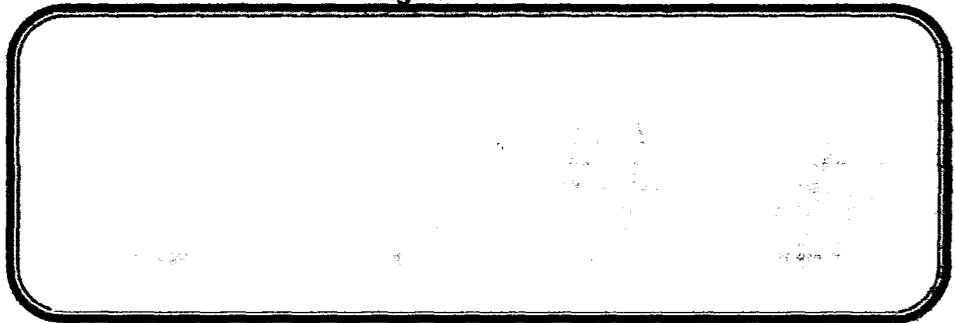
Por lo que estamos en una de las condiciones del agregado en el cual el material esta Húmedo o mojado

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: seca en laboratorio, seco al aire, saturado y superficialmente seco, húmedo.

Figura N° 01

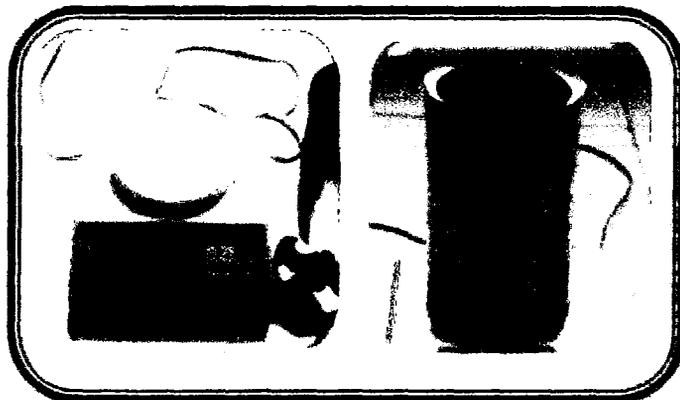


Fuente: elaboración propia / Formas de secado del agregado

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.

Figura N° 02



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Balanza y recipiente

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.

Tabla N° 01

TAMBIEN DE LA MUESTRA PARA AGRREGADO	
NÚMERO / TAMAÑO NOMINAL DEL AGRREGADO, mm (pulg.)	MASA DE MUESTRA DE AGRREGADO kg
4.75 (0.187) (N.º. 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	3
25.0 (1)	4
37.5 (1 1/2)	6
50 (2)	8
63 (2 1/2)	10
75 (3)	13
90 (3 1/2)	16
100 (4)	25
150 (6)	50

Adoptado de la Norma ASTM C566

- Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda). Con aproximación de 0.1%

Figura N° 03



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestras húmeda de AF en las taras

- 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.

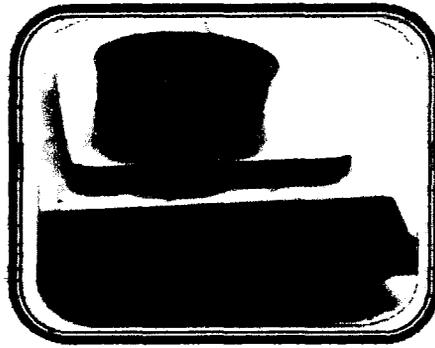
Figura N° 04



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Taras puestas en el horno a secar por 24 horas.

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

Figura N° 05



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Peso de la muestra seca

Determinar luego el peso de la muestra seca

$$MS = (\text{Peso recipiente} + M. \text{ Seca}) - (\text{Peso recipiente})$$

b) 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).

PRIMERO: seleccionamos el material usando:

Método estándar para el muestreo de agregados (AASHTO T 2/ASTM D75)

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

MODULO DE FINURA (MF): Viene a ser la relación entre la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en cada uno de los tamices (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) sobre 100.

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 (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100) 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

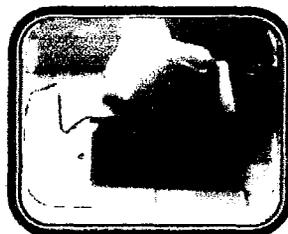
$$MF = (\% \text{ Ret. Acum. } (3''^{\circ}, 1 \frac{1}{2}''^{\circ}, \frac{3}{4}''^{\circ}, \frac{3}{8}''^{\circ}, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)) / 100$$

MATERIAL Y EQUIPO:

- Una Balanza con sensibilidad 1 gr.
- Juego de Tamices conformados por N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 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.

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.

Figura N° 06

Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestra del agregado en peso

- 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.

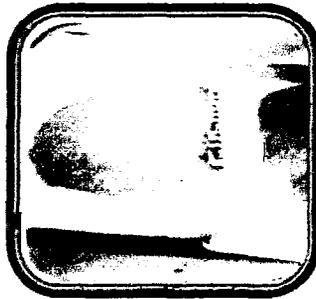
Figura N° 07



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Juegos de tamices

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

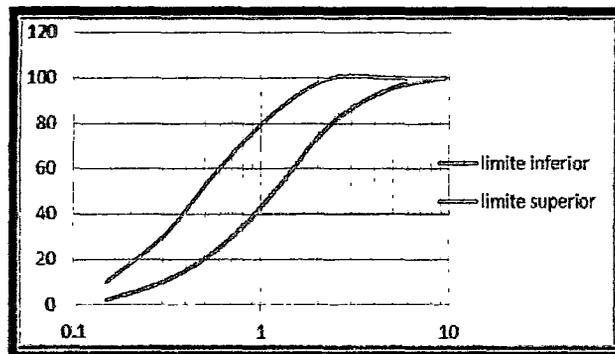
Figura N° 8



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestras retenidas en cada tamiz

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

Tabla N° 02



Fuente: elaboración propia / Escala logaritmica para el análisis del agregado

c) PESO ESPECÍFICO (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y ABSORCION EN AGREGADOS FINOS ASTM 118 Y AGREGADOS GRUESOS ASTM 117

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 (kp/m^3). En el Sistema Internacional de Unidades, en newton por metro cúbico (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.

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.

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.

PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE 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.

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.

PARA AGREGADO FINO.

- **Peso Especifico de Masa:**

$$Pem = \frac{w_0}{v - v_a}$$

- **Peso Especifico de Masa SSS**

$$Pemsss = \frac{500}{v - v_a}$$

- **Peso Especifico 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 secada en la estufa
- v = volumen del volumenómetro usado
- v_a = peso en gramos o el volumen en cm³ del agua añadida al frasco

PARA AGREGADO GRUESO:

- **Peso Especifico de Masa**

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

- **Peso Especifico de Masa SSS**

$$P_{emss} = \frac{B}{B - C}$$

- Peso Específico Aparente

$$P_{eap} = \frac{A}{A - C}$$

- 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

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.

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 hallas toallas para encontrar el estado saturado sss.

EQUIPO Y MATERIALES:

PARA AGREGADO FINO.

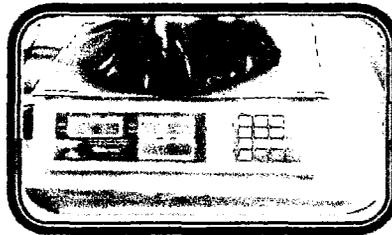
- Balanza con sensibilidad 1 gr. Y capacidad de 5 kg.
- Frasco volumétrico (fiola con capacidad de 500cm³.)
- Molde cónico, metálico de $\phi < 4\text{cm}$ y $\phi > 8\text{cm}$ y con una altura de 9cm.
- Varilla de metal con un extremo redondeado
- Estufa, capaz de mantener una temperatura constante 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 para a próximamente 55 gr de la prueba.

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.

Figura N° 09



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Pesamos el AF para ensayarlo (2Kg)

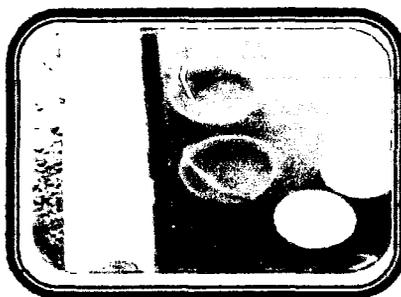
Figura N° 10



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Secamos la muestra hasta peso constante

- Se sumerge la muestra en agua durante 24 horas.

Figura N°11



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestra de A.F. sumergida en agua

- Saque 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.

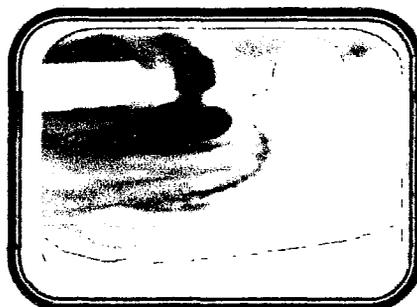
Figura N°12



Secado de la muestra hasta el estado SSS Con una secadora de pelo

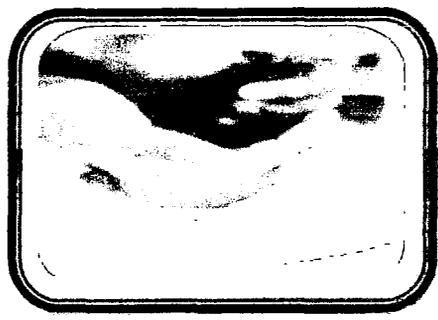
- Continúe esta operación hasta que los granos de agregado no se adhieran entre sí marcadamente.
- Se coloca la muestra en un molde cónico y se consolida con 25 golpes de pisón en 3 capas. En la primera capa 8 golpes, en la segunda también y en la última 9.

Figura N°13



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Colocando la 1° tercera parte de AF al cono

Figura N°14



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Realizando los golpes para compactar la primera parte

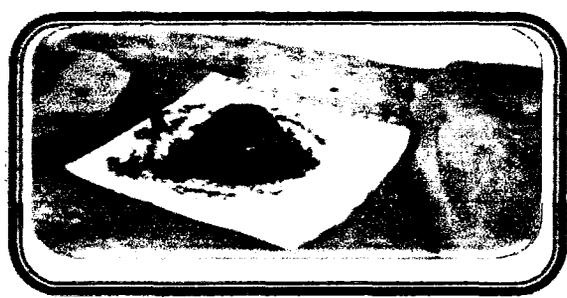
- Si existe humedad libre el cono con A.F mantendrá su forma, siga secando y revolviendo constantemente y pruebe a intervalos hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, esto indica que el agregado a alcanzado la condición saturado superficialmente sedo SSS.

Figura N°15



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestra que aún no está en estado SSS

Figura N°16



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Muestra en estado de SSS, puesto que se rebajó con referencia del principio

- Introduzca 500gr de la muestra SSS en una probeta, la cual se agregara previamente 100cm³ de agua y luego agregar o completar hasta los 500cm³ indicados en la fiola eliminando las burbujas de aire (utilizando la bomba de vacios).

Figura N°17



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Colocando el AF a la fiola

Figura N°18



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Fiola con agregado más agua

- 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 w_a .

Figura N°19



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / De la fiola a un depósito para ser secado en el
horno

d) 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.

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.

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

Dónde:

Wm = Peso neto del agregado suelto

f = Factor de corrección

P.U.Vs. = Peso unitario volumétrico suelto

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 Institute.

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

Dónde:

Wm = Peso neto del agregado suelto

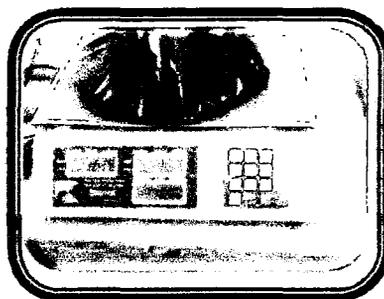
f = Factor de corrección

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.

Figura N°20



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Balanza utilizada

- 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.

Figura N°21



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Molde y barra compactadora utilizados en el ensayo

Figura N°22



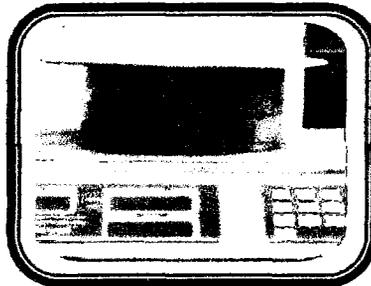
Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Agregado fino extraído de la cantera.

PROCEDIMIENTO

Procedimiento Para Calcular El Peso Unitario Volumétrico Suelto

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

Figura N°23



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Pesado del recipiente sin muestra

- 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.

Figura N°24



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Llenando el recipiente con el agregado fino

- Eliminamos el excedente del agregado con la varilla compactadora

Figura N°25



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Eliminando el exceso de agregado

- Determinamos el peso de la muestra más el recipiente (W_{m+r}).

Figura N°26



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Pesado del recipiente más la muestra sin compactar

- 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).

Figura N°27



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Pesado del recipiente sin muestra

- 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.

Figura N°28



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Llenando el recipiente con el agregado fino

- Apisonamos la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie

Figura N°29



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Apasionando el agregado con la varilla compactadora (25 golpes)

- 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).

Figura N°30



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Apisonando el agregado con la varilla compactadora (25 golpes)

- luego enrazamos el recipiente utilizando la barra compactadora o con una regla y desechando el material sobrante.

Figura N°31



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Enrazando el recipiente o Eliminando el exceso de agregado

- Determinamos el peso de la muestra compactada más el recipiente (W_{m+r}).

Figura N°32



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Pesado del recipiente más la muestra compactada.

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

PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO: (Suelto Y Compactado)

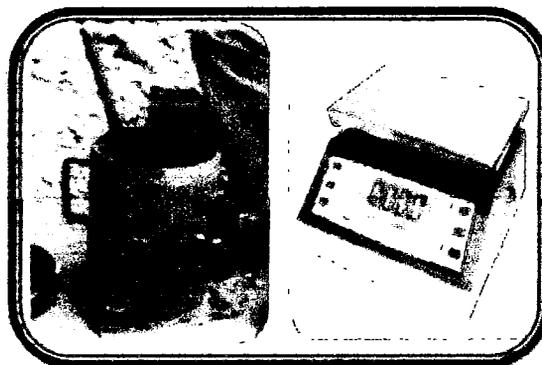
Es el peso del material seco que se necesita para llenar cierto recipiente de volumen unitario.

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.
- Pingnometro

Figura N°33



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Recipiente, barra compactadora y balanza

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.

Figura N°34



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Primera etapa de compactación (25 golpes)

Figura N°35



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Segunda etapa de compactación (25 golpes)

Figura N°36



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Tercera etapa de compactación (25 golpes)

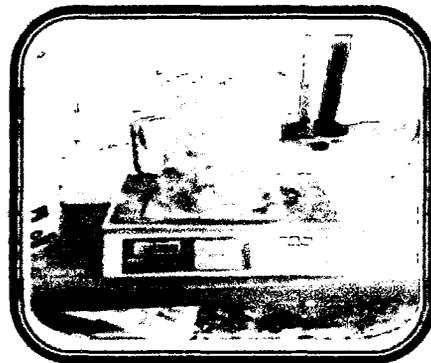
Figura N°37



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Enrazado del agregado grueso

- Cuando se apisona la primera capa, se procurará que la barra no golpee el fondo, pues sólo se empleará una fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre en la última capa del agregado colocado en el recipiente.
- 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.

Figura N° 38



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Peso del agregado compactado

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.

Figura N°39



Fuente: fotografía de trabajo de tesis / Agregado grueso en el ensayo de peso unitario
suelto

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS

- i. Con la adición del relave minero en la tabla de diseño de en el diseño de mezcla de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica., 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).
- ii. 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 la relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica. como resultados arroja
 - a) Ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto (ASTM C - 39) normal

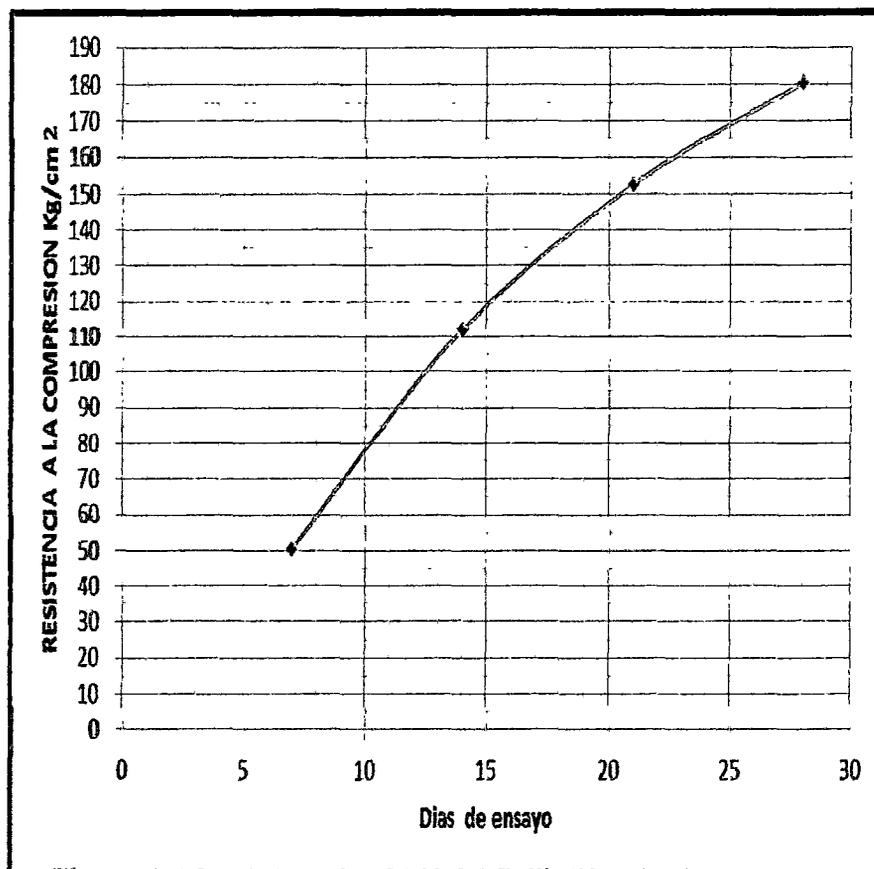
TABLA N°03 MUESTRA N° 01 – CONCRETO PATRON

PROBETAS			DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm ²)	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA	RESIST.	
						(Kg/cm ²)	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm ²)	OBTEN.	
1	02-05-15	09-05-15	15.00	176.72	7	175	17000	8923	50.49	28.85	MUESTRA 1
2	02-05-15	16-05-15	14.90	174.37	14	175	41000	19511	111.90	63.94	MUESTRA 2
3	02-05-15	23-05-15	14.90	174.37	21	175	57000	25570	152.38	87.07	MUESTRA 3
4	02-05-15	30-05-15	15.00	176.72	28	175	69000	31864	180.31	103.04	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual VIVISA, Dai ELE, CT-728D, SNP 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$.
 Los testigos de edades 7, 14, 21 y 28 días; tienen un 28.85; 63.94; 87.07; 103.04% de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$, por lo que llegaron o sobrepasaron fígaramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°40 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

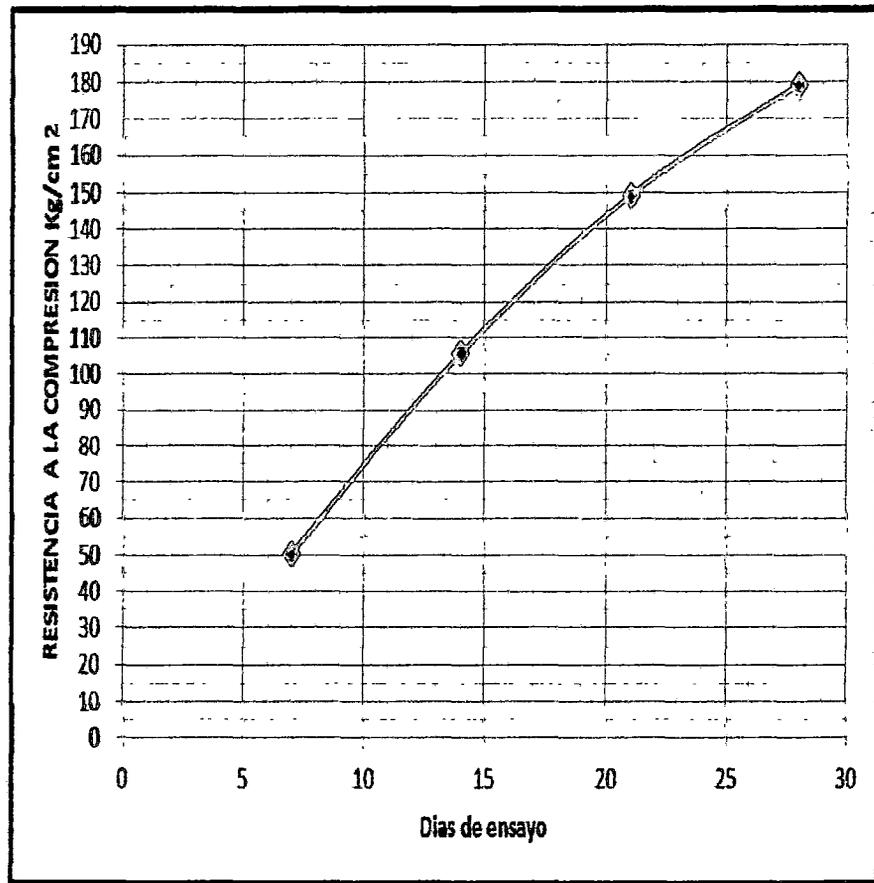
TABLA N°04 MUESTRA N° 02 – CONCRETO PATRON

PROBETAS			DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm²)	(Dias)	ESPECIF.	MAXIMA (Lb)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm²)	RESIST. OBTEN.	
						(Kg/cm²)					
1	02-06-15	09-06-15	15.00	176.72	7	175	16900	8879	50.24	28.71	MUESTRA 1
2	02-06-15	16-06-15	14.96	174.37	14	175	36500	18408	105.57	60.33	MUESTRA 2
3	02-06-15	23-06-15	15.00	176.72	21	175	56500	26349	149.11	85.20	MUESTRA 3
4	02-06-15	30-06-15	15.00	176.72	28	175	68500	31644	179.07	102.32	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual VIVISA, Dial ELE, CF-728D, SNP 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los testigos de edades 7, 14, 21 y 28 días, tienen un 28.71; 60.33; 85.20; 102.32% de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que logran o sobrepasaron ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°41 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

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

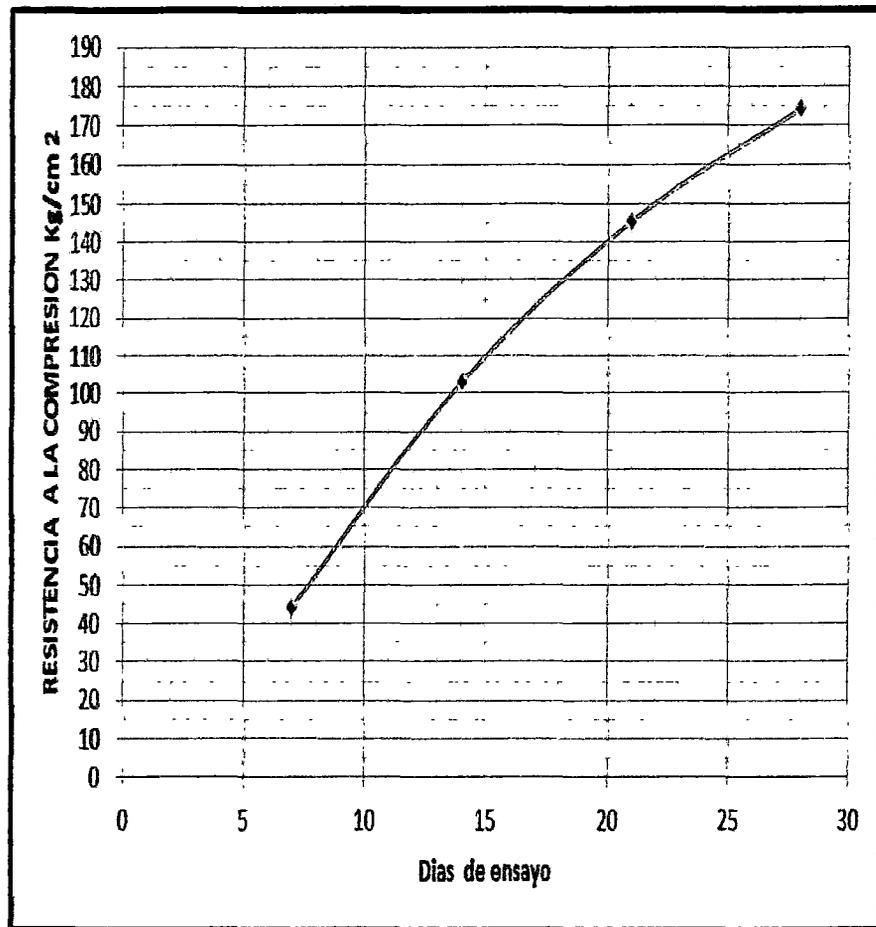
TABLA N°05 MUESTRA N° 01 – CONCRETO ADICIONADO RELAVE

PROBETAS			DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	ESPECIF. [Kg/cm2]	MAXIMA (Lb)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA [Kg/cm2]	RESIST. OBTEN.	
1	03-06-15	10-06-15	15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	
2	03-06-15	17-06-15	14.98	176.24	14	175	37900	18143	102.94	58.83	MUESTRA 2
3	03-06-15	24-06-15	15.00	176.72	21	175	55000	25688	145.36	83.06	MUESTRA 3
4	03-06-15	01-07-15	15.00	176.72	28	175	66500	30761	174.07	99.47	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual VIVISA, Dial ELE, 07-728D, SN° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los fustes de edades 7, 14, 21, 28 días; tienen un 25.29, 58.83, 83.06, 99.47 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no llegaron o sobrepasaron ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°42 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

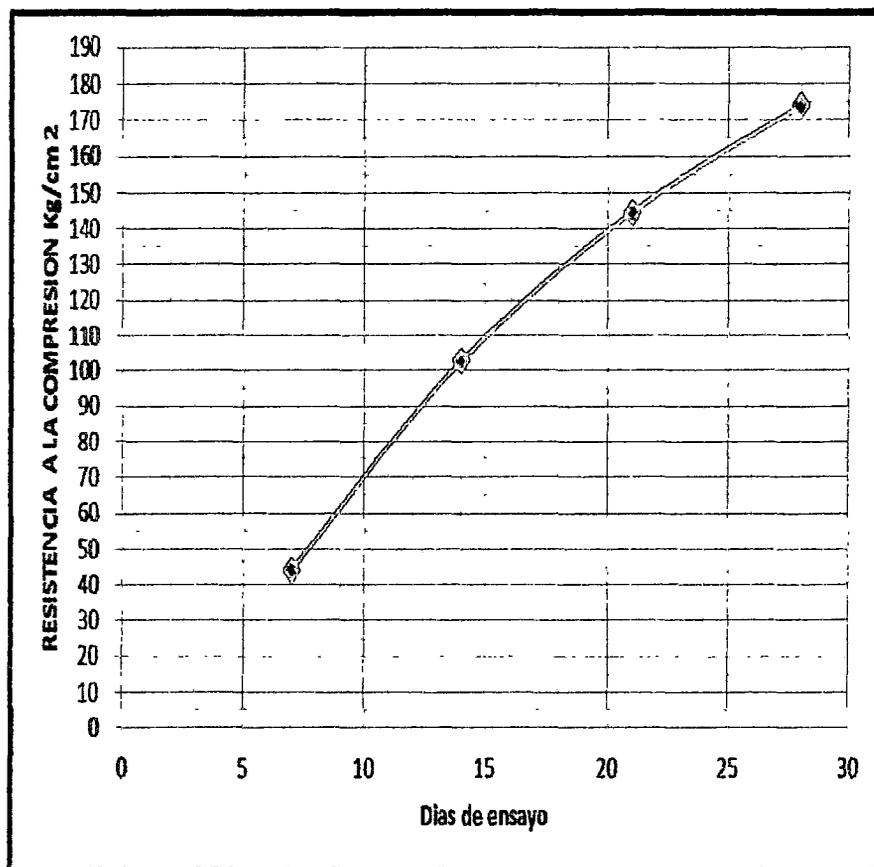
TABLA N°06 MUESTRA N° 02 – CONCRETO ADICIONADO RELAVE

PROBETAS			DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACENDO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm2)	(Días)	ESPECF. (Kg/cm2)	MAXIMA (Lb)	MAXIMA (Kg)	MAXIMA (Kg/cm2)	RESIST. OBTEN.	
1	03-05-15	10-05-15	15.00	176.72	7	175	14400	7776	44.00	25.14	
2	03-06-15	17-06-15	14.98	176.24	14	175	37800	18099	102.69	58.68	MUESTRA 2
3	03-05-15	24-05-15	14.98	176.24	21	175	54500	25467	144.50	82.57	MUESTRA 3
4	03-05-15	01-07-15	15.00	176.72	28	175	66400	30717	173.82	99.33	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual HVCA, Dial ELE CF-728D, SN° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los testigos de edades 7, 14, 21, 28 días; tienen un 25.14; 58.68; 82.57; 99.33 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no llegaron a sobrepasar ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°43 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

c) ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto (ASTM C - 39) adicionando relave minero al 15.00%

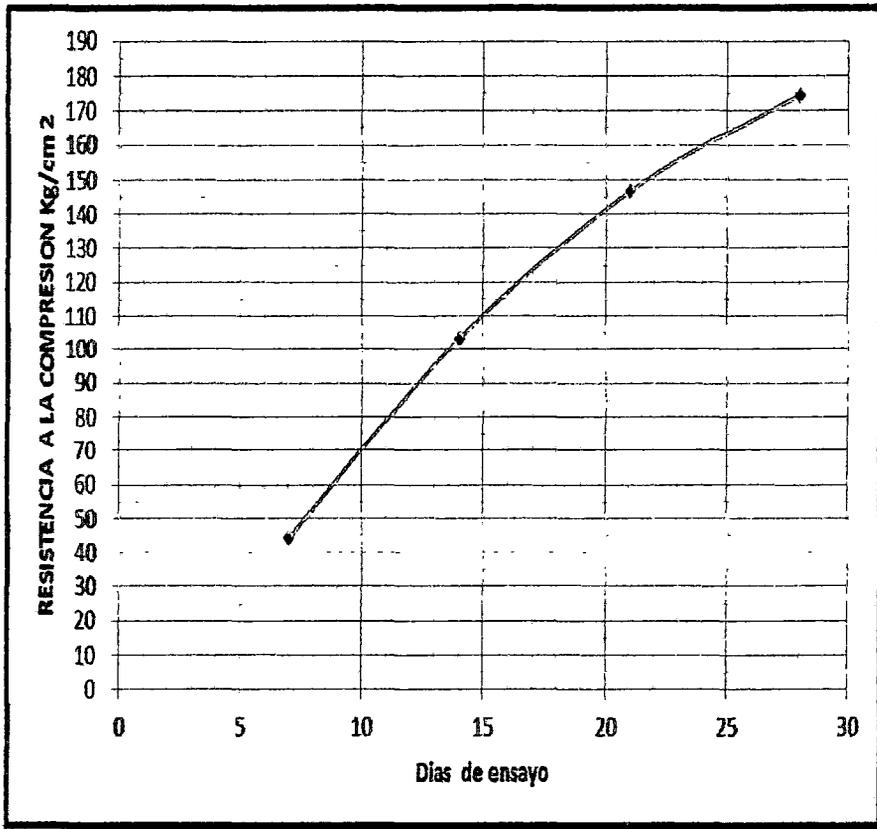
TABLA N°07 MUESTRA N° 01 – CONCRETO ADICIONADO RELAVE

PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA	
N°	FECHA DE VANCEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm²)	(Dias)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MAXIMA		
						(Kg/cm²)	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm²)		OBTEN.
1	04-05-15	11-05-15	15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
2	04-05-15	18-05-15	14.98	176.24	14	175	37950	18165	103.07	58.90	MUESTRA 2
3	04-05-15	25-05-15	15.00	176.72	21	175	55500	25908	146.61	83.78	MUESTRA 3
4	04-05-15	02-07-15	15.00	176.72	28	175	66600	30805	174.32	99.61	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual VMISA, Dial ELE, CI-728D, SNF 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los ensayos de edades 7, 14, 21, 28 días; tienen un 25.29, 58.90, 83.78, 99.61 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no llegaron o sobrepasaron ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°44 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

d) ensayo de resistencia a la compresión simple en probetas estándar de concreto (ASTM C - 39) adicionando relave minero al 20.00%

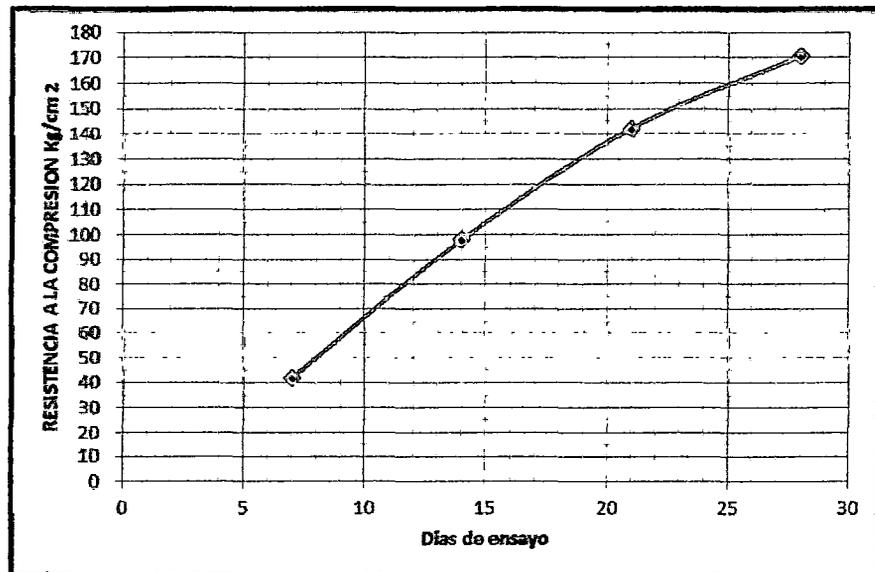
TABLA N°08 MUESTRA N° 01 – CONCRETO ADICIONADO RELAVE

PROBETAS			DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm²)	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA	RESIST.	
						(Kg/cm²)	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm²)	OBTEN.	
1	04-05-15	11-06-15	15.00	176.72	7	175	13500	7379	41.75	23.86	MUESTRA 1
2	04-05-15	18-05-15	14.98	176.24	14	175	35800	17217	97.69	55.82	MUESTRA 2
3	04-05-15	25-05-15	14.98	176.24	21	175	53500	25026	142.00	81.14	MUESTRA 3
4	04-05-15	02-07-15	15.00	176.72	28	175	65000	30099	170.33	97.33	MUESTRA 4

MAQUINA: Prensa Hidráulica Manual VIVISA, Dial E.E. CI-728D, S/P 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los testigos de edades 7, 14, 21, 28 días, tienen un 23.88; 55.82; 81.14; 97.33 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no llegan o sobrepasan ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

Figura N°45 CURVA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION



Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

- iii. 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 relavera N° 09 – Acchilla – Ccochaccasa, para tránsito ligero (método ACI), en el distrito de Lircay provincia de Angaraes – Huancavelica. El resultado de este proceso es la optimización del uso del cemento, en un porcentaje de 16.08%, de acuerdo al módulo de fineza que contiene el relave minero.

TABLA N° 09

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm^2 (ADICIONANDO RELAVE MINERO - 14.08%)			
CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA			
$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y en condiciones normales en probetas cilíndricas de 6" x 12".			
Cemento Portland Tipo I Andino	260.58 kg/m ³	6.131	BOLS.
Relave minero	50.88 kg/m ³	0.018	M2
Arena	721.91 kg/m ³	0.291	M3
Piedra	1057.01 kg/m ³	0.413	M3
Agua	187.87 lts/m ³	0.188	LT
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA			
A/C		0.628	
Asentamiento		1"	3"
Densidad		2278.26	Kg/m ³
Proporción en Peso	1.00	0.20	2.77 : 4.06
Proporción en Volumen	1.00	0.24	2.86 : 3.84
	C	R.M.	A F

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

4.2. DISCUSIÓN

- i. Nuestra investigación nos lleva a la metodología para el uso del relave minero, utilizar para mezclas de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por relave (se han propuesto reemplazos del orden del 15% y 20%).

TABLA N° 10(adicionando 15% de relave minero)

PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA	
N°	FECHA DE	FECHA DE	(cm)	(cm ²)	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA		RESIST.
	VACEADO	RUPTURA				(Kg/cm ²)	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm ²)		OBTEN.
1	04-06-15	11-06-15	15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
2	04-06-15	18-06-15	14.98	176.24	14	175	37950	18165	103.07	53.90	MUESTRA 2
3	04-06-15	25-06-15	15.00	176.72	21	175	55500	25908	146.61	83.78	MUESTRA 3
4	04-06-15	02-07-15	15.00	176.72	28	175	68800	30805	174.32	99.61	MUESTRA 4

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

TABLA N° 05 (adicionando 20% de relave minero)

PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA	
N°	FECHA DE	FECHA DE	(cm)	(cm ²)	(Días)	ESPECIF.	MAXIMA	MAXIMA	MÁXIMA		RESIST.
	VACEADO	RUPTURA				(Kg/cm ²)	(Lb)	(Kg)	(Kg/cm ²)		OBTEN.
1	04-06-15	11-06-15	15.00	176.72	7	175	13500	7379	41.75	23.66	MUESTRA 1
2	04-06-15	18-06-15	14.98	176.24	14	175	35900	17217	97.69	55.82	MUESTRA 2
3	04-06-15	25-06-15	14.98	176.24	21	175	53500	25026	142.00	81.14	MUESTRA 3
4	04-06-15	02-07-15	15.00	176.72	28	175	65000	30099	170.33	97.33	MUESTRA 4

Fuente: resultados de ensayo por MTC -HVCA

- ii. Se evaluó la resistencia a compresión a 7, 14, 21 y 28 días. Mostrando así: en el diseño patrón una RC promedio = 179.69 Kg/cm² y en el diseño adicionado con relave minero una RC promedio = 173.95 Kg/cm².
- iii. El resultado de este proceso es la optimización del uso del cemento con esta adición del material arriba mencionado, en un porcentaje de 16.08%, de acuerdo al módulo de fineza que contiene.

CONCLUSIÓN

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 del cemento.
- El resultado de resistencia a compresión del diseño de mezcla patrón obtenido, utiliza en 1.00 M3 de concreto 7.306 bolsas de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días, de 179.69 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 6.131 bolsa de cemento, adquiriendo una resistencia a compresión a los 28 días, de 173.95 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 cemento de acuerdo al tipo de diseño de mezcla, como se muestra en el cuadro siguiente:

TABLA N° 06

CUADRO COMPARATIVO DEL USO DEL CEMENTO POR M3 DE CONCRETO - ADICIONANDO RELAVE MINERO

TIPO DE DISEÑO	DISCRIPCION	UND	METRADO	COSTO SIN IG	COSTO CON IG	COSTO TOTAL SIN IG	COSTO TOTAL CON IG	AHORRO SIN IG	AHORRO CON IG
DISEÑO PATRON	CEMENTO	BOL	7.306	24.00	28.32	175.35	206.91	0.00	0.00
DISEÑO ADICIONANDO RELAVE MINERO AL 16.08%	CEMENTO	BOL	6.131	24.00	28.32	147.15	173.64	28.20	33.27
DISEÑO ADICIONANDO RELAVE MINERO AL 15.00%	CEMENTO	BOL	6.210	24.00	28.32	149.04	175.87	26.30	31.04
DISEÑO ADICIONANDO RELAVE MINERO AL 20.00%	CEMENTO	BOL	5.845	24.00	28.32	140.27	165.52	35.07	41.39

Fuente: elaboración de trabajo de tesis

RECOMENDACIONES

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 en general, shotcrete y presas de concreto rolado. Con esto se tendría un abanico más amplio de aplicaciones prácticas para ser usadas en nuestro medio, de la construcción. trabajando con porcentajes de reemplazo de cemento por relave minero menores a 16.08% para obtener resistencias altas.
- Los diseños preparados han sido efectuados en una zona de clima templado. Para trabajarlos en zonas con bajas temperaturas se deberían realizar la aplicación de aditivos plastificantes para climas fríos y tener las consideraciones necesarias para los ciclos de hielo y deshielo (Incorporar aire adicional si fuese necesario). Y no tener resultado que no estén dentro de los porcentajes de resistencia a la compresión, por encima del 10% y debajo del 10%.
- 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. De la mis forma a la Escuela Profesional De Ingeniería Civil, como institución de formación profesional, propiciar la investigación del uso de materiales como desechos de actividades mineras, obras civiles, etc. Para poder contribuir al cuidado del medio ambiente.

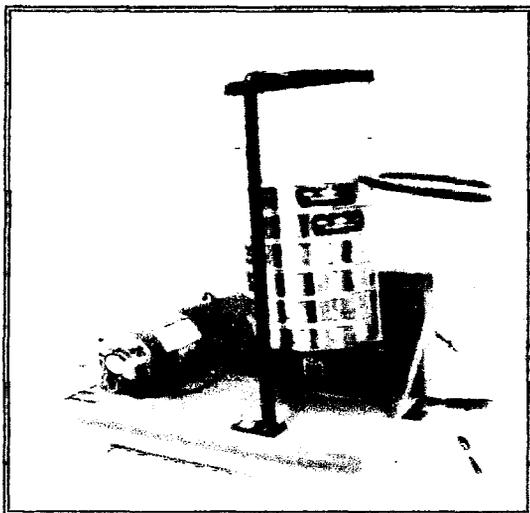
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **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**
- **BACH. DURAND J. y RODRIGUEZ C. – 2009 – Universidad Nacional San Carlos de Guatemala “Examen de calidad de los agregados para concreto.**
- **BACH. ASCASIBAR ANDRADE R. – 2007 – Universidad Nacional de Ingeniería Tesis “Estudio de las canteras de agregados existentes en la ciudad de chancay para su utilización en la fabricación del concreto en zona”.**
- **BACH. VARGAS E. y CHACALIAZA Q. – 2011 – Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis “CARACTERISTICAS DEL AGREGADOS (FINOS Y GRUESOS) DE LA CANTERA DE TUCSIPAMPA – LIRCAY – 2011”.**

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

Figura N° 40



TAMICES NORMALIZADOS DE ACUERDO A LAS NORMAS TECNICAS

FUENTE: Fotografías propias de tesis

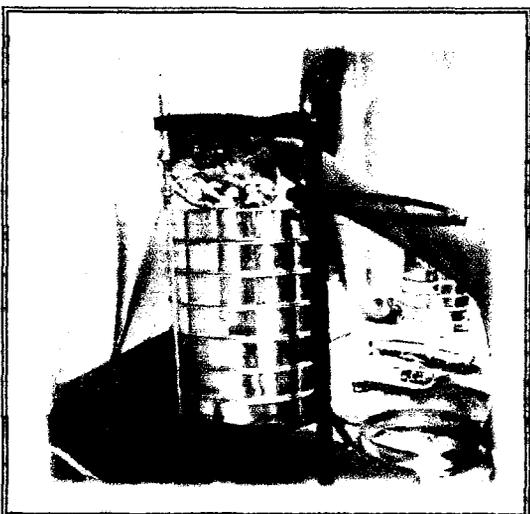
Figura N° 41



ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 42



ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 43



PESO DE CANTIDADES RETENIDAS EN EL ANALISIS GRANULOMETRICO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 44



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
FINO**

FUENTE: Fotografías propias de tesistas

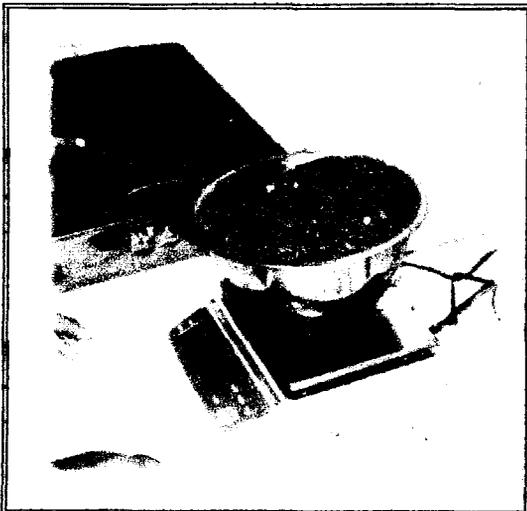
Figura N° 45



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
FINO**

FUENTE: Fotografías propias de tesistas

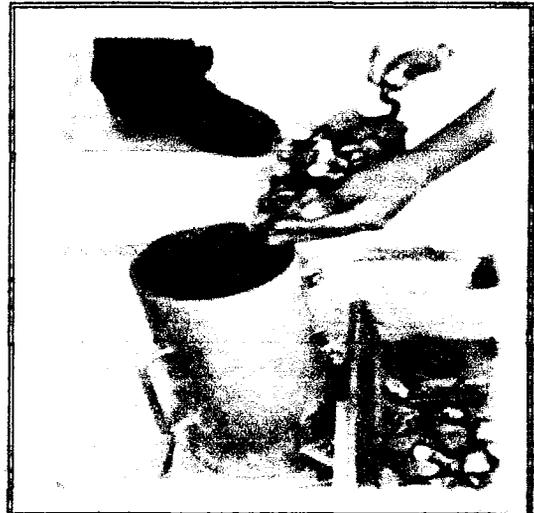
Figura N° 46



**PESO DE CANTIDADES PARA CONTENIDO DE
HUMEDAD**

FUENTE: Fotografías propias de tesistas

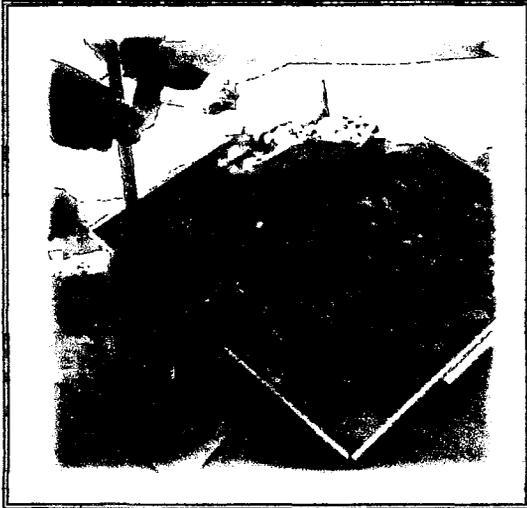
Figura N° 47



**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
GRUESO**

FUENTE: Fotografías propias de tesistas

Figura N° 48



**PESO UNITARIO COMPACTO DEL
AGREGADO GRUESO**

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 49



**PESO UNITARIO COMPACTO DEL
AGREGADO GRUESO**

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 50



**MUESTRAS DE LOS MATERIALES, SECADO A
HORNO ELECTRICO**

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 51



PESO ESPECÍFICO DEL RELAVE MINERO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

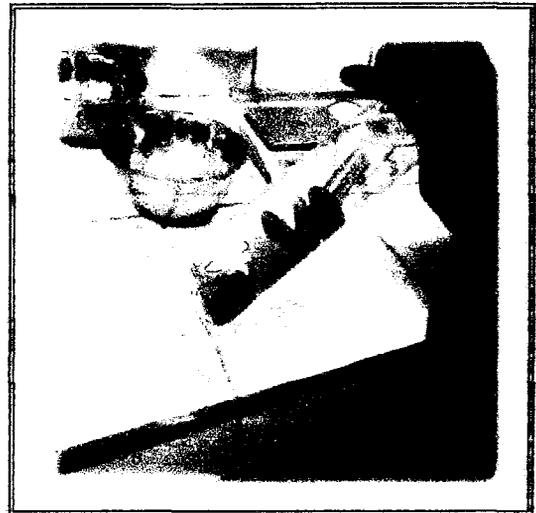
Figura N° 52

Figura N° 53



MUESTRA DEL AGREGADO FINO PARA REALIZAR EL PESO ESPECIFICO.

FUENTE: Fotografías propias de tesis



REALIZANDO EL PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO.

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 54



MUESTRAS REPRESENTATIVAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA (METODO ACI - 211)

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 55

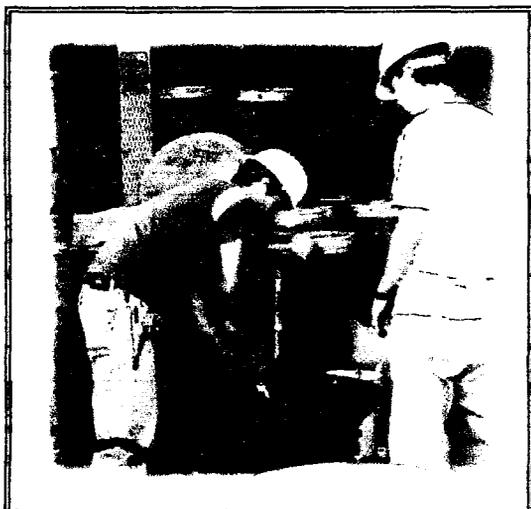


MUESTRA DEL RELAVE MINERO ADICIONADO AGUA

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 56

Figura N° 57



PREPARADO DEL CONCRETO DE ACUERDO A LAS PROPORCIONES

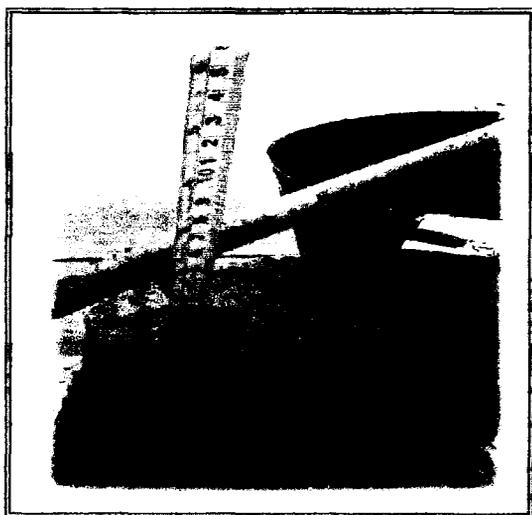
FUENTE: Fotografías propias de tesis



PRUEBA DE SLUMP DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 58

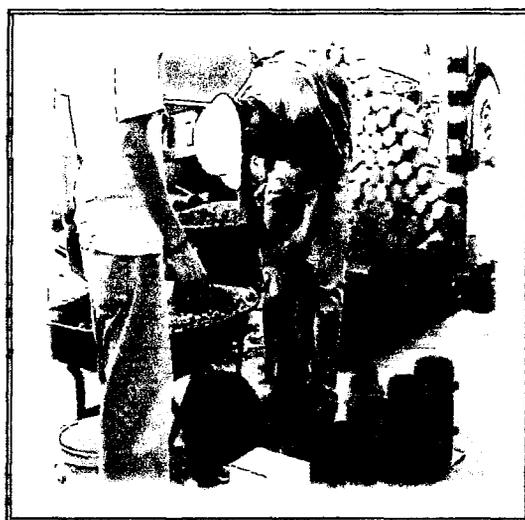


MEDIDA DEL GRADO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO, DE ACUERDO DISEÑO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 60

Figura N° 59



COLOCADO DE CONCRETO EN BRIQUETAS NORMALIZADOS

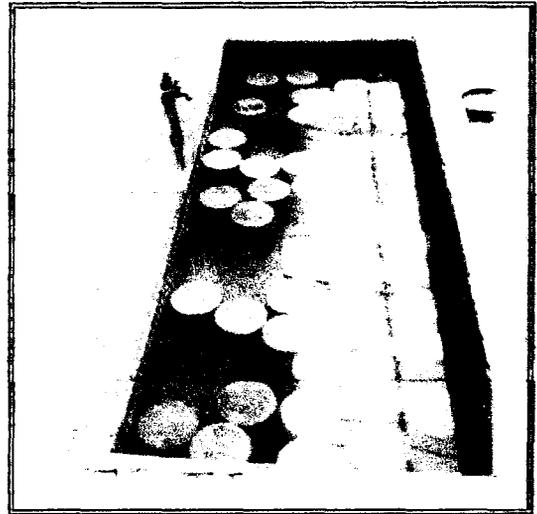
FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 61



CONCRETO EN BRIQUETAS NORMALIZADOS

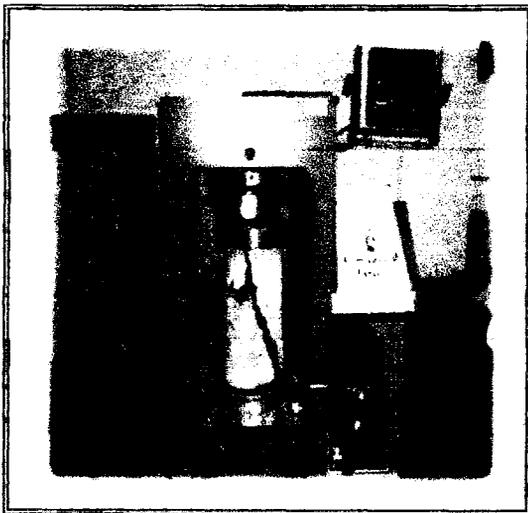
FUENTE: Fotografías propias de tesis



CURADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 62



RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO A $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

FUENTE: Fotografías propias de tesis

Figura N° 63



FALLA EN ROTURA DE CONCRETOS ELABORADOS A $f'c = 175 \text{ ka/cm}^2$

FUENTE: Fotografías propias de tesis

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO

(N.T.P. 400.021 ASTM C-127)

PROCEDENCIA : CANTERA ACCUARMA

UBICACION : KM 7+000 CARRETERA LIRCAY - AYACUCHO

FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015

27-may-15

FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

01-jun-05

I. DATOS

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (B)	gr	2000
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	1856
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	3091
4	Peso de la Saturada dentro del Agua (3-2) (C)	gr	1235
5	Peso de la Tara	gr	243
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	2199
7	Peso de la Muestra Seca (6-5) (A)	gr	1956

II. RESULTADOS

8	Peso Especifico de Masa ((A)/(B-C))	gr/cm3	2.66
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco ((B)/(B-C))	gr/cm3	2.67
10	Peso Especifico aparente ((A)/(A-C))	gr/cm3	2.71
11	Porcentaje de Absorsión ((B-A)/A)*100	%	2.26

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO

(N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

PROCEDENCIA : CANTERA ACCUARMA

UBICACION : KM 7+000 CARRETERA LIRCAY - AYACUCHO

FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015

27-may-15

FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

01-jun-05

I. DATOS

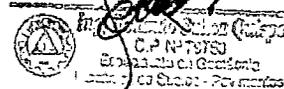
1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	550
2	Peso del Balón Seco	gr	165
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	715
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	999
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	284
6	Peso de la Tara	gr	0
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	535
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	535
9	Volumen del Balón (V)	cm3	300

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa ((A)/(V-W))	gr/cm3	3.25
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco ((D)/(V-W))	gr/cm3	2.92
12	Peso Especifico aparente ((A)/(V-W)-(D-A))	gr/cm3	2.55
13	Porcentaje de Absorsión ((D-A)/A)*100	%	2.62



Goyim Palom Ceano
(e) Laboratorio Mecánica de Suelos



PESO ESPECIFICO DEL RELAVE MINERO

APLICANDO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

PROCEDENCIA : CANTERA ACCUARMA
UBICACION : RELAVERA ACCHILLA-UNIDAD JULCANI
FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015
FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

27-may-15
01-jun-05

I. DATOS

1	Peso del relave minero S.S.S. (D)	gr	300
2	Peso del Balón Seco	gr	165
3	Peso del relave S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	465
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	860
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	395
6	Peso de la Tara	gr	0
7	Peso de la Tara + relave seco	gr	293
8	Peso del relave seco (7-6) (A)	gr	293
9	Volumen del Balón (V)	cm3	570

II. RESULTADOS

10	Peso Especifico de Masa ((A)/(V-W))	gr/cm3	2.27
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seca ((D)/(V-W))	gr/cm3	2.27
12	Peso Especifico Aparente ((A)/(V-W)-(D-A))	gr/cm3	2.27
13	Porcentaje de Absorsión ((D-A)/A)*100	%	2.35



[Signature]
Gervino Pastor Cuanto
Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Signature]
Instituto de Suelos y Materiales
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



PESO UNITARIO DE AGREGADO

(N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PROCEDENCIA : CANTERA ACCUARMA

UBICACION : KM 7+000 CARRETERA LIRCAY - AYACUCHO

FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015

FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

27-may-15

01-jun-05

I. PESO UNITARIO SUELTO

		GRUESO			FINO			
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	16400	16359	16365	15650	15677	15665
2	Peso del Recipiente	kg	7174	7174	7174	7174	7174	7174
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg						
4	Constante del Recipiente	--	175.4	175.4	175.4	175.4	175.4	175.4
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3						
6	P.U.S. Seco ((5)-((5)*C.H./100))	kg/m3						
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3						

II. PESO UNITARIO COMPACTO

		GRUESO			FINO			
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	16590	16565	16689	16050	16035	16045
2	Peso del Recipiente	kg	7174	7174	7174	7174	7174	7174
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg						
4	Constante del Recipiente	--	175.4	175.4	175.4	175.4	175.4	175.4
5	P.U.S. Humedo (3*4)/100	kg/m3						
6	P.U.S. Seco ((5)-((5)*C.H./100))	kg/m3						
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3						

III. HUMEDAD

		GRUESO			FINO			
		Nº	5	24	10	5		
1	Peso de la Tara	gr	36.7	33.88	25.5	26.54		
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	156.00	194.00	255.00	244.80		
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	154.00	191.00	250.00	239.00		
4	Peso del Agua Contendida (2-3)	gr						
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr						
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%						
			1.81			2.48		

[Handwritten signature and stamp]

[Handwritten signature and official stamp]



20

PESO UNITARIO DE RELAVE						
APLICANDO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)						
PROCEDENCIA		: CANCHA DE RELAVE				
UBICACION		: RELAVERA ACCHILLA - UNIDAD JULCANI			27-may-15	
FECHA DE ENSAYO		: 27 DE MAYO 2015			01-jun-05	
FECHA DE EMISION		: 01 DE JUNIO 2015				
I. PESO UNITARIO SUELTO				RELAVE MINERO		
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	14350	14302	14307	
2	Peso del Recipiente	kg	7174	7174	7174	
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg				
4	Constante del Recipiente	--	175.4	175.4	175.4	
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3				
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H./100))	kg/m3				
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3				
II. PESO UNITARIO COMPACTO				RELAVE MINERO		
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	15509	15580	15671	
2	Peso del Recipiente	kg	7174	7174	7174	
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg				
4	Constante del Recipiente	--	175.4	175.4	175.4	
5	P.U.S. Humedo (3*4)/100	kg/m3				
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H./100))	kg/m3				
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3				
IV. HUMEDAD				RELAVE MINERO		
		Nº	12	2		
1	Peso de la Tara	gr				
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	176.00	190.00		
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	173.50	186.90		
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr				
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr				
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%				
			1.90			



[Signature]
 Govino Paitan Coarito
 (e) Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Signature]
 Roberto Sotelo Quispe
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones

21

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NTP 400.037)

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDECENCIA : CANTERA ACCUARMA
UBICACION : KM 7+000 CARRETERA LIRCAY - AYACUCHO
FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015
FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

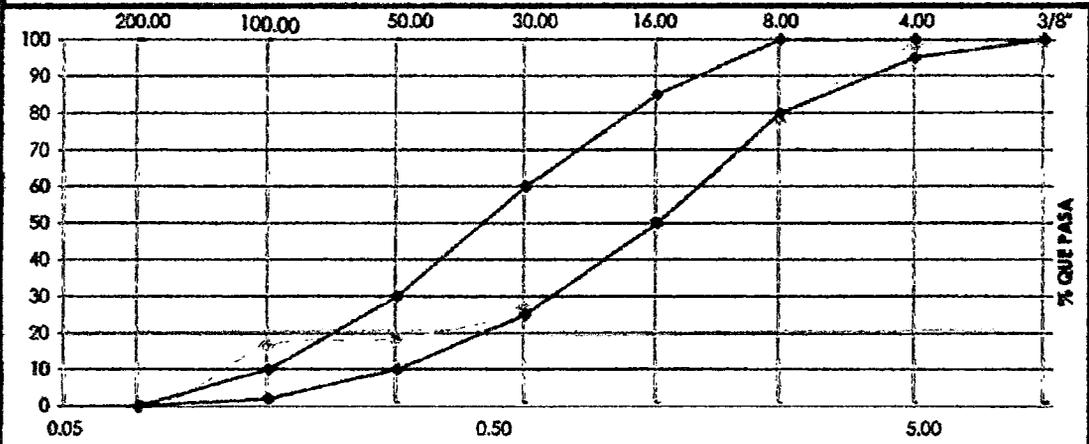
PESO INICIAL 700.00 gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE PASA	PORCENTAJE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	0.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	100.00	0.00	00
4.00	4.76	12.20	1.74	98.26	1.74	95 100
8.00	2.30	143.00	20.43	77.83	22.17	60 100
16.00	1.19	193.00	27.57	50.26	49.74	50 60
30.00	0.59	165.00	23.57	26.69	73.31	25 60
50.00	0.30	55.00	7.86	18.83	81.17	10 70
100.00	0.15	15.00	2.14	16.69	83.31	2 70
200.00	0.07	7.00	1.00	0.00	84.31	
FONDO	0.01	109.80	15.69	1.00	100.00	

PESO FINAL 700.00 gr

MODULO DE FINEZA 3.11

REPRESENTACION GRAFICA



El Agregado Fino esta dentro de las Especificaciones Tecnicas en todos sus ensayos.
y es recomendable para su uso en concretos f'c = 140, 175, 210 kg/cm²



[Signature]
Gervino Palko Castro
Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
Laboratorio de Ensayo de Materiales
Módulo de Química - Polímeros

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NTP 400.037)

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 PROCEDENCIA : CANTERA ACCUARMA
 UBICACIÓN : KM 7+000 CARRETERA URCAY - AYACUCHO
 FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015
 FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

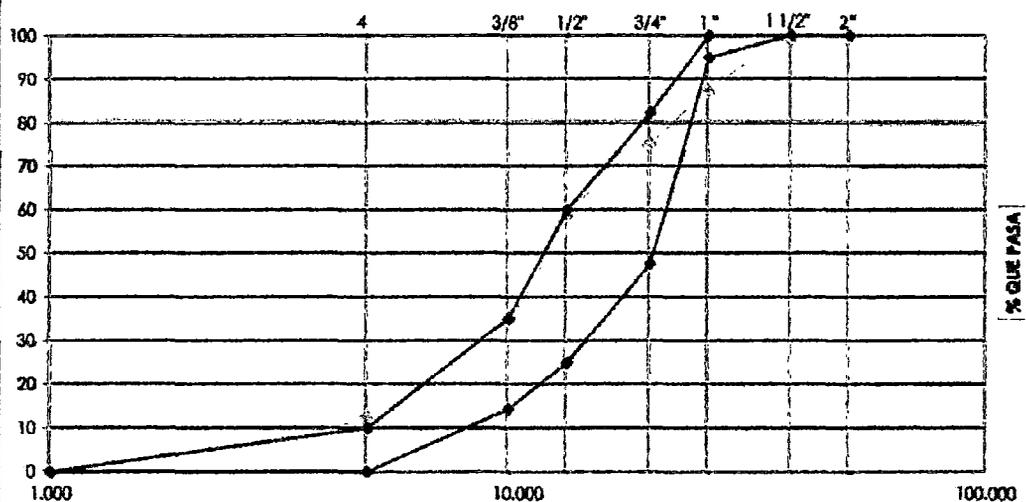
PESO INICIAL 7500.00 gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE PASA	PORCENTAJE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES TECNICAS	
2"	50.800	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
1"	25.400	954.00	12.72	87.28	12.72	95	100
3/4"	19.050	900.00	12.00	75.28	24.72		
1/2"	12.700	1240.00	16.53	58.75	41.25	75	60
3/8"	9.525	1785.00	23.80	34.95	65.05		
4	4.760	1689.00	22.52	12.43	87.57		
FONDO		932.00	12.43	0.00	100.00		

PESO FINAL 7500.00 gr

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 1" 25.40 mm

REPRESENTACION GRAFICA



El agregado piedra chancada (Grueso) esta dentro del uso granulometrico en las mañas



[Signature]
 Galina Pallas Canto
 (a) Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

APLICANDO ((NTP 400.037))

MATERIAL : RELAVE MINERO
 PROCEDENCIA : CANCHA DE RELAVE
 UBICACION : RELAVERA ACCHILLA - UNIDAD JULCANI
 FECHA DE ENSAYO : 27 DE MAYO 2015
 FECHA DE EMISION : 01 DE JUNIO 2015

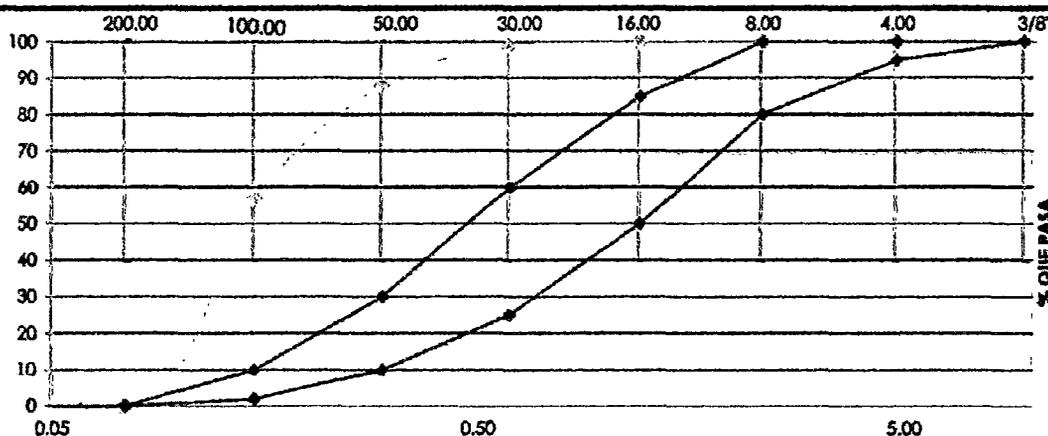
PESO INICIAL 500.00 gr

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE PASA	PORCENTAJE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES TECNICAS
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	0.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	100.00	0.00	100
4.00	4.76	0.00	0.00	100.00	0.00	95 100
8.00	2.30	0.00	0.00	100.00	0.00	90 100
16.00	1.19	0.00	0.00	100.00	0.00	80 50
30.00	0.59	5.00	1.00	99.00	1.00	20 60
50.00	0.30	55.00	11.00	88.00	12.00	10 50
100.00	0.15	155.00	31.00	57.00	43.00	5 10
200.00	0.07	199.00	39.80	0.00	82.80	
FONDO	0.01	86.00	17.20	39.80	100.00	

PESO FINAL 500.00 gr

MODULO DE FINEZA 0.56

REPRESENTACION GRAFICA



El comportamiento granulométrico de relave minero, en comparación de la escala logarítmica del agregado fino



Fuente: C.
 Gerente General
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Firma]
 Gerente General
 Laboratorio de Mecánica de Suelos



GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAMELICA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



PROYECTO: A.A.C. 410 TELEFAX-452873

Fecha de ensayo : miércoles 27 de mayo de 2015
 Fecha de emisión : lunes 01 de junio de 2015

	Piedra	Araya	Cemento	
a.- Peso específico	2.56 gr/cm ³	2.48 gr/cm ³	Procedencia	Mt. O
b.- Peso seco compactado	1625.97 Kg/m ³	1517.12 Kg/m ³	Marca	4000
c.- Contenido de Humedad	1.81 %	2.48 %	Tipo	
d.- % de Absorción	2.25 %	2.80 %	P.E (gr/m ³)	5.20
e.- Peso suelo	1584.63 Kg/m ³	1432.23 Kg/m ³	Peso (kg)	42.5
f.- Canchala	ACCUARMA	RIO SICRA	Volumen (m ³)	0.038

1.- Determinación del T.M.

El tamaño máximo es aquel, por donde pasa el 90%.

$$T.M. = 1^{\circ} = 25.4 \text{ mm.}$$

2.- Determinación del Módulo de Finos

El módulo de Finos agregado fino es:

$$M.F. = \frac{\% \text{Acumulado} (4 + 8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100} = 3.11$$

3.- F'c se halla en la siguiente tabla de correspondencia

$$F'c = \dots \text{ Kg/cm}^2$$

De la Tabla de Compresión requerido tenemos:

F'cr = F'c + 70 kg/cm ²	< 210 Kg/cm ²
F'cr = F'c + 84 kg/cm ²	210 - 350 kg/cm ²
F'cr = F'c + 98 kg/cm ²	> 350 Kg/cm ²
F'cr =	175 70 245 Kg/cm ²

4.- Tabla de correspondencia a/c = f'c

F'cr kg/cm ²	Relacion a/c en peso	
	sin aire incorporado	aire incorporado
450	0.38	0
400	0.43	0
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

F'cr	a/c
280	0.44
346	x ... ?
380	0.50

x ... = 0.628

5.- Tabla de Revoque

TIPO DE CONSTRUCCION	Revoque cm.	
	Máximo	Mínimo
Muros y Zapatas de ciment. de concreto reforzado	7.5	2.5
Zapatas simples Cq. y Mz de la superestructura	7.5	2.5
Vigas y Mz. de conc. ref.	10	2.5
Columnas	10	2.5
Pavimentos y Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	5	2.5

El revoque a usarse será de : 2.5 a 7.5 cm.
 Tamaño Máximo del Agregado : 25.4 mm.

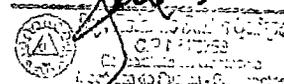
6.- Tabla de Agua y Aire

Revoque cm.	Tabla III Req. aprox. de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes revoques y tamaños max. del agregado.								
	Agua en Lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos del agregado indicado								
	10 mm.	12.5 mm.	20 mm.	25 mm.	40 mm.	50 mm.	70 mm.	150 mm.	1.5 mm.
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145		125
5 a 10	225	215	200	195	175	170	160		140
10 a 15	240	230	210	205	185	180	170		
Cant. aire* m ³	0.05	0.025	0.02	0.015	0.01	0.005	0.005		0.002

Conclusiones:
 De la Tabla III hallamos el volumen de agua = m³ = 199 Lt.

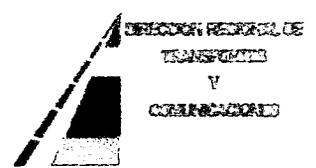


Gavino Paitan Ceanto
Gavino Paitan Ceanto
 (C) Laboratorio Mecánica de Suelos





GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAVELICA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



14

Tabla IV

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO								
Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla por volumen unitario para diferentes módulos de finura de la arena								
Tamaño máximo del Agregado mm.	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80
10	0.50	0.48	0.46	0.44				
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53				
20	0.66	0.64	0.62	0.60				
25	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57
40	0.76	0.74	0.72	0.70				
50	0.78	0.76	0.74	0.70				
70	0.81	0.79	0.77	0.75				
150	0.87	0.85	0.83	0.81				

M.F. = 3.11

M.F.	f
3.30	0.43
3.11	a.g. ...?
3.00	0.48

Cantidad de Ag. Grueso:

De la tabla III se obtiene el volumen del aire atrapado por m³ de concreto =

0.015 m³

Conociendo la cantidad de agua por unidad de concreto y la relación a/c, la cantidad de cemento se obtiene de la división del primero entre el segundo.

C = 310.51 Kg.

Bastara multiplicar el peso seco compactado del agregado grueso por el Volumen del Agregado Grueso.

Agregado grueso = 1038.25 Kg.

Conociendo la relación:

a.- Volumen absoluto de agua Agua = m³

b.- Volumen absoluto e cemento Cemento = m³

c.- Volumen absoluto del agregado grueso. Ag. Grueso = m³

d. Volumen absoluto de aire. Aire = m³

e.- Suma de volúmenes absolutos. S.v.a. = m³

f. Volumen absoluto de arena: Arena = m³

Arena = Kg.

12.- Conociendo la relación a/c se obtiene la cantidad de cemento en Kg.

Cemento =	310.51 Kg.	0.100 m ³
Piedra =	1038.25 Kg.	0.406 m ³
Arena =	704.45 Kg.	0.284 m ³
Agua =	193.00 lt.	0.195 m ³
Aire =		0.015 m ³

13.- Corrección de los materiales

CORRECCION DE LOS MATERIALES

A.G. - Agua Humedad =	721.91 Kg.
A.G. - Piedra Humedad =	1057.01 Kg.
Agua Total en Arena =	-0.33 %
Agua Total en Piedra =	-0.44 %
Corrección Total =	-6.88 Lt/Kg.

RESULTADO FINAL

	En Peso	En Volumen
Cemento =	310.51 Kg.	0.10 m ³
Piedra =	1057.01 Kg.	0.41 m ³
Arena =	721.91 Kg.	0.29 m ³
Agua =	186.12 lt.	0.19 m ³
Aire		0.015 m ³

Para una bolsa de cemento de 42.5 Kg. tendremos:

Cemento =	42.50 Kg.	0.0283 m ³
Piedra =	144.88 Kg.	0.0713 m ³
Arena =	98.81 Kg.	0.0680 m ³
Agua =	25.75 lt.	0.0257 m ³

W = 7.31

[Handwritten signature and stamp]

	C	A	P
Relación en Peso:	1.00	2.32	2.48
Relación en Volumen:	1.00	3.48	2.38



[Handwritten signature]
 Gerente General / Director
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm² (NORMAL)

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

Fc = 175 kg/cm² a los 28 días y en condiciones normales en probetas cilíndricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I Andino	310.51 kg/m3	7.306	BOLS.
Arena	721.91 kg/m3	0.291	M3
Piedra	1057.01 kg/m3	0.413	M3
Agua	188.12 lts/m3	0.182	M3

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

A/C		0.639	
Asentamiento		1 "	3 "
Densidad		2089.43 Kg/m3	
Proporción en Peso	1.0	: 2.32	: 3.40
Proporción en Volumen	1.0	: 2.40	: 3.23
	C	A	P



[Signature]
 Evelyn Patricia Canto
 (e) Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones
 Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales



GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAMELCA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



Fecha de ensayo : miércoles, 27 de mayo de 2015
 Fecha de emisión : lunes, 01 de junio de 2015

	Piedra	Arena	Relave	Cemento	
a.- Peso específico	2.56 g/cm ³	2.48 g/cm ³	2.79 g/cm ³	Procedencia	H ₂ O
b.- Peso seco compactado	1625.97 Kg/m ³	1517.12 Kg/m ³	1.607.53 Kg/m ³	Márcas	Activo
c.- Contenido de Humedad	1.81 %	2.46 %	1.90 %	Tipo	
d.- % de Absorción	2.25 %	2.80 %	2.39 %	P.E (kg/m ³)	3720
e.- Peso suelto	1584.43 Kg/m ³	1482.23 Kg/m ³	1.229.53 Kg/m ³	Peso (kg)	420
f.- Cantiera	ACQUIARMA	BO SICRA	ACCHILLA - JULCANI	Volumen (m ³)	0.000

1- Determinación del T.M.

El Tamaño máximo es aquel, por donde pasa el 90%.

$$T.M. = 1^{\circ} \quad 25.4 \text{ m.m.}$$

2- Determinación del módulo de finura

El módulo de finura agregado fino es:

$$M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (4+8+16+30+50+100)}{100} = 3.11$$

El módulo de finura (entre mallas) es:

$$M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (4+8+16+30+50+100)}{100} = 0.84$$

3- Determinación de la resistencia a la tracción

$$F'c = \quad \text{Kg/cm}^2$$

De la Tabla de Compresión se requiere tenermos:

$F'cr = F'c + 70 \text{ kg/cm}^2$	< 210 Kg/cm ²
$F'cr = F'c + 84 \text{ kg/cm}^2$	210 - 350 kg/cm ²
$F'cr = F'c + 98 \text{ kg/cm}^2$	> 350 Kg/cm ²
$F'cr = 176$	70
	245 Kg/cm ²

4- Buscar la Relación agua - cemento (a/c)

Tabla de CORRESPONDENCIA A/C = F'c

F'cr kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	Un día incorporado	ocho incorporado
450	0.38	0
400	0.43	0
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

F'cr	a/c
245	0.42
248	x ... F
250	0.76

x ... = 0.428

5- Requerimiento de agua

TIPO DE CONSTRUCCION	Requerimiento cm.	
	Máximo	Mínimo
Muros y Zapatas de cimenl. de concreto reforzado	7.5	2.5
Zapatas simples Col. y Mu de la superestructura	7.5	2.5
Vigas y Mur. de conc. ref.	10	2.5
Columnas	10	2.5
Pavimentas y Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	5	2.5

El requerimiento a usarse sera de : **2.5 a 7.5** cm.
 Tamaño Máximo del Agregado : **25.4** mm.

6- Volúmenes de Agua de Mezcla

Requerimiento cm.	Tabla III Req. aprox. de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revestimientos y tamaños max. del agregado.							
	Agua en l/m ³ de concreto para los tamaños máximos del agregado indicado							
	10 mm.	12.5 mm.	20 mm.	28 mm.	40 mm.	50 mm.	70 mm.	15 mm.
3 a 5	205	200	185	190	160	155	145	125
5 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
10 a 15	240	230	210	205	185	180	170	
Cont. aire m ³	0.05	0.025	0.02	0.015	0.01	0.005	0.005	0.002

Conclusion:

De la Tabla III hallamos el volumen de agua = m³ =

196 lt.



Gavino Paitan Ceanto
Gavino Paitan Ceanto
 (c) Laboratorio Mecánica de Suelos

Gavino Paitan Ceanto
Gavino Paitan Ceanto
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

1.1. Datos de la muestra de agregado grueso:

Tabla IV

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO									
Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla por volumen unitario para diferentes módulos de finiza de la arena									
Tamaño máximo del Agregado mm.	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	
10	0.50	0.48	0.46	0.44					
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53					
20	0.66	0.64	0.62	0.60					
25	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57	
40	0.76	0.74	0.72	0.70					
50	0.78	0.76	0.74	0.70					
70	0.81	0.79	0.77	0.75					
150	0.87	0.85	0.83	0.81					

M.F. = 3.11

M.F.	1
3.20	0.63
3.11	ag.
3.00	0.65

Cantidad de Ag. Grueso:

1.2. La cantidad de agregado grueso por m³ de concreto =

De la tabla III se obtiene el volumen del aire atrapado por m³ de concreto =

0.015 m³

Conocida la cantidad de agua por unidades de concreto y la relación w/c, la cantidad de cemento se obtiene de la división del primero entre el segundo.

$C = \frac{310.51}{0.31} \text{ Kg.}$

1.3. Cantidad de agregado grueso:

Bastara multiplicar el peso seco compactado del agregado grueso por el Volumen del Agregado Grueso.

Agregado grueso = 1038.25 Kg.

1.4. En el caso de agregado fino:

a.- Volumen absoluto de agua

Agua = m³

b.- Volumen absoluto de cemento

Cemento = m³

c.- Volumen absoluto del agregado grueso.

Ag. Grueso = m³

d. Volumen absoluto de aire.

Aire = m³

e.- Suma de volúmenes absolutos.

S.v.a. = m³

f. Volumen absoluto de arena:

Arena = m³

Arena = Kg.

1.5. Cantidad de agregado grueso por m³ de concreto:

Cemento =	250.58 Kg.	0.084 m ³
Relave =	49.93 Kg.	0.018 m ³
Piedra =	1038.25 Kg.	0.406 m ³
Arena =	704.45 Kg.	0.284 m ³
Agua =	195.00 lt.	0.195 m ³
Aire =		0.015 m ³

1.6. Si el agregado grueso tiene un módulo de finiza:

ADICIONANDO RELAVE MINERO			
Módulo de finiza agregado fino:	3.11		
Módulo de finiza relave minero:	0.54		
Vol. Absoll. Cemento.	M.F. (A.F)	0.100 m ³	PORCENTAJE
Vol. Absoll. Cemento.	M.F. (R.M)	0.018 m ³	
Vol. Absoll. Cemento.	M.F. (A.F)	315.510 kg	100.00%
Vol. Absoll. Cemento.	M.F. (R.M)	49.933 kg	

CORRECCION DE LOS MATERIALES

M.F. (A.F)	721.91 Kg.
A.G. (R.M)	1057.01 Kg.
R.M. (R.M)	50.88 Kg.
Agua (A.F)	-0.33 %
Agua (R.M)	-0.44 %
Agua (A.F)	-0.49 %
Contribución Total =	-7.13 Lt/Kg.

RESULTADO FINAL

	En Peso	En Volumen
Cemento =	250.58 Kg.	0.084 m ³
Relave =	50.88 Kg.	0.018 m ³
Piedra =	1057.01 Kg.	0.413 m ³
Arena =	721.91 Kg.	0.291 m ³
Agua =	187.87 lt.	0.188 m ³
Aire		0.015 m ³

Para una bolsa de cemento de 42.5 Kg. tendremos:

Cemento =	42.50 Kg.	0.0283 m ³
Relave =	8.30 Kg.	0.0067 m ³
Piedra =	172.40 Kg.	0.1068 m ³
Arena =	117.74 Kg.	0.0811 m ³
Agua =	30.64 lt.	0.0306 m ³

M = 4.53

[Handwritten signature]

PROPORCIONES				
	C	R.M.	A	P
Relación en Peso:	1.00	0.20	2.77	4.86
Relación en Volumen:	1.00	0.24	2.84	3.84



DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm² (ADICIONANDO RELAVE MINERO - 16.00%)

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y en condiciones normales en probetas cilíndricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I Andino	260.58 kg/m ³	6.131	BOLS.
Relave minero	50.88 kg/m ⁴	0.016	M2
Arena	721.91 kg/m ³	0.291	M3
Piedra	1057.01 kg/m ³	0.416	M3
Agua	187.87 lts/m ³	0.132	LT

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

A/C	0.628			
Asentamiento	1 "		3 "	
Densidad	2278.26 Kg/m ³			
Proporción en Peso	1.00	: 0.20	: 2.77	: 4.06
Proporción en Volumen	1.00	: 0.24	: 2.86	: 3.84
	C	R.M.	A	P

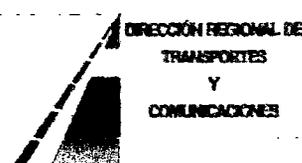


Gavino Páez Cuanto
Gavino Páez Cuanto
(c) Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
[Official Seal]
[Text]



GOBIERNO REGIONAL DE HUANCVELICA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



Fecha de ensayo : miércoles, 27 de mayo de 2015
 Fecha de emisión : lunes, 01 de junio de 2015

	Piedra	Arena	Relave	Cemento	
a.- Peso específico	2.56 g/cm ³	2.48 g/cm ³	2.79 g/cm ³	Procedencia	H ₂ O
b.- Peso seco compactado	1425.97 Kg/m ³	1517.12 Kg/m ³	1447.53 Kg/m ³	Marca	PC-10
c.- Contenido de Humedad	1.81 %	2.48 %	1.90 %	Tipo	
d.- % de Abstracción	2.25 %	2.80 %	2.39 %	P.F. (kg/m ³)	0.00
e.- Peso suelto	1584.63 Kg/m ³	1452.23 Kg/m ³	1229.53 Kg/m ³	Peso (kg)	400
f.- Contorno	ACQUAIMA	RO SICRA	ACORILLA - JIRCARI	Volumen (m ³)	0.000

1.- Determinación de f'_{cr}

El tamaño máximo es aquel, por donde pasa el 70%.

$$T.M.A. = 25.4 \text{ mm.}$$

2.- Determinación del módulo de Fineza

El módulo de Fineza agregado fino es:

$$M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (4 + 8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100} = 3.11$$

El módulo de Fineza relave mineral es:

$$M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100} = 0.56$$

3.- Determinación de la resistencia requerida

$$F_c = \text{Kg/cm}^2$$

De la Tabla de Compresión requerido tenemos:

$$F_{cr} = F_c + 70 \text{ kg/cm}^2 < 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = F_c + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad 210 - 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = F_c + 98 \text{ kg/cm}^2 > 350 \text{ Kg/cm}^2$$

4.- Determinación de la relación agua-cemento (a/c)

TABLA DE CORRESPONDENCIA A/C = f'_c

F _{cr} kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	sin aire incorporado	aire incorporado
450	0.38	0
400	0.43	0
350	0.48	0.40
300	0.53	0.46
250	0.63	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

F _{cr}	a/c
300	0.44
348	x...
360	0.48

x... = 0.428

5.- Revoque

TIPO DE CONSTRUCCION	Revoque cm.	
	Máximo	Mínimo
Muros y Zapatas de ciment. de concreto reforzado	7.5	2.5
Zapatas simples Col. y Mu de la superestructura	7.5	2.5
Vigas y Alar. de conc. ref.	10	2.5
Columnas	10	2.5
Pavimentos y Leaste	7.5	2.5
Concreto masivo	5	2.5

El revoque a la vez sea de : 2.5 a 3.5 cm.
 Tamaño Máximo del Agregado : 25.4 mm.

6.- Agua y Aire

Revoque cm.	Tabla III Req. aprox. de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes revoques y tamaños máx. del agregado								
	Agua en (l/m ³) de concreto para los tamaños máximos del agregado indicado								
	10 mm.	12.5 mm.	20 mm.	25 mm.	40 mm.	50 mm.	70 mm.	15 mm.	
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	125	
5 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140	
10 a 15	240	230	210	205	185	180	170		
Cont. aire m ³	0.05	0.025	0.02	0.015	0.01	0.005	0.005	0.002	

Conclusión:
 De la tabla III hallamos el volumen de agua = m³



Govino Palomares
Govino Palomares
 (o) Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
[Signature]
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones
 Oficina de Gestión - Huancavelica



GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAVELICA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

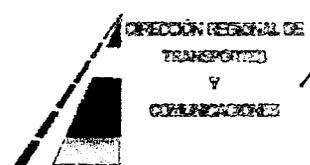


Tabla IV

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO									
Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla por volumen unitario para diferentes módulos de finza de la arena									
Tamaño máximo del Agregado mm.	Módulo de finza				Módulo de finza				
	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	
10	0.50	0.48	0.46	0.44					
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53					
20	0.66	0.64	0.62	0.60					
25	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.57	
40	0.76	0.74	0.72	0.70					
50	0.78	0.76	0.74	0.70					
70	0.81	0.79	0.77	0.75					
150	0.87	0.85	0.83	0.81					

M.F.	f
3.20	0.63
3.11	a.g. ... f
3.00	0.66

M.F. = 3.11

Cantidad de Ag. Grueso:
 De la tabla III se obtiene el volumen del aire atrapado por m³ de concreto = 0.018 m³

Conocida la cantidad de agua por unidad de concreto y la relación a/c, la cantidad de cemento se obtiene de la división del primero entre el segundo.

C = 310.51 Kg.

Bastara multiplicar el peso seco compactado del agregado grueso por el Volumen del Agregado Grueso.

Agregado grueso = 1038.25 Kg.

- a.- Volumen absoluto de agua Agua = m³
- b.- Volumen absoluto e cemento Cemento = m³
- c.- Volumen absoluto del agregado grueso. Ag. Grueso = m³
- d.- Volumen absoluto de aire. Aire = m³
- e.- Suma de volúmenes absolutos. S.v.a. = m³
- f.- Volumen absoluto de arena: Arena = m³
 Arena = Kg.

ADICIONANDO RELAVE ALIBRADO			
Módulo de finza agregado fino:		3.11	
Módulo de finza relave minere:		0.54	
Vol. Abscfl. Cemento.	M.F. (A.F)	0.100 m ³	
Vol. Abscfl. Cemento.	M.F. (R.M)	0.018 m ³	
Vol. Abscfl. Cemento.	M.F. (A.F)	310.510 kg	100.00%
Vol. Abscfl. Cemento.	M.F. (R.M)	46.500 kg	

Cemento =	263.93 Kg.	0.085 m ³
Relave =	46.58 Kg.	0.017 m ³
Piedra =	1038.25 Kg.	0.406 m ³
Arena =	704.45 Kg.	0.284 m ³
Agua =	195.00 lt.	0.195 m ³
Aire =		0.015 m ³

Corrección de los materiales

CORRECCION DE LOS MATERIALES

A.C. Cemento =	721.91 Kg.
A.C. Relave =	1067.01 Kg.
A.C. Piedra =	47.47 Kg.
Agua =	-0.33 %
Agua =	-0.44 %
Agua =	-0.49 %
Agua =	-7.11 l/Kg.

RESULTADO FINAL

	En Pese	En Volumen
Cemento =	263.93 Kg.	0.085 m ³
Relave =	47.47 Kg.	0.017 m ³
Piedra =	1067.01 Kg.	0.413 m ³
Arena =	721.91 Kg.	0.291 m ³
Agua =	187.89 lt.	0.188 m ³
Aire =		0.015 m ³

N = 6.31

Para una bolsa de cemento de 42.5 Kg. tendremos:

Cemento =	42.50 Kg.	0.0283 m ³
Relave =	7.64 Kg.	0.0062 m ³
Piedra =	170.21 Kg.	0.1074 m ³
Arena =	114.25 Kg.	0.2800 m ³
Agua =	30.26 lt.	0.0303 m ³

	C	S.M.	A	P
Relación en Pese:	1.00	0.18	2.74	4.08
Relación en Volúmenes:	1.00	0.38	2.83	3.80



[Handwritten signature]
 Gerente General
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

[Handwritten signature]

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm² (ADICIONANDO RELAVE MINERO - 15.00%)

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y en condiciones normales en probetas cilíndricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I Andino	263.93 kg/m ³	6.210 BOLS.
Relave minero	47.47 kg/m ⁴	0.017 M3
Arena	721.91 kg/m ³	0.291 M3
Piedra	1057.01 kg/m ³	0.413 M3
Agua	187.89 lts/m ³	0.108 LT

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

A/C	0.628			
Asentamiento	1"		3"	
Densidad	2278.21 Kg/m ³			
Proporción en Peso	1.00	: 0.18	: 2.74	: 4.00
Proporción en Volumen	1.00	: 0.22	: 2.83	: 3.80
	C	R.M.	A	P

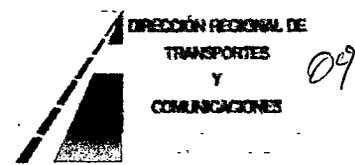


Garibay
 Gavino Paltan Escoto
 (3) 420000 4110000000000000

[Signature]
 [Illegible text]



GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAVELICA
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACION

Fecha de ensayo : miércoles, 27 de mayo de 2015
 Fecha de emisión : lunes, 01 de junio de 2105

	Piedra	Arena	Relieve	Cemento	
a- Peso específico	2.54 gr/cm ³	2.45 gr/cm ³	2.79 gr/cm ³	Procedencia	Hijo
b- Peso seco compactado	1625.97 Kg/m ³	1517.12 Kg/m ³	1,447.53 Kg/m ³	Marcas	AP-10
c- Contenido de Humedad	1.81 %	2.48 %	1.90 %	Tipo	
d- % de Abstracción	2.25 %	2.80 %	2.39 %	P.E (kg/m ³)	310
e- Peso suelto	1584.63 Kg/m ³	1452.23 Kg/m ³	1,229.53 Kg/m ³	Peso (kg)	42.5
f- Contorno	ACCHURMA	RIO SICRA	ACCHURMA - RULCANI	Volumen (m ³)	1.023

1- Determinación de TAMAÑO

El tamaño máximo es aquel, por donde pasa el 90% .
 T.M.A. = 1" = 25.4 mm.

2- Determinación de Módulo de Finesa

El módulo de Finesa agregado fino es:
 $M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (4 + 8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100} = 3.11$

El módulo de finesa relieve mínimo es:
 $M.F. = \frac{\% \text{Acumulado } (4 + 8 + 16 + 30 + 50 + 100)}{100} = 0.56$

3- Determinación de Resistencia a la Compresión

$F_c = \dots$ Kg/cm²
 De la Tabla de Compresión requerido tenemos:
 $F_{cr} = F_c + 70 \text{ kg/cm}^2 < 210 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_{cr} = F_c + 84 \text{ kg/cm}^2 \quad 210 - 350 \text{ kg/cm}^2$
 $F_{cr} = F_c + 98 \text{ kg/cm}^2 > 350 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_{cr} = 176 \quad 76 \quad 245 \text{ Kg/cm}^2$

4- Consulta de Tabla de Correspondencia A/C + F's

Tabla de CORRESPONDENCIA A/C + F's

F'cr kg/cm ²	Relación a/c en peso	
	sin aire incorporado	aire incorporado
450	0.38	0
400	0.43	0
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

$x = 0.428$

5- Determinación de Revestimiento

Tabla II Revestimiento recomendado para diversos tipos de Construcción

TIPO DE CONSTRUCCION	Revestimiento cm.	
	Máximo	Mínimo
Muros y Zapatas de ciment. de concreto reforzado	7.5	2.5
Zapatas simples Cq. y Mu de la superestructura	7.5	2.5
Vigas y Muz. de conc. ref.	10	2.5
Columnas	10	2.5
Pavimentos y Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	5	2.5

El revestimiento a uocae sera de : 3.6 a 7.8 cm.
 Tamaño Máximo del Agregado : 25.4 mm.

6- Determinación de Agua de Mezcla

Tabla III Req. aprox. de agua de mezcla y contenido de aire para diferentes revestimientos y tamaños max. del agregado.

Revestimiento cm.	Agua en l/m ³ de concreto para los tamaños máximos del agregado indicado							
	10 mm.	12.5 mm.	20 mm.	28 mm.	40 mm.	50 mm.	70 mm.	15 mm.
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145	135
5 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
10 a 15	240	230	210	205	185	180	170	
Cont. aire m ³	0.025	0.025	0.02	0.015	0.01	0.005	0.005	0.002

Conclusión:
 De la tabla III hallamos el volumen de agua = m³ 196 L.



Gavino Paiter/Canto
Gavino Paiter/Canto
 (c) Laboratorio de Mecánica de Suelos

[Signature]
 Director Regional de Transportes y Comunicaciones
 Oficina General de Gerencia
 Calle de la Libertad - Huancavelica

Tabla IV

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO									
Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla por volumen unitario para diferentes módulos de finesa de la arena									
Granizo máximo del Agregado mm.	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
10	0,50	0,48	0,46	0,44					
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53					
20	0,66	0,64	0,62	0,60					
25	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	
40	0,76	0,74	0,72	0,70					
50	0,78	0,76	0,74	0,70					
75	0,81	0,79	0,77	0,75					
150	0,87	0,85	0,83	0,81					

Cantidad de Ag. Grueso:
 De la tabla III se obtiene el volumen del aire atrapado por m³ de concreto = 0,018 m³

Conocida la cantidad de agua por unidad de concreto y la relación a/c, la cantidad de cemento se obtiene de la división del primero entre el segundo.
 C = 310,51 Kg.

Bastara multiplicar el peso seco compactado del agregado grueso por el Volumen del Agregado Grueso.
 Agregado grueso = 1038,25 Kg.

- a- Volumen absoluto de agua Agua = m³
- b- Volumen absoluto cemento Cemento = m³
- c- Volumen absoluto del agregado grueso, Ag. Grueso = m³
- d- Volumen absoluto de aire Aire = m³
- e- Suma de volúmenes absolutos S.v.a. = m³
- f- Volumen absoluto de arena Arena = m³
 Arena = Kg.

- Cemento = 246,40 Kg. 0,060 m³
- Relave = 42,11 Kg. 0,022 m³
- Piedra = 1038,25 Kg. 0,406 m³
- Arena = 704,45 Kg. 0,284 m³
- Agua = 195,00 fl. 0,195 m³
- Aire = 0,015 m³

Corrección de reactivos por contracción de humedad

CORRECCION DE LOS MATERIALES

Ag. Grueso	721,91 Kg.
Ag. Fino	1057,01 Kg.
Relave	42,29 Kg.
Agua	-0,33 %
Agua en Piedra	-0,44 %
Agua en Arena	-0,49 %
Aire	-7,19 l/Kg.

RESULTADO FINAL

	En Peso	En Volumen
Cemento	246,40 Kg.	0,060 m ³
Relave	42,29 Kg.	0,023 m ³
Piedra	1057,01 Kg.	0,413 m ³
Arena	721,91 Kg.	0,291 m ³
Agua	187,81 fl.	0,188 m ³
Aire		0,015 m ³

Para una bolsa de cemento de 42,5 Kg. tendremos:

Cemento	42,50 Kg.	0,0283 m ³
Relave	10,83 Kg.	0,0086 m ³
Piedra	180,85 Kg.	0,1141 m ³
Arena	123,52 Kg.	0,0851 m ³
Agua	32,18 fl.	0,0321 m ³

ADICIONANDO BLAVE MINIMO

Modulo de finesa agregado fino:	3,11
Modulo de finesa relave minimo:	0,54

Vol. Absolut. Cemento.	M.F. (A,F)	0,100 m ³	
Vol. Absolut. Cemento.	M.F. (R,M)	0,018 m ³	
			PORCENTAJE
Vol. Absolut. Cemento.	M.F. (A,F)	310,510 kg	100,00%
Vol. Absolut. Cemento.	M.F. (R,M)	42,110 kg	

n = 0,84

PROPORCIONES

	C	R.M.	A	P
Relacion en Peso:	1,00	0,36	2,71	4,34
Relacion en Volumen:	1,00	0,81	3,61	4,98

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm² (ADICIONANDO RELAVE MINERO-20.00%)

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

$f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y en condiciones normales en probetas cilíndricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I Andino	248.40 kg/m ³	5.945 BOLS.
Relave minero	63.29 kg/m ³	0.029 M3
Arena	721.91 kg/m ³	0.271 M3
Piedra	1057.01 kg/m ³	0.41 M3
Agua	187.81 lts/m ³	0.136 LT

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

A/C	0.628
Asentamiento	1" 3"
Densidad	2278.43 Kg/m ³
Proporción en Peso	1.00 : 0.25 : 2.91 : 4.26
Proporción en Volumen	1.00 : 0.31 : 3.01 : 4.03
	C R.M. A P



[Signature]
Goyino Paltan Ceanto
(c) Laboratorio Mecánica de Suelos

[Signature]
[Illegible text]



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) NORMAL

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c = 175 kg/cm² ADICIONANDO RELAVE DE LA RELÁVERA N° 09 - ACCHILLA - GCOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

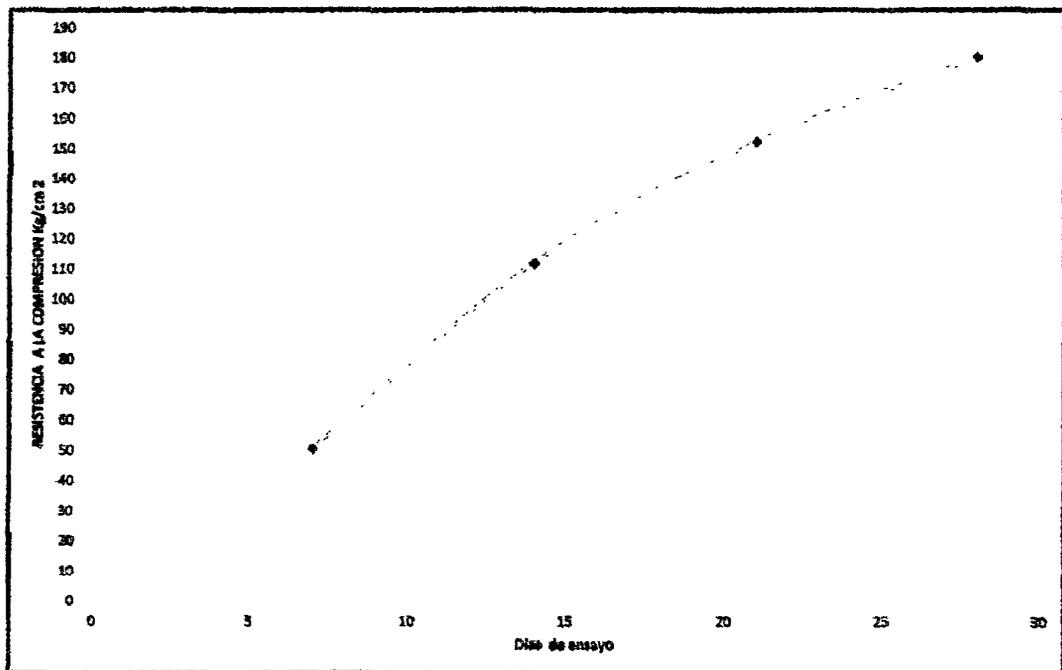
SOLICITADO : CURO ORDOÑEZ Eliseo - RASHUANÁN BENITO Percy Paul

MUESTREO Y CURADO: R.S.Q. **EFFECTUADO:** R.S.Q.

FECHA DE EMISIÓN: 30/06/2016

PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA	
N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm ²)	(Días)	ESPECIF. (Kg/cm ²)	MAXIMA (Lb)	MAXIMA (Kg)	MAXIMA RESIST. (Kg/cm ²)		OBTEN.
1	02-06-15	09-06-15	15.00	176.72	7	175	17000	8923	50.49		28.85
2	02-06-15	16-06-15	14.90	174.37	14	175	41000	19511	111.90	63.94	MUESTRA 2
3	02-06-15	23-06-15	14.90	174.37	21	175	57000	26570	152.38	87.07	MUESTRA 3
4	02-06-15	30-06-15	15.00	176.72	28	175	69000	31664	180.31	103.04	MUESTRA 4

MÁQUINA : Prensa Hidráulica Manual VIVIDA, Dist ELE, CT-7280, 84" 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructura de Resistencia Especificada de f'c = 175 kg/cm².
 Las edades de ensayo 7, 14, 21 y 28 días, tienen un 28.85; 63.94; 87.07; 103.04% de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencia de concreto f'c = 175 kg/cm², por lo que llegaron o sobrepasaron igualmente su resistencia al 100% a los 28 días.



[Signature]
 Gerente General
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

[Signature]
 Gerente General
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) NORMAL

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 08 - ACHILLA - COCHACACSA, PARA TRÁNSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

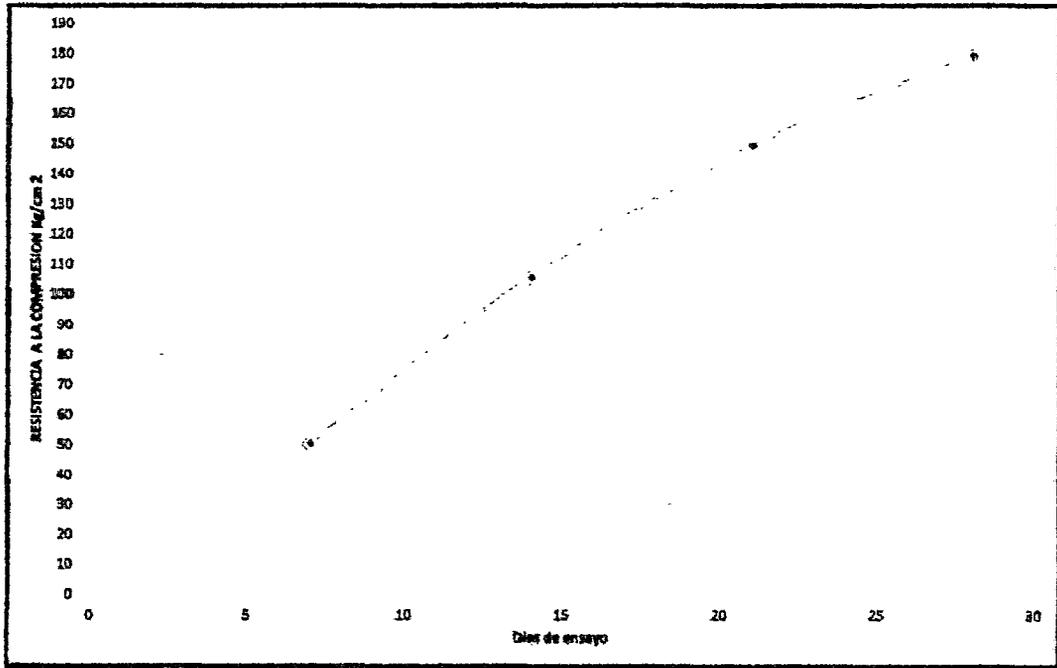
SOLICITADO : CURO ORDÓREZ ELISEO - RASHUAMÁN BENITO Percy Paul

MUESTREO Y CURADO: R.S.Q. **EFECTUADO:** R.S.Q.

FECHA DE EMISIÓN: 30/06/2016

PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA	
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm ²)	(Días)	ESPECIF. (Kg/cm ²)	MAXIMA (Lb)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA RESIST. (Kg/cm ²)		OBTEN.
1	02-06-15	09-06-15	16.90	176.72	7	175	16900	8879	50.24		29.71
2	02-06-15	16-06-15	14.90	174.37	14	175	38500	18408	105.57	60.33	MUESTRA 2
3	02-06-15	23-06-15	15.00	176.72	21	175	58500	26349	149.11	85.20	MUESTRA 3
4	02-06-15	30-06-15	15.00	176.72	28	175	68500	31644	179.07	102.32	MUESTRA 4

APARATURA : Prensa Hidráulica Manual WINDA, Clase ELE, CT-7283, SN° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los ensayos de edades 7, 14, 21 y 28 días, tienen un 29.71; 60.33; 85.20; 102.32% de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que llegaron o sobrepasaron ligeramente su resistencia al 100% a los 28 días.



Eliseo Curo
 Gerente General
 (Huancavelica, 2016)

Percy Paul
 Gerente General
 (Huancavelica, 2016)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) RELAVE AL 16.08%

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 08 - ACHELLA - COCHACGASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (MÉTODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGAES - HUANCÁVELICA"

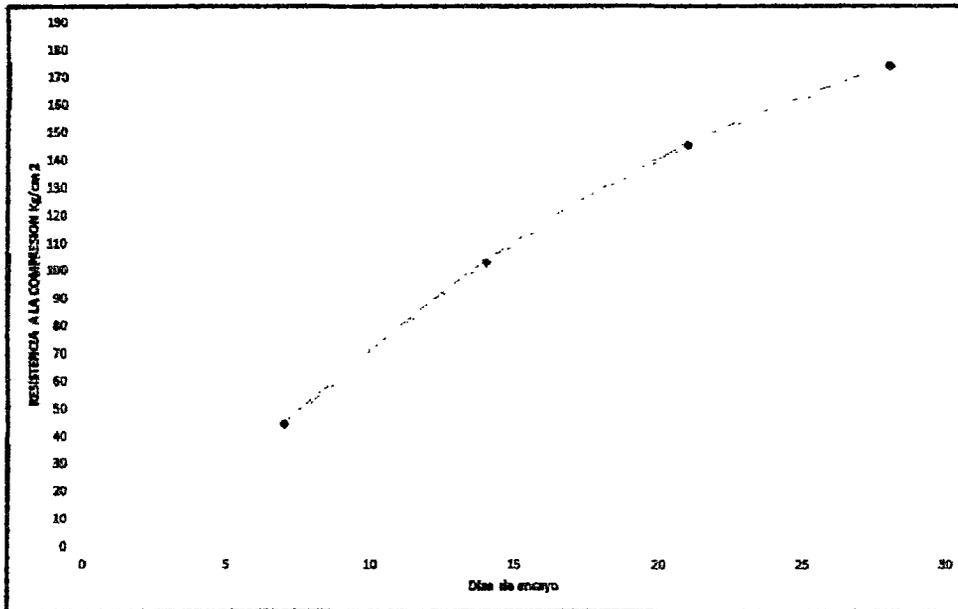
SOLICITADO : CURO ORDOÑEZ Eliseo - RASHUAMÁN BENITO Percy Paul

MUESTREO Y CURADO: R.S.Q. **EFECTUADO:** R.S.Q.

FECHA DE EMISIÓN: 01/07/2016

N°	PROBETAS		DIAM. (cm)	ÁREA (cm ²)	EDAD (Días)	TENSIÓN	CARGA	CARGA	TENSIÓN	% RESIST.	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA				ESPECIF. (Kg/cm ²)	MÁXIMA (lb)	MÁXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm ²)		
1	03-06-15	10-06-15	15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
2	03-06-15	17-06-15	14.98	176.24	14	175	37900	18143	102.94	58.83	MUESTRA 2
3	03-06-15	24-06-15	15.00	176.72	21	175	55000	25888	145.36	83.06	MUESTRA 3
4	03-06-15	01-07-15	15.00	176.72	28	175	66500	30761	174.07	99.47	MUESTRA 4

MAQUINA : Prensa Hidráulica Mecul VIVISA, Del SLE, CT-7280, SN° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
EMBAYO: Compresión de probetas de concreto de estructura de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los resultados de edades 7, 14, 21, 28 días: tienen un 25.29; 58.83; 83.06; 99.47 %, de resistencia respectivamente las cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no bajarán o sobrepasarán significante su resistencia al 100% a los 28 días.



[Handwritten signature and official stamp]

[Handwritten signature and official stamp]



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PRÓBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) RELAVE AL 16.08%

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 08 - ACCHILLA - COOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (MÉTODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAVELICA"

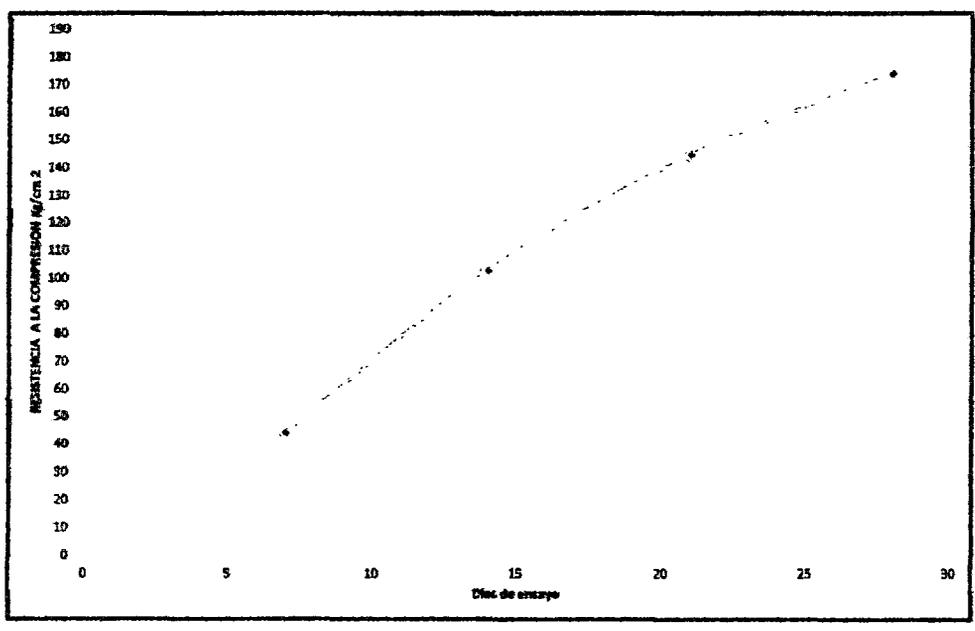
SOLICITADO : CURO ORDOÑEZ Eneko - RASHUANÁN BENITO Percy Paul

MUESTREO Y CURADO: R.S.O. **EFFECTUADO:** R.S.O.

FECHA DE EMISIÓN: 01/07/2015

N°	PROBETAS		DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	EDAD (Días)	TENSIÓN ESPECIF. (Kg/cm ²)	CARGA MÁXIMA (Lb)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA (Kg/cm ²)	% RESIST.	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA									
1	03-06-15	10-06-15	15.00	176.72	7	175	14400	7776	44.00	25.14	MUESTRA 1
2	03-06-15	17-06-15	14.98	176.24	14	175	37800	18099	102.89	58.68	MUESTRA 2
3	03-06-15	24-06-15	14.98	176.24	21	175	54500	25487	144.50	82.57	MUESTRA 3
4	03-06-15	01-07-15	15.00	176.72	28	175	66400	30717	173.82	99.33	MUESTRA 4

MÁQUINA : Prensa Hidráulica Marcal VIVISA, DISEÑO E.L.E. CT-7260, 94" 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los ensayos de edades: 7, 14, 21, 28 días; tienen un 25.14; 58.68; 82.57; 99.33 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no se apartan o sobrepasan significativamente su resistencia al 100% a los 28 días.



[Signature]
 Gerente General
 (0) 11 452 873

[Signature]
 Gerente General
 (0) 11 452 873

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
 ESTÁNDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) RELAVE AL 15.00%**

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 09 - ACCHELLA - CCOCHACCASA, PARA TRÁNSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCAYELICA"

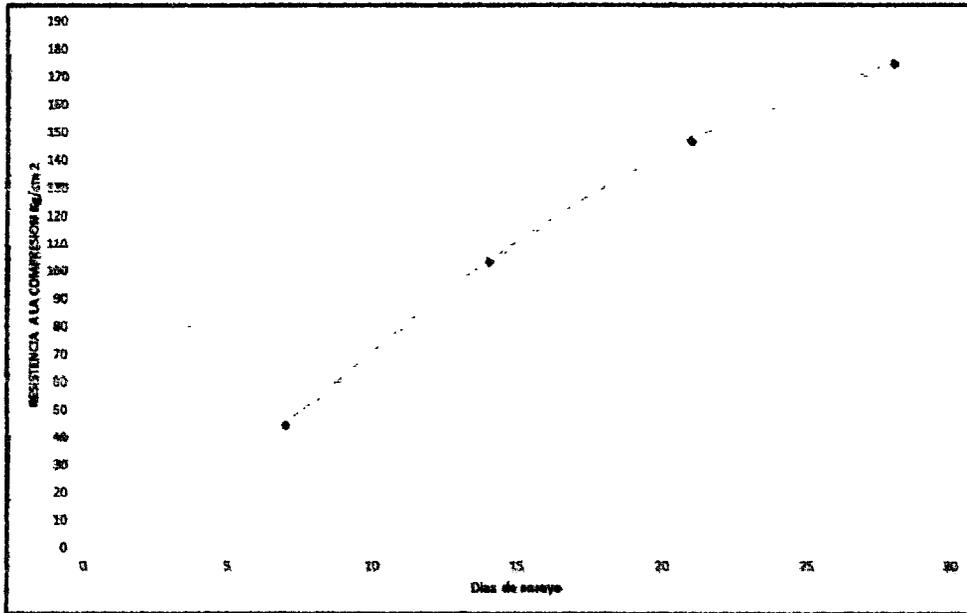
SOLICITADO : CURO ORDÓÑEZ Eliseo - RASHUAMÁN BENITO Percy Paul

MUESTREO Y CURADO: R.S.Q. **EFECTUADO:** R.S.Q.

FECHA DE EMISIÓN: 01/07/2016

N°	PROBETAS		DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	EDAD (Días)	TENSION	CARGA	CARGA	TENSION	%	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA				ESPECIF. (Kg/cm ²)	MAXIMA (Li)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm ²)	RESIST.	
1	04-06-15	11-06-15	15.00	176.72	7	175	14500	7820	44.25	25.29	MUESTRA 1
2	04-06-15	18-06-15	14.98	176.24	14	175	37950	18185	103.07	58.90	MUESTRA 2
3	04-06-15	25-06-15	15.00	176.72	21	175	55500	25808	149.61	83.78	MUESTRA 3
4	04-06-15	02-07-15	15.00	176.72	28	175	86600	30805	174.32	99.61	MUESTRA 4

MAQUINA : Prensa Hidráulica Manual VIMBA, Dal E.L.E. CT-7260, SN° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENBAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los ensayos de edades: 7, 14, 21, 28 días; tienen un 25.29, 58.90, 83.78, 99.61 % de resistencia respectivamente los cuales están dentro de la curva de resistencias de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no requieren sobrecargas aparentes ni resistencia al 100% a los 28 días.



[Firma]

 Gerente General

[Firma]

 Gerente General



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS
 ESTANDAR DE CONCRETO (ASTM C - 39) RELAVE AL 20.00%**

PROYECTO : "DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f_c = 178 \text{ kg/cm}^2$ ADICIONANDO RELAVE DE LA RELAVERA N° 08 -
 ACCHILLA - CCOCHACCASA, PARA TRANSITO LIGERO (METODO ACI), EN EL DISTRITO DE LIRCAY PROVINCIA
 DE ANGAES - HUANCARELICA"

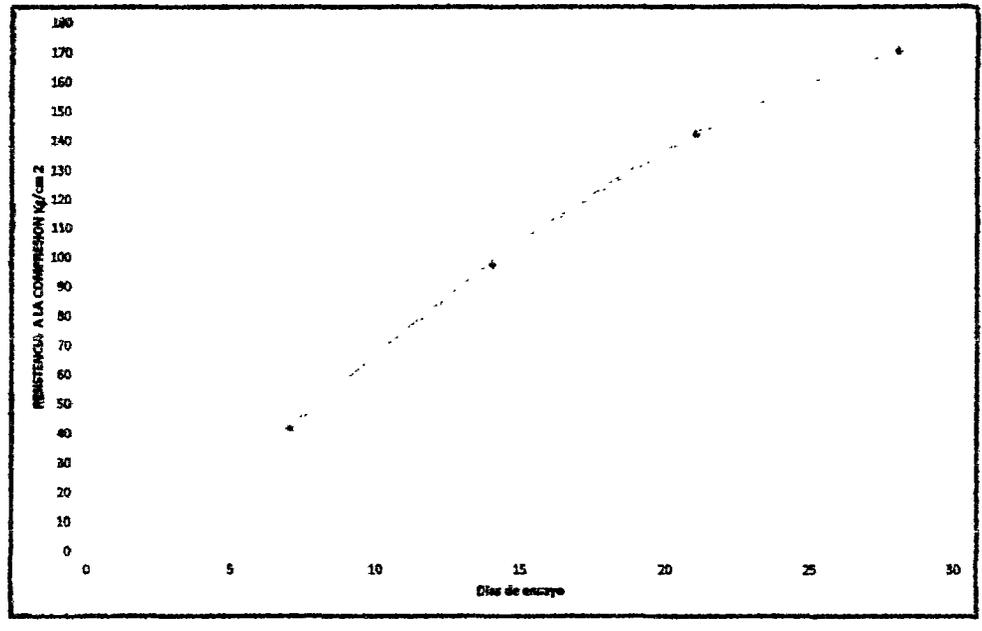
SOLICITADO : GURO ORDOÑEZ Eliseo - RASHUAMÁN BENTO Percy Paul

MUESTREADO Y CURADO: R.S.O. **EFECTUADO:** R.S.O.

FECHA DE EMISION: 01/07/2015

N°	PROBETAS		DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	EDAD (Días)	TENSIÓN ESPECIF. (Kg/cm ²)	CARGA MAXIMA (Lb)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA (Kg/cm ²)	% RESIST.	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA									
1	04-05-15	11-05-15	13.00	178.72	7	175	13200	7375	41.75	23.85	MUESTRA 1
2	04-05-15	18-05-15	14.98	178.24	14	175	35800	17217	97.69	55.82	MUESTRA 2
3	04-05-15	25-05-15	14.98	178.24	21	175	53500	25028	142.00	81.14	MUESTRA 3
4	04-05-15	02-07-15	15.00	178.72	28	175	65000	30099	170.33	97.33	MUESTRA 4

MAQUINA : Prensa Hidráulica Manual VIMSA, Del E.L.E. CT-7380, Ser° 2014, con Capacidad de 250000 Lb.
ENSAYO: Compresión de probetas de concreto de estructuras de Resistencia Especificada de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
 Los resultados de ensayo fueron: 41.75% a los 7 días; 55.82% a los 14 días; 81.14% a los 21 días; 97.33% de resistencia comprachumbado por rotura según diseño
 de la curva de resistencia de concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se logran o sobrepasan el requerido en resistencia al 100% a los 28 días.



[Handwritten signature]
 Director Regional de Transportes y Comunicación

[Handwritten signature]
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales