

**"AÑO DE LOS SEISCIENTOS MIL TURISTAS"**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**TITULO : 'Resultados comparativos de diseño de  
mezclas de concreto con agregados de  
los ríos Cumbaza y Huallaga'**

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

**Por : Roger Meléndez Ganoza**

**TARAPOTO – PERU**

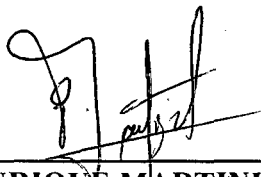
**1996**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

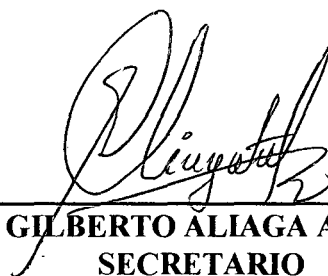
**TITULO: “Resultados comparativos de diseño de mezclas de concreto con agregados de los ríos Cumbaza y Huallaga”.**

**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE HONORABLE JURADO**



---

**ING. ENRIQUE MARTINEZ QUIROZ**  
PRESIDENTE



---

**ING. GILBERTO ALIAGA ATALAYA**  
SECRETARIO



---

**ING. FEDERICO CUBAS QUIROZ**  
VOCAL



---

**ING. DECIO ALIAGA ARAUJO**  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Dedico con profundo cariño a la Memoria de mi querido Padre ULISES, quién desde el cielo ilumina el camino de mi existencia.

Dedico también con el mismo cariño a mi querida Madresita CONSUELO, a mi adorada esposa JESY y a mi querido hijo ROGER ANTONIO, quienes me han iluminado para culminar esta noble y nueva profesión de mi vida.

LO LOGRADO TAMBIEN ES DE ELLOS

A mis hermanos:

TULIO, RUBEN, ELENA, ULISES y a la memoria de mi hermano MANAHEN, quienes en todo momento me han apoyado moralmente durante mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ing. Decio Aliaga Araujo, Asesor de la presente Tesis, por su asesoramiento y revisión del Estudio.

Al Profesional-Técnico Velarde Pezo Perea, Docente y Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva", por su valiosa ayuda en la ejecución del presente estudio.

A mis compañeros de estudio:

LENY DIAZ, DANIEL DEL AGUILA,  
JACQUELINE PEREZ, WILDER TANGO,  
ARQUIMEDES VARGAS, ARMANDO DEL  
AGUILA, JOSÉ ESPINOZA, BENJAMIN LÓPEZ,  
ROVALINO TORREJON, DINKER MARIN,  
ROBERTO TUESTA, SALOMON JOSEP, JOSÉ  
YRIGOIN, MENLEY PAREDES, DANTE  
VIDAURRE, MARELITH RIOS, GLADYS  
MELENDEZ, RENE VASQUEZ, JAVIER  
HIDALGO, EDUARDO PINCHI, JORGE  
VASQUEZ, WALDO RIOS, ROLY PAREDES, etc.

por sus afectos brindados.

A mis amigos:

ING. JORGE FLORES  
DR. NELSON TUESTA  
LIC. TOMAS CARRASCO  
TEC. JORGE A. VELA  
SRTA. MAGALY CAMPOS

# CONTENIDO

		<b>PAG.</b>
1.	<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
2.	<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>10</b>
2.1	Objetivos .....	10
2.2	Antecedentes .....	11
2.3	Alcances de las Canteras en estudio .....	12
2.4	Características locales de la Región San Martín .....	12
2.4.1	Ubicación .....	12
2.4.2	Clima .....	13
2.4.3	Relieve .....	13
2.4.4	Temperatura .....	13
2.4.5	Precipitación .....	14
2.5	Justificación del estudio de los agregados en la fabricación de concretos más usuales .....	14
3.	<b>REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
4.	<b>CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS EN ESTUDIO ....</b>	<b>19</b>
4.1	Características Hidrográficas del río Huallaga .....	19
4.2	Características Hidrográficas del río Cumbaza .....	20
5.	<b>RECURSOS MATERIALES .....</b>	<b>21</b>
5.1	Componentes fundamentales del concreto .....	21
5.1.1	El cemento .....	21
5.1.2	El agua .....	26
5.1.3	Los agregados .....	28
5.2	El agregado fino .....	33
5.2.1	Especificaciones granulométricas .....	33
5.2.2	Módulo de fineza .....	36
5.3	El agregado grueso .....	37
5.3.1	Especificaciones granulométricas .....	37
5.3.2	Tamaño máximo .....	38
5.3.3	Tamaño nominal máximo .....	38
5.3.4	Resistencia y durabilidad .....	39

5.4	El concreto .....	42
5.4.1	Definición .....	42
5.4.2	Composición .....	42
5.4.3	Mezclado del concreto a mano .....	42
5.4.4	Evaluación de la calidad del concreto .....	43
5.4.5	El ensayo de consistencia del concreto .....	43
5.4.6	Probetas de concreto .....	48
5.5	Equipos, medios y materiales utilizados en el muestreo de los agregados ....	53
5.6	Materiales y equipos de laboratorio utilizados en la obtención de las características físicas de los agregados .....	54
5.6.1	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino .....	54
5.6.2	Peso específico del agregado grueso .....	54
5.6.3	Porcentaje de absorción del agregado grueso .....	55
5.6.4	Peso unitario suelto .....	55
5.6.5	Peso unitario varillado .....	55
5.6.6	Porcentaje de humedad natural .....	55
5.7	Aparatos y material necesario para la realización del ensayo de desgaste de árido grueso empleando la máquina de Los Angeles .....	56
5.8	Materiales y equipos de laboratorio utilizados en la prueba del ensayo de consistencia del concreto .....	56
5.9	Materiales y equipos de laboratorio utilizados en la fabricación de las probetas de concreto .....	56
5.10	Materiales y equipos de laboratorio utilizados en el Capeado y Ensayo de Compresión de las probetas de concreto .....	57
<b>6.</b>	<b>METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>57</b>
6.1	Muestreo de los agregados en las canteras en estudio .....	57
6.1.1	Obtención de las muestras en el río Cumbaza .....	57
6.1.2	Obtención de las muestras en el río Huallaga .....	58
6.2	Procedimiento para encontrar las características físicas de los agregados ....	59
6.2.1	Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino .....	59
6.2.2	Peso específico del agregado grueso .....	61
6.2.3	Porcentaje de absorción del agregado grueso .....	61
6.2.4	Peso unitario suelto .....	62

6.2.5	Peso unitario varillado .....	63
6.2.6	Porcentaje de humedad natural .....	64
6.3	Procedimiento para la realización del ensayo de desgaste de árido grueso empleando la máquina de Los Angeles .....	64
6.4	Procedimiento para el diseño de las mezclas de concreto .....	66
6.4.1	Dosificación del concreto según el método del comité 211 del ACI ..	66
6.4.2	Ajuste de las proporciones .....	92
6.5	Procedimiento para la realización del ensayo de consistencia del concreto ....	94
6.6	Procedimiento para la fabricación de las probetas de concreto .....	95
6.7	Curado de las probetas de concreto .....	96
6.8	Procedimiento para realizar el Capeado y Ensayo de Compresión de las pro- betas de concreto .....	96
6.8.1	Procedimiento para realizar el Capeado de las probetas de concreto ..	97
6.8.2	Procedimiento para realizar el Ensayo de Compresión de las probe- tas de concreto .....	98
<b>7.</b>	<b>RECURSOS HUMANOS .....</b>	<b>99</b>
7.1	Recursos humanos en la toma de muestras en las canteras en estudio .....	99
7.2	Recursos humanos en la obtención de las características físicas de los agre- gados en estudio .....	99
7.3	Recursos humanos en la fabricación de las probetas de concreto .....	99
7.4	Recursos humanos en el Capeado y Ensayo de Compresión de las probetas de concreto .....	100
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>100</b>
8.1	Resultados de los análisis de laboratorio de las características físicas de los agregados en estudio .....	100
8.1.1	Resultados de los análisis de laboratorio de las características físicas de los agregados del río Cumbaza .....	100
8.1.2	Resultados de los análisis de laboratorio de las características físicas de los agregados del río Huallaga .....	101
8.2	Resultados del ensayo de desgaste a la abrasión de los agregados gruesos en estudio .....	102
8.3	Proporcionamiento de los componentes del concreto como resultado del diseño de las mezclas con agregados de los ríos en estudio .....	102

8.3.1	Proporcionamiento del diseño de mezclas utilizando agregado fino y agregado grueso del río Cumbaza .....	102
8.3.2	Proporcionamiento del diseño de mezclas utilizando agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga .....	113
8.4	Resultados de las roturas de las probetas de prueba inicial .....	123
8.5	Rediseño de las mezclas de concreto en base a experiencias obtenidas .....	125
8.6	Resultados de las roturas de las probetas de prueba final .....	133
8.7	Resultados de las roturas de la probetas definitivas .....	135
8.8	Evaluación estadística de los resultados .....	139
8.8.1	Presentación de los datos obtenidos y variables estadísticas .....	139
8.8.2	Análisis de las variables estadísticas .....	145
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>148</b>
9.1	Conclusiones .....	148
9.2	Recomendaciones .....	149
<b>10</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>149</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>151</b>
11.1	Planos de ubicación de las canteras en estudio (02).	
11.2	Formatos llenados de los resultados de las características físicas de los agregados en estudio (18).	
11.3	Curvas granulométricas de los agregados en estudio (02).	
11.4	Formatos llenados de los resultados de roturas de probetas de prueba inicial (04).	
11.5	Formatos llenados de los resultados de roturas de probetas de prueba final (04).	
11.6	Formatos llenados de los resultados de roturas de probetas definitivas (12).	
11.7	Curvas : Edad - Resistencia a la Compresión de las Probetas de concreto utilizando los agregados en estudio.	
11.8	Vistas fotográficas de los trabajos ejecutados.	





## INDICE DE CUADROS

N°	DESCRIPCION	PAG.
8.1	Resumen de las características físicas de los agregados en estudio .....	101
8.2	Resumen de diseño de mezclas con agregados secos en las mezclas de prueba inicial ....	122
8.3	Resumen de diseño de mezclas corregidas por humedad natural de los agregados en las mezclas de prueba inicial .....	123
8.4	Resumen de diseño de mezclas con agregados secos en las mezclas de prueba final .....	126
8.5	Resumen de diseño de mezclas corregidas por humedad natural de los agregados en las mezclas de prueba final .....	133
8.6	Resumen de las resistencias a la compresión obtenidas para cantidades iguales de cemento .....	138
8.7	Resumen de la cantidad de cemento a utilizar para iguales resistencias a la compresión según pruebas definitivas .....	138
8.8	Ajustes de proporciones realizados a los diseños de mezclas .....	138
8.9	Resultados de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	139
8.10	Resultados de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	139
8.11	Resultados de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	140
8.12	Resultados de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	140
8.13	Tabla de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . .....	141
8.14	Tabla de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . .....	141
8.15	Tabla de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . .....	142
8.16	Tabla de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . .....	142

## INDICE DE TABLAS

N°	DESCRIPCION	PAG.
5.1	Oxidos que entran en la composición del cemento Portland tipo I o normal .....	22
5.2	Composición típica calculada y finura de los cementos Portland .....	24
5.3	Granulometría de la muestra de ensayo de abrasión de agregados mayores de 3/4" y menores de 3" .....	41
5.4	Granulometría de la muestra de ensayo de abrasión de agregados menores de 1 1/2" ....	41
6.1	Carga abrasiva a utilizar en granulometrías de agregados menores de 1 1/2" .....	65
6.2	Carga abrasiva a utilizar en granulometrías de agregados mayores de 3/4" y menores de 3" .....	65
6.3	Resistencia a la compresión promedio .....	69
6.4	Resistencia a la compresión promedio cuando no se cuente con datos de desviación standar .....	70
6.5	Selección del asentamiento de acuerdo al tipo de construcción .....	72
6.6	Volumen unitario de agua teniendo en consideración el asentamiento, tamaño máximo y la inclusión de aire .....	74
6.7	Volumen unitario de agua teniendo en consideración el asentamiento, tamaño máximo y perfil del agregado .....	75
6.8	Contenido de aire atrapado .....	76
6.9	Contenido de aire incorporado y total .....	77
6.10	Relación agua-cemento por resistencia .....	79
6.11	Relación agua-cemento por resistencia .....	80
6.12	Relación agua-cemento por resistencia .....	80
6.13	Relación agua-cemento por resistencia .....	81
6.14	Relación agua-cemento en condiciones especiales de exposición .....	83
6.15	Relación agua-cemento en concreto expuesto a soluciones de sulfatos .....	84
6.16	Contenido máximo de ión cloruro .....	85
6.17	Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto .....	87
6.18	Primera estimación del peso del concreto fresco .....	89



## INDICE DE GRAFICAS

N°	DESCRIPCION	PAG.
5.1	Intervalos en los que es aceptado el agregado fino para ser utilizados en concretos .....	35
5.2	Intervalos en los que es aceptado el agregado grueso para ser utilizados en concretos ....	39
5.3	Manera de como medir el asentamiento del concreto .....	44
5.4	Características del molde utilizado para medir el asentamiento del concreto .....	45
5.5	Tres tipos de pastones más característicos en el asentamiento del concreto .....	47
8.1	Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . .....	143
8.2	Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . .....	143
8.3	Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . .....	144
8.4	Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . .....	144
11.1	Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto, utilizando agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ . .....	151
11.2	Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto, utilizando agregados fino y grueso del río Cumbaza, con $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ . .....	151
11.3	Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto, utilizando agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ . .....	151
11.4	Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto, utilizando agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ . .....	151



## INDICE DE PLANOS

N°	DESCRIPCION	PAG.
1.	Ubicación de la cantera del río Huallaga .....	151
2.	Ubicación de la cantera del río Cumbaza .....	151



## 1. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó utilizando los agregados de las siguientes canteras:

RIO CUMBAZA : A 150 m. Aguas arriba del puente en la carretera Marginal.

RIO HUALLAGA : En el Distrito de Shapaja, distante aproximadamente 23 km. de la ciudad de Tarapoto.

En la cantera del río Cumbaza las muestras se tomaron mezclados tanto fino como grueso en forma de hormigón, en una cantidad aproximada de 2,500 kg. y en el laboratorio se separaron mediante el tamizado.

En la cantera del río Huallaga las muestras se tomaron por separado, ya que de la misma manera se encuentran en el lecho del río, en las siguientes cantidades:

Agregado fino = 100 kg. ,                      Agregado grueso = 1,200 kg.

Dichas muestras fueron llevados al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva" para llevar acabo el trabajo, con el asesoramiento del Técnico en Construcción Civil Velarde Pezo Perea ( Docente y Jefe de Laboratorio ). De una parte de las muestras se analizaron para encontrar las características físicas de los agregados, producto del cual se desestimó utilizar el agregado fino del río Huallaga, ya que su módulo de fineza = 0.46 lo hace no apto para la utilización en concretos.

Se determinó realizar los ensayos de la siguiente manera:

AGREGADO FINO : Río Cumbaza                      AGREGADO FINO : Río Cumbaza

AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza                      AGREGADO GRUESO : Río Huallaga

Ensayo N° 1 :  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Ensayo N° 3 :  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Ensayo N° 2 :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Ensayo N° 4 :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Para lo cual se realizaron los diseños de mezclas respectivos, utilizando el procedimiento del comité 211 del A.C.I. De cada ensayo diseñado se confeccionaron 4 probetas de prueba

inicial, lo que efectuado las roturas respectivas, ninguno de los resultados logró llegar a la resistencia de diseño teórico.

Se efectuaron los ajustes necesarios en base a experiencias de diseño y luego de efectuado nuevamente 4 probetas de prueba y roturas respectivas, se llegó al diseño final. Con el diseño final encontrado se confeccionaron 30 probetas de concreto de cada ensayo, cuyas roturas se realizó en la prensa manual de 120 toneladas de capacidad del Laboratorio de Suelos y Concreto de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, que luego de efectuada la evaluación estadística de los resultados de las roturas, se demostró que los ensayos fueron conducidos con mucha eficiencia y que se habían cumplido con los objetivos trazados de llegar a la resistencia de diseño teórico.

## 2. INTRODUCCION

El proyecto desarrollado es de necesidad local en la Provincia de San Martín y va a contribuir en el mejor uso de los agregados de las canteras en estudio para obtener los concretos teóricos deseados. El estudio efectuado tiene por finalidad también la de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

### 2.1 OBJETIVOS

El estudio se realizó teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Determinar las características físicas de los agregados provenientes de los ríos Cumbaza y Huallaga.
- Determinar con cual de los agregados en estudio se obtiene concreto de mejor calidad, utilizando iguales cantidades de cemento.
- Determinar si el agregado fino del río Huallaga ( cantera de Shapaja ) es adecuado para la fabricación de concretos.
- Determinar con cual de los agregados en estudio se requiere menos cantidad de cemento para concretos de una misma resistencia a la compresión.
- Determinar con cual de los agregados en estudio se logran resultados de las pruebas de resistencia a la compresión deseada realizando pequeños ajustes de proporciones.

## 2.2 ANTECEDENTES

En el transcurso del siglo XX se ha registrado una rápida y continua generalización de las construcciones de concreto, hoy día continúa esa tendencia y proseguirá igual en el futuro.

Constantemente se requiere que se mejore el comportamiento del concreto, tanto para soportar cargas estáticas como dinámicas, así como para resistir el intemperismo; por tanto cada vez es más necesario que las mezclas de concreto se fabriquen y se revuelvan bien.

Los diseños para los elementos estructurales de las construcciones se realizan con una resistencia dada a la compresión del concreto, los cuales se va indicado en los planos para que los constructores fabriquen concreto de acuerdo a las especificaciones técnicas y de esa manera se asegure la estabilidad y resistencia de las obras ante la acción de las cargas vivas, muertas y de sismo.

Las proporciones de cemento, agua y agregados que normalmente se utilizan en la fabricación del concreto, en la práctica para obras medianas y pequeñas se realizan sin el diseño correspondiente, considerando tan solo las proporciones en volumen de cemento y agregados que teóricamente se conocen, sin tener en cuenta que la utilización de determinados agregados tienen que ver mucho con la resistencia final del concreto endurecido, especialmente en lo referente al agregado grueso que de una cantera a otra varía en su resistencia y durabilidad.

Todos estos problemas que no se toman en cuenta van a incidir en que la resistencia final del concreto endurecido no llegue a lo deseado, por lo que es necesario realizar la presente investigación y de esa manera recomendar a la población las proporciones exactas de agregado grueso, agregado fino, cemento y agua de la cantera más usada como es del Río Cumbaza, y comparar los diseños con los agregados del Río Huallaga, ya que se tiene referencias de que es una cantera apropiada para trabajos de construcción en lo que respecta al agregado grueso, por que la Compañía J.J. CAMET determinó su utilización en el asfaltado de la Carretera Marginal de la Selva en el tramo : Tarapoto - Puente Shanao en el Río Mayo, de los concretos más usados en los elementos estructurales de las construcciones; también se podría combinar los

agregados de ambas canteras con la finalidad de optimizar el diseño, además teniendo en consideración que estamos dentro de una zona de alta sismicidad y que en cualquier oportunidad puede la fuerza sísmica vencer la resistencia de la estructura si es que no tiene la resistencia a la compresión de diseño, como lo sucedido en la Localidad de Nueva Cajamarca.

Estas son las razones que han motivado a realizar el desarrollo de la presente tesis, ya que en la zona no existen trabajos de Investigación similares, más todavía que la Facultad de Ingeniería Civil es una carrera joven en la Universidad Nacional San Martín.

### **2.3 ALCANCES DE LAS CANTERAS EN ESTUDIO**

La mayor parte de la ribera del río Cumbaza se constituye en cantera, ofreciendo gran cantidad de material, pero que no son explotables por la dificultad en el acceso, así como la falta de limpieza que en un aproximado de 15 cms. de espesor contiene maleza y que por debajo de este espesor tenemos una inagotable cantidad de material; esta cantera se renueva constantemente con cada lluvia, llenando su potencia en época de Enero, Febrero, Marzo y Abril y que tiene una potencia aproximada de 95,000 m<sup>3</sup>., según dato obtenido de la tesis del Ingeniero Civil Fernando Arévalo Bartra.

El río Huallaga después de Sión y Cayumba corre por un lecho de menor pendiente y su Valle se ensancha cada vez más, hasta llegar cerca al pueblo de Chazuta y Huimbayoc, a partir del cual penetra en la Selva Baja y discurre por un Valle amplio e inundable donde no se encuentra material de construcción. Es en este tramo de regular pendiente comprendido entre Cayumba y Huimbayoc, donde el río Huallaga presenta en su cauce cantera de agregados, pero en forma separado, grueso y fino, que son explotados con mayor facilidad en épocas de estiaje.

### **2.4 CARACTERISTICAS LOCALES DE LA REGION SAN MARTIN**

#### **2.4.1 UBICACION**

La Región San Martín es el lugar de ubicación de las dos canteras en estudio y se localiza en la sección central de la parte norte del Perú, en el flanco



Oriental de la Cordillera Central de los Andes, ocupa principalmente tierras de la Selva Alta o Rupa Rupa. La mayor parte del territorio regional se extiende en el Sector Medio del feraz Valle del Huallaga Central, su extensión territorial es de 53,060 km<sup>2</sup>, equivalente al 4.1% del territorio Nacional. Está comprendido dentro de las coordenadas 5° 23' 21" a 8° 58' 02" de Latitud Sur y 75° 28' 44" a 77° 45' 24" de Longitud Oeste

#### **2.4.2 CLIMA**

El clima de la región corresponde al tropical seco.

#### **2.4.3 RELIEVE**

El relieve de la Región San Martín corresponde esencialmente a las cuencas hidrográficas de los ríos tributarios del Huallaga que atraviesa la Región de Sur a Norte.

##### **a) Valles:**

Los más importantes son: el del río Mayo, el de Saposoa y Sisa, convergen en el ancho Valle longitudinal del río Huallaga.

##### **b) Ríos:**

El río Huallaga que recoge las aguas de todos los demás ríos de esta cuenca, como: el río Mayo, el Sisa, el Saposoa, el Huallabamba - Abiseo, el Mishollo y el Tocache. Por la Margen derecha destacan los ríos Chipurana, Biabo, Ponaza y el Uchiza.

##### **c) Pongos:**

El pongo de Aguirre y el de Cayumba entre otros de menor importancia.

#### **2.4.4 TEMPERATURA**

La temperatura promedio mensual varía entre 32.7 °C y 24.9 °C, alcanzando las máximas entre Noviembre y Enero, y la mínima en Julio.

### 2.4.5 PRECIPITACION

El régimen pluviométrico en la Región San Martín presenta en el mes de Marzo una precipitación promedio total mensual máxima de 150.7 mm., y una mínima en el mes de Julio de 53.6 mm.; la precipitación anual promedio es de 1,065.2 mm., según datos obtenidos en la Estación Experimental Agropecuaria "El Porvenir" de Juan Guerra, que cuenta con una Estación Climatológica Principal.

## 2.5 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO DE LOS AGREGADOS EN LA FABRICACION DE CONCRETOS MAS USUALES

En las diferentes obras de construcción que se realizan en la ciudad de Tarapoto se usa agregados del Río Cumbaza para la fabricación del concreto, y sólo tienen en cuenta las proporciones de hormigón y cemento; dentro del hormigón existen los agregados fino y grueso, pero no en la proporción deseada, tampoco se tiene en cuenta la dureza del agregado grueso que varía de una cantera a otra y que es un factor importante dentro del concreto endurecido; también no se tiene en cuenta la cantidad de agua agregar a la mezcla teniendo en consideración la relación agua-cemento y la humedad de los agregados.

## 3. REVISION DE LITERATURA

**I.S.T."NOR ORIENTAL DE LA SELVA" (7)**.- En el Laboratorio de Mecánica de Suelos, concreto y asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T."Nor Oriental de la Selva", se han realizado diseños de mezclas con los agregados del presente estudio, siendo los más importantes los siguientes :

- \* A pedido del Contratista ING. JESUS PALOMINO AGUIRRE el 28.12.92 un diseño de mezcla de concreto  $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$  para la Obra : Cimentación de la Instalación de Motores Eléctricos de Electro-Oriente, utilizando los siguientes materiales :

### **AGREGADO FINO : RIO CUMBAZA (ATUMPAMPA)**

Peso Específico	:	2.56 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	:	1,501 kg/m <sup>3</sup>

Peso Unitario Varillado	:	1,970 kg/m <sup>3</sup>
% de Humedad	:	4.0 %
% de Absorción	:	1.3 %
Módulo de Fineza	:	2.7

**AGREGADO GRUESO : RIO CUMBAZA (ATUMPAMPA)**

Peso Específico	:	2.52 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	:	1,490 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	:	1,683 kg/m <sup>3</sup>
% de Humedad	:	2.1 %
% de Absorción	:	1.95 %
Tamaño Máximo Nominal	:	2"

Habiendo obtenido los siguiente resultados :

Asentamiento	:	3" a 4"
Relación : Agua-Cemento	:	0.45
Cemento	:	400 kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	180 lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1,229 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	502 kg/m <sup>3</sup>

- \* A pedido del Ministerio de Transportes y Comunicaciones el 18.05.93 un diseño de mezcla de concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  para la Obra : Construcción del Puente Picota, utilizando los siguientes materiales :

**AGREGADO FINO : RIO HUALLAGA (PICOTA)**

Peso Específico	:	2.66 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	:	1,550 kg/m <sup>3</sup>
% de Humedad Natural	:	5.70 %
% de Absorción	:	1.1 %
Módulo de Fineza	:	2.47

**AGREGADO GRUESO : RIO HUALLAGA (PICOTA)**

Peso Específico	:	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	:	1,690 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,760 kg/m <sup>3</sup>
% de Humedad Natural	:	0.74 %
% de Absorción	:	0.50 %
Tamaño Nominal Máximo	:	1 ½"

Habiendo obtenido los siguiente resultados :

Asentamiento	:	3" a 4"
Relación : Agua-Cemento	:	0.42
Cemento	:	440 kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	185 lts/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	:	1,218 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	556 kg/m <sup>3</sup>

**AREVALO ( 1 )** .- En su Tesis Profesional menciona que en el año de 1987 el crecimiento de la población en la Provincia de San Martín alcanza expectativas impresionantes, ya que la proyección estimada por los técnicos había duplicado; la Provincia de San Martín continúa en crecimiento dado las grandes posibilidades de Desarrollo, donde se puede apreciar gran cantidad de Obras de Concreto Armado, y el Hormigón de Río es lo que mayormente es empleado en las construcciones, sin separarlos ni en fino ni en grueso y muchas veces el hormigón no es el adecuado porque es vendido sin ningún criterio técnico.

En el presente trabajo se realizó el estudio de los materiales de construcción para Obras de Edificación en la Ciudad de Tarapoto, donde uno de los materiales estudiados lo constituyen los agregados que se utilizan en el concreto armado de las siguientes canteras : Tres de Octubre, Lamas, Shapaja - Huallaga, Río Cumbaza, Banda de Shilcayo; que son las canteras que ofrecen una mejor condición de explotación y además en las mismas canteras se puedan encontrar tanto agregado grueso, agregado fino y el ripio sin caminar distancias mayores de 100 metros. Las características de los agregados de las canteras siguientes son :

**CANTERA : SHAPAJA - HUALLAGA****A. AGREGADO FINO**

Módulo de Fineza	:	1.17
Peso Unitario	:	1,272 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	:	2.67 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	6.5 %
Humedad Natural	:	4.2 %

**B. AGREGADO GRUESO**

Peso Unitario	:	1,793 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	:	2.69 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	0.78 %
Humedad Natural	:	1.6 %

**C. AGREGADO GLOBAL**

Peso Unitario	:	1,533 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	:	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	3.64 %
Humedad Natural	:	5.80 %

**CANTERA : RIO CUMBAZA (03 DE OCTUBRE)****A. AGREGADO FINO**

Módulo de Fineza	:	1.95
Peso Unitario	:	1,627 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	:	2.55 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	1.54 %
Humedad Natural	:	5.90 %

**B. AGREGADO GRUESO**

Peso Unitario	:	1,675 kg/m <sup>3</sup>
---------------	---	-------------------------

Peso específico de masa	:	2.57 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	2.18 %
Humedad Natural	:	3.30 %

### C. AGREGADO GLOBAL

Peso Unitario	:	1,651 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	:	2.56 gr/cm <sup>3</sup>
Porcentaje de Absorción	:	1.86 %
Humedad Natural	:	9.20 %

En las conclusiones del trabajo indica que en la mayoría de las canteras, el agregado fino casi escapa de los límites de graduación dado por las normas, observando un módulo de fineza bastante bajo, teniendo el caso de las canteras de Río Cumbaza y Tres de Octubre con valores más altos de todos; la granulometría del agregado grueso es de regular a buena.

Como recomendación indica que se debe establecer programas de control técnico para las propiedades de los agregados que se comercializan, exigiendo estudios de laboratorio para las canteras que son explotadas.

**MALPICA Y CAMACHO ( 8).**- En su trabajo de investigación concluye que el concreto que se obtiene utilizando la piedra chancada, da como resultado una resistencia de 30% superior al que se logra con este mismo material en forma de canto rodado y similar relación agua-cemento, observando de la forma de la falla de los especímenes podemos indicar que : las probetas construidas con canto rodado fallan por adherencia entre el mortero y la piedra, mientras que en las probetas elaboradas con material triturado y arena manufacturada falla primero la piedra, luego se produce la falla total, lo que trae como consecuencia la mayor resistencia de las muestras de concreto con material triturado.

Además concluye de que los agregados que tienen continuidad en su curva granulométrica, arrojan mejores resultados que los que tienen curvas discontinuas.

#### 4. CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS DE LOS RIOS EN ESTUDIO

##### 4.1. CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS DEL RIO HUALLAGA

Es el mayor y más importante afluente del Río Marañón. Pertenece al grupo de los grandes Ríos del Sistema Hidrográfico del Amazonas, con nacientes en la alta cordillera andina, zona de glaciares. En su recorrido, atraviesa territorio de los Departamentos de Pasco, Huánuco, San Martín y Loreto.

El Río Huallaga, con una longitud aproximada de 1,300 Kms. y una cuenca de más o menos 85,620 Km<sup>2</sup>, nace en el Departamento de Pasco, zona limítrofe con el Departamento de Lima, al Oeste de la Ciudad de Cerro de Pasco, al Sur de la llamada Cordillera de Raura, a 4,710 m.s.n.m. en la laguna de Huascacocha, con el nombre de Río Ranracancha. Sucesivamente toma los nombres de Río Blanco y Río Chaupihuaranga, hasta unirse con el Río Huariaca, lugar a partir del cual se llama Río Huallaga.

Su dirección general es de Sur a Norte, hasta la ciudad de Juanjui; desde esta población sigue un rumbo Sur Oeste-Nor Este hasta el pueblo de Navarro, lugar donde cambia de dirección y corre de SE a NO, hasta un gran meandro que describe el Río aguas abajo de la Ciudad de Yurimaguas; al concluir el meandro, sus aguas se desplazan de SO a NE hasta confluir en el Marañón, al que da sus aguas por dos brazos, el mayor de los cuales tiene un ancho de 300 m.

El Río Huallaga, en su curso superior, tiene un lecho con fuerte declive y numerosas rupturas de pendiente. Al penetrar en el Departamento de Huánuco, forma un importante Valle Agrícola que se extiende entre Ambo y Santa María del valle de Huánuco. Después atraviesa el relieve de Carpish, formando un importante cañón que concluye en un rápido conocido con el nombre de Cayumba y sus aguas con pendiente cada vez menor reciben las del río Monzón frente a Tingo María, donde se inicia el curso medio del río, disminuyendo su declive y las rupturas de pendiente sólo forman correntadas que alternan con extensos remansos conocidos con el nombre de POZOS.

Aguas abajo de Tocache Nuevo, el Huallaga atraviesa un importante relieve, formando un hermoso cañón, con vertientes muy inclinadas y cubiertas de

vegetación, conocido con el nombre de Cajón de Sión, que concluye en una fuerte ruptura de pendiente conocida con el nombre de Cayumba. Después de Sión y Cuyumba, el Río corre por un lecho de menor pendiente y su valle ensancha cada vez más, hasta alcanzar su máxima amplitud en el sector de la desembocadura del Río Biavo. Al N de Chasuta y antes del Pueblo de Huimbayoc, las aguas del Huallaga atraviesan los últimos contrafuertes andinos, formando el Pongo de Aguirre, al salir del cual penetra en la Selva Baja y se inicia el curso inferior del Río, que discurre por un valle amplio e inundable en grandes extensiones durante la época de crecientes.

El Huallaga tiene un régimen glacio-pluvial, puesto que la alimentación de sus aguas depende de la fusión de los glaciares localizados en sus nacientes y de las lluvias que caen en toda su cuenca. Las crecientes del Río se producen a partir de Noviembre y duran hasta Marzo; el estiaje comienza en Abril y concluye en Octubre, alcanzando sus mínimas en los meses de Julio y Agosto; la amplitud máxima entre el estiaje y las crecientes puede calcularse en 6 m..

Cuando el Huallaga penetra en la Selva Baja, después del Pongo de Aguirre, tiene un extenso lecho mayor de inundación anual, que es cubierto por las aguas en época de creciente, y permanece subacuático durante todo el verano lluvioso, período en el cual sólo emergen los altos o restingas que casi siempre están ocupados por el hombre. La menor pendiente disminuye aún más la competencia de transporte, hecho que origina una mayor frecuencia de playas y hace que las arenas reemplacen totalmente a los cantos rodados.

#### **4.2. CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS DEL RIO CUMBAZA**

Es uno de los afluentes del Río Mayo, por lo tanto pertenece al gran sistema hidrográfico del Amazonas y tiene sus nacientes en las alturas de la prolongación del Cerro Escalera, ubicada al Norte de la Ciudad de Tarapoto a unos 20 Kms. aproximadamente; y en su recorrido atraviesa los Distritos de San Antonio de Cumbaza, Morales; así como parte de los territorios de los Distritos de Tarapoto, Banda de Shilcayo y Juan Guerra.



El Río Cumbaza, con una longitud aproximada de 50 Kms. y una cuenca de más o menos 645 Km<sup>2</sup>, nace en las cercanías de la Localidad de San Roque de Cumbaza y a una altura promedio de 600 m.s.n.m.

Su dirección general es de N a S hasta los inicios del Distrito de Morales, y a partir del cual y hasta bordear el Distrito de Morales sigue una dirección NE-SO, para luego continuar en la misma dirección de N a S hasta confluir en el Río Mayo cerca del Distrito de Juan Guerra.

El Río Cumbaza en su curso superior tiene un lecho con regular declive; al penetrar en el Distrito de Morales la pendiente del cauce baja, formando un importante valle agrícola, que se extiende hasta cerca a su desembocadura en el Río Mayo, con aproximadamente 6,500 Hás. explotadas bajo riego. En todo el tramo en que la pendiente de su cauce es bajo, las crecientes de sus aguas dejan en sus orillas abundante material de construcción (hormigón) el cual es explotado para casi la mayoría de las construcciones en la Provincia de San Martín y zonas adyacentes.

Las crecientes del Río se producen a partir de Noviembre y duran hasta el mes de Marzo, habiendo llegado a tener caudales máximos en algunos años de hasta 300 m<sup>3</sup>/seg; el estiaje comienza en Abril y concluye en Octubre, alcanzando los mínimos en los meses de Julio y Agosto, habiendo llegado a tener caudales de hasta 3.5 m<sup>3</sup>/seg.

## **5. RECURSOS MATERIALES**

### **5.1 COMPONENTES FUNDAMENTALES DEL CONCRETO**

#### **5.1.1. EL CEMENTO**

##### **a). DEFINICION**

El Cemento Portland se define en la norma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de Sulfato de Calcio, admitiéndose la adición de otros productos que no excedan de 1 % en peso del total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las

propiedades del cemento resultante; todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

Se denomina "Clinker Portland" al producto constituido en su mayor parte por silicatos de calcio, obtenido por la cocción hasta fusión parcial (Clinkerización) de una mezcla convenientemente proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados.

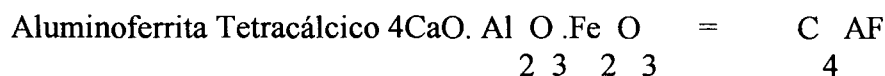
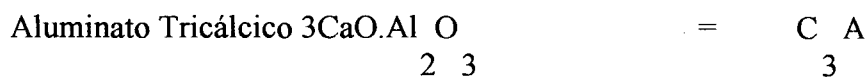
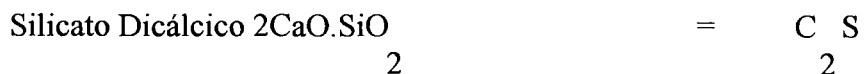
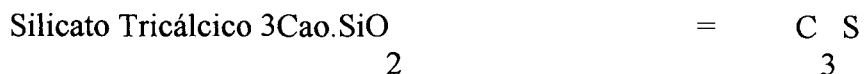
**b). COMPOSICION QUIMICA**

La mayoría de los cementos del tipo I o Normal, tienen una composición de óxidos dentro de las variaciones mostradas en la tabla siguiente :

**TABLA N° 5.1. :** Oxidos que entran en la composición del Cemento Portland tipo I o Normal.

<b>OXIDO</b>	<b>VARIACIÓN PORCENTAJE</b>
<b>Cal, CaO</b>	<b>60 - 66</b>
<b>Silice, SiO<sub>2</sub></b>	<b>19 - 25</b>
<b>Alúmina, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>3 - 8</b>
<b>Hierro, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>1 - 5</b>
<b>Magnesio, Mg.O</b>	<b>0 - 5</b>
<b>Trióxido de Azufre, SO<sub>3</sub></b>	<b>1 - 3</b>

En la práctica, se puede considerar que los cementos portland están formados por cuatro compuestos principales, que a continuación se dan con sus fórmulas químicas :



Puede determinarse aproximadamente el porcentaje de cada compuesto con el análisis químico del cemento. En la tabla N° 5.2 se dan la composición química usual y finura de cada uno de los tipos principales de Cemento Portland.

Según los conocimientos actuales de la química del cemento, indican que estos compuestos tienen las siguientes propiedades:

- El Silicato Tricálcico endurece rápidamente y es el factor principal de fraguado inicial y del rápido endurecimiento. En general, la resistencia prematura del cemento es mayor al aumentar los porcentajes de C S.

3

- El Silicato Dicálcico endurece lentamente y contribuye en gran parte al aumentar de resistencia a edades mayores de una semana.

- El Aluminato Tricálcico libera una gran cantidad de calor durante los primeros días de endurecimiento. También contribuye ligeramente a la resistencia temprana. Los cementos con bajos porcentajes de este compuesto son especialmente resistentes a los suelos y aguas que contengan sulfatos.

- El concreto que va quedar en contacto con suelo o agua con concentraciones de sulfato moderadas debe hacerse con cemento que tenga menos del 8 % de aluminato tricálcico. Se dice que existen sulfatos, cuando los sulfatos solubles en el suelo (como SO<sub>4</sub>) varían de 0.10 a 0.20 %, o cuando el sulfato en el agua freática es de 150 a 1,000 partes por millón. Deberá usarse cemento con aluminato tricálcico en proporción no mayor al 5 % cuando el sulfato, soluble en agua (como SO<sub>4</sub>) en el suelo excede del 0.20 %, o sulfato (como SO<sub>4</sub>) en el agua freática excede de 1,000 ppm.
- La formación de Aluminoferrita Tetracálcica, reduce la temperatura de escarificación, ayudando por tanto a la fabricación del cemento. Se hidrata con relativa rapidez pero contribuye muy poco a la resistencia.

**TABLA N° 5.2 :** Composición típica calculada y finura de los Cementos Portland.

TIPO DE CEMENTO PORTLAND		COMPOSICION, PORCENTAJE				FINURA
ASTM	CSA	C 3 S	C 2 S	C A 3	C 4 AF	CM <sup>2</sup> /GR.
I	NORMAL	50	24	11	8	1800
II	MODERADO	42	33	5	13	1800
III	DE RAPIDO ENDURECIMIENTO	60	13	9	8	2600
IV	DE BAJO CALOR DE HIDRATAC.	26	50	5	12	1900
V	RESISTENCIA A LOS SULFATOS	40	40	4	9	1900

### c). TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

En el Perú, los Cementos Portland se encuentran sujetos a normas acordadas por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial de Normas Técnicas (ITINTEC), que guardan armonía con las establecidas con la Asociación Americana de Ensayo de Materiales (ASTM). Los diferentes tipos de cementos son:

- **Tipo I : Normal**

Es de uso general y adecuado cuando no se requieren de propiedades especiales. Se usa donde el cemento o el concreto no está sujeto al ataque de factores específicos: los sulfatos del suelo o del agua, elevaciones perjudiciales de temperatura debido al calor generado en la hidratación. Entre sus usos se incluyen pavimentos y aceras, edificios de concreto reforzado, puentes, estructuras para ferrocarriles, tanques y depósitos, alcantarillas, tuberías para agua, mampuestos, etc.

- **Tipo II : Moderado**

Se usa cuando es necesario precauciones contra el ataque moderado de los sulfatos, como en las estructuras de drenaje donde las concentraciones de sulfato en las aguas subterráneas sean algo más elevadas que lo normal. Este tipo de cemento genera usualmente menos calor, pudiendo utilizarse en las estructuras de gran masa, como en las grandes pilas, estribos y muros de contención. El uso de este cemento disminuye al mínimo la elevación de temperatura.

- **Tipo III : De rápido endurecimiento**

Este cemento permite obtener con rapidez elevadas resistencias, usualmente en una semana o menos; se usa cuando se tienen que retirar los moldes lo más pronto posible, o cuando la estructura se debe poner en servicio rápidamente.

- **Tipo IV : De bajo calor de hidratación**

Este tipo de cemento es para usarse donde el grado y la cantidad de calor generado se debe reducir al mínimo, pero adquiere resistencia más despacio que el Tipo I; sus propiedades son las necesarias para usarse en estructuras de concreto de gran masa, como las grandes Presas de Gravedad, donde la elevación

producida en la temperatura por el calor generado durante el endurecimiento es un factor crítico.

- **Tipo V : Resistentes a los sulfatos**

Se usa solamente en concretos sujetos al efecto intenso de los sulfatos. Se usa principalmente donde los suelos o el agua subterránea tengan una concentración elevada de sulfatos; su resistencia aumenta más lentamente que el cemento Tipo I .

### 5.1.2. EL AGUA

#### a). **DEFINICION**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, ya que en su presencia el cemento reacciona químicamente, permitiendo la formación del gel, así como que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que en estado fresco permiten una adecuada manipulación de la misma y en estado endurecido la convierten en un concreto con las características deseadas.

En las mezclas de concreto podrán emplearse todas aquellas reconocidas como potables o sobre las que se posea experiencia por haber sido empleadas para tal fin con resultados satisfactorios.

El agua empleada para amasar será de propiedades colorantes nulas, clara, libre de glúcidos (azúcares) y de aceites. Además no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras.

#### b). **LIMITES PERMISIBLES**

La norma ITINTEC 339.088 considera apta para el amasado el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas estén comprendidas dentro de los límites siguientes :

- El contenido máximo de materia orgánica, expresado en oxígeno consumido, será de 3ppm.
- El contenido de residuo sólido no será mayor de 5000 ppm.
- El PH estará comprendido entre 5.5 y 8.
- El contenido de sulfatos, expresado en ion  $\text{SO}_4$  será menor de 600 ppm.
- El contenido de cloruros, expresado en ion  $\text{Cl}$ , será menor de 1000 ppm.
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en  $\text{NaHCO}_3$ , será menor de 1000 ppm.
- Como requisito opcional considera que si la variación de color es una característica que se desea controlar, el contenido de fierro expresado en ion férrico será de una parte por millón (1 ppm.).

Cuando el agua ensayada no cumpla uno o varios de los requisitos previos establecidos, se podrán realizar ensayos comparativos empleando en un caso el agua en estudio y en otra agua destilada o potable, manteniendo además similitud en materiales a utilizar y procedimientos, con el fin de obtener ensayos reproducibles. Dichos ensayos se realizarán de preferencia con el mismo cemento que será usado y consistirán en la determinación del tiempo de fraguado del cemento y resistencia a compresión del mortero a las edades de 7 días y 28 días.

Los tiempos de fraguado inicial y final de la pasta que contiene el agua en estudio podrán variar hasta 25%, que los correspondientes a la pasta que contiene el agua de referencia.

La reducción de resistencia del mortero que contiene el agua en estudio a cualquier edad de ensayo, podrá ser como máximo del 10%.

### 5.1.3. LOS AGREGADOS

Se ha adoptado una nueva norma nacional que establece los requisitos que deben cumplir los agregados naturales a usarse en concreto de Cemento Portland. Esta disposición reviste singular importancia, pues los agregados constituyen aproximadamente las dos terceras partes del concreto.

La norma ITINTEC 400.037 corresponde a un proyecto que ha sido materia de prolongado estudio por el comité especializado correspondiente, con participación de todos los sectores interesados. Es una norma moderna que se basa en las últimas investigaciones sobre ensayos de calidad de agregados, manteniendo como antecedentes las normas británicas y de la ASTM.

Las especificaciones de agregados tienen la virtud de adaptarse a nuestra realidad y a la práctica de la tecnología del concreto.

La norma considera tres tipos de requisitos obligatorios, complementarios y opcionales. Los requisitos obligatorios son básicos y se aplican a todos los concretos, refiriéndose a la granulometría y las sustancias dañinas.

Los requisitos complementarios corresponden al agregado utilizado en concretos de  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y mayores, considerando criterios de forma y resistencia mecánica. Los requisitos opcionales se refiere a casos excepcionales, en los cuales es necesario adoptar prescripciones adicionales de salvaguarda.

#### a). DEFINICIONES

- **Agregado para concreto.** Se define como un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidos entre límites normalizados.
- **Agregado fino.** Es el proveniente de la desintegración natural (arena) o artificial, que pasa el tamiz ITINTEC 4.75 mm. (N° 4) y



que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

- **Agregado grueso.** Es el retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm. (Nº 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.
- **El Tamaño Máximo.** Es definido por el que corresponde al menor tamiz, por el que pasa toda la muestra de agregado grueso. Norma ITINTEC 400.037.
- **Tamaño Nominal Máximo.** Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. Norma ITINTEC 400.037.

#### b). **MUESTREO DE LOS AGREGADOS**

- **PROPOSITO DEL MUESTREO**

La toma de muestras de los agregados constituye una operación fundamental en el proceso de control de calidad de la producción del concreto. El muestreo puede producirse en el yacimiento, en la planta de beneficio o al pie de la obra, según su razón de ser.

En algunos trabajos de construcción alejados de los centros urbanos, ante la carencia de proveedores, se requiere desarrollar la explotación eventual de yacimientos. En estos casos, para seleccionar las canteras más apropiadas, determinar la potencia aprovechable y orientar los procedimientos de beneficio, se toman muestras de hoyos formados sobre los frentes descubiertos, luego de eliminar el material superficial o el proveniente de deslizamientos. Cuando no existe frente abierto, las muestras se extraen excavando hoyos o calicatas en profundidad y distancia definidas, de acuerdo con el volumen de material requerido.

- **TIPO DE MUESTRAS**

Cuando la inspección indica diferencias sustantivas en los materiales, en tamaño, textura o color (lo que ocurre generalmente en el yacimiento), deberá ensayarse independientemente cada una de las muestras que se obtengan, las que se denominan “Muestras representativas simples”.

Cuando no se observa diferencias en el material, las muestras simples se mezclan debidamente de manera que representen la condición media del agregado, denominado “Muestra representativa compuesta”.

Para un envío al laboratorio, las muestras representativas pueden reducirse hasta llegar al volumen mínimo adecuado, según los requerimientos de ensayo. Las muestras representativas no deberán ser menores de 25 Kg. en el caso de la arena y 70 Kg. en el caso del agregado grueso.

Para la formación de muestras para el laboratorio, se procede de la siguiente manera: con la muestra representativa se forma un montón que se extiende con una pala hasta darle base circular y espesor uniforme. Se divide entonces el material diametralmente en 4 partes aproximadamente iguales; se toman 2 partes opuestas, se mezclan y se recommienza la operación con ese material. Esta operación se repetirá hasta que la cantidad de muestras queda reducida a la que se requiera en cada caso.

- **ENVASE Y ROTULADO**

Las muestras de agregados se remitirán al laboratorio en cajas herméticas, bolsas de tejido tupido o recipientes que no permitan la pérdida de material más fino.

Cada muestra o envase llevará convenientemente asegurada una etiqueta en la que se determinará lo siguiente :

Cada muestra o envase llevará convenientemente asegurada una etiqueta en la que se determinará lo siguiente :

- \* Nombre del remitente y fecha de envío.
- \* Tipo de material e identificación de procedencia.
- \* Ubicación y denominación del yacimiento, depósito o planta.
- \* Estimación del volumen aproximado que representa la muestra.
- \* Empleo posible.

**c). CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS**

• **PESO ESPECIFICO**

El peso específico de los agregados es la relación directamente proporcional entre el peso y su volumen correspondiente, que se expresa también como densidad, conforme al Sistema Internacional de Unidades, adquiere importancia en la construcción, cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo o mínimo. Además el peso específico es un indicador de calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

• **PORCENTAJE DE ABSORCION**

Los agregados presentan poros internos, que se denominan como "Abiertos" cuando son accesibles al agua o humedad exterior, sin requisito de presión; diferenciándose de la porosidad cerrada en el interior del agregado, sin canales de conexión con la superficie, a la que se alcanza mediante fluidos bajo presión; cuando un agregado seco se introduce en un recipiente con agua, sus poros abiertos se llenan total o parcialmente a diferente velocidad, según el tamaño y disposición de los mismos.

Si un agregado se satura en todos sus poros, se considera saturada y superficialmente seco. Si además la humedad se mantiene en la superficie, se le conoce como saturado superficialmente húmedo. En el caso de que se seque al aire o artificialmente en horno, el contenido de humedad disminuirá, denominándose agregado seco al aire o completamente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

- **PESO VOLUMETRICO DEL AGREGADO**

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 en el caso de proporcionarse el concreto por volumen.

El peso volumétrico del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo. Asimismo depende de factores externos como la relación del Tamaño Máximo con el volumen del recipiente, la consolidación impuesta, la forma de colocación, etc. En consecuencia para ser de utilidad, el ensayo de peso unitario debe ceñirse estrictamente a norma, definiendo si la determinación corresponde al agregado suelto o compactado, según el procedimiento utilizado.

Debe tenerse en cuenta que el peso volumétrico determinado en laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra, por variar los parámetros externos citados. El ensayo se efectúa utilizando un cilindro de geometría normalizada.

- **CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO**

En los cálculos para el proporcionamiento del concreto se considera al agregado en condiciones de saturado superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial; esta saturación que no es correcta en la práctica, conviene para fines de clasificación.

Como se sabe, el contenido de agua de la mezcla influye en la resistencia y otras propiedades del concreto; en consecuencia es necesario controlar el porcentaje de agua. Si los agregados están saturados y superficialmente secos, no pueden absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla; sin embargo un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, sea agregando o restando una cantidad adicional al porcentaje de agua especificado, a fin de que el contenido de agua resulte el correcto.

## **5.2. EL AGREGADO FINO**

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas que pasa el tamiz ITINTEC 4.75 mm. (N° 4); sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

### **5.2.1. ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS ( ITINTEC 400.012 )**

La granulometría se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de elementos del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados.

La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 de la serie Tyler.

En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites :

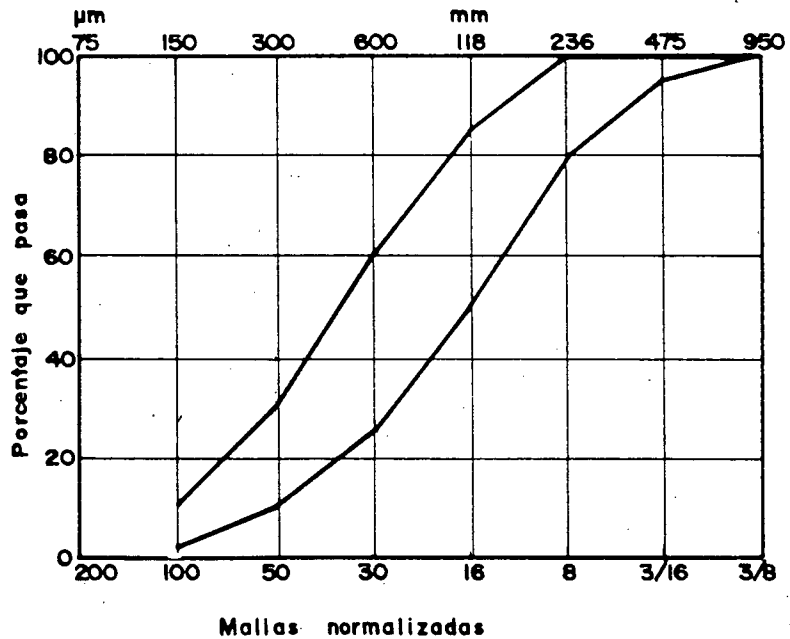
MALLA	% QUE PASA
9.5 mm. (3/8"-in)	100
4.75 mm. (N° 4)	95 a 100
2.36 mm. (N° 8)	80 a 100
1.18 mm. (N° 16)	50 a 85
600 micrones (N° 30)	25 a 60
300 micrones (N° 50)	10 a 30
150 micrones (N° 100)	2 a 10

El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.

El porcentaje indicado para las mallas N° 50 y 100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente; si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 225 Kg/m<sup>3</sup>, o en concretos sin aire incorporado cuyo contenido de cemento es mayor de 300 Kg/m<sup>3</sup>; esta posición se explica porque el mayor contenido de cemento contribuye a la plasticidad del concreto y la compacidad de la pasta, función que cumple el agregado más fino.

El control de la granulometría se aprecia mejor mediante una gráfica, en la que las ordenadas representan el porcentaje acumulado que pasa el tamiz, y las abscisas las aberturas correspondientes.

**GRAFICA N° 5.1 :** Intervalos en los que es aceptado el agregado fino para ser utilizados en concretos.



La especificación sobre la granulometría de la arena es suficientemente amplia para comprender la mayor parte de las procesadas en nuestros yacimientos.

No existe una granulometría óptima en cuanto su comportamiento es función de su propia forma y textura, del contenido de cemento, del Tamaño Máximo del agregado grueso y del método de puesta en obra del concreto.

Como en la mayoría de los casos no es posible recomponer las granulometrías de la arena disponible; conviene estudiar la mejor relación de finos/gruesos, que sin modificar el dosaje agua/cemento, proporcione el concreto de mejor calidad.

Existe general prevención contra las arenas que se encuentran en el límite del huso granular que corresponde a las más finas, en razón de originar concretos más caros por su mayor exigencia de agua, sin embargo esta situación puede corregirse incrementando la relación piedra/arena.

Las arenas gruesas apropiadas para concretos ricos, consolidados mecánicamente, producen las mejores resistencias. En el caso de éstas arenas no es aconsejable incrementar su participación en la mezcla para corregir la carencia de finos, pues no llega a sustituir la deficiencia e introduce el riesgo de segregación.

En las obras en que se requiere buena textura superficial, como son los revestimientos de canales o pisos de concreto, se recomienda que la arena tenga un contenido de finos superior al 15% que pasa la malla N° 50 (300 micrones).

### 5.2.2. MODULO DE FINEZA

Representa un tamaño promedio ponderado de la muestra de arena, pero no representa la distribución de las partículas.

El módulo de finura se define como un factor empírico que se obtiene por la suma de los porcentajes totales de la muestra de arena, retenidos en cada uno de los tamices especificados y dividiendo la suma por 100.

#### EJEMPLO TEORICO DE OBTENCION DEL MODULO DE FINURA

MALLA	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO
N° 4	1.4	1.4
N° 8	11.1	12.5
N° 16	20.3	32.8
N° 30	20.2	57.0
N° 50	20.8	77.8
N° 100	13.9	91.7
FONDO		8.3

TOTAL RETENIDO ACUMULADO = 273.00



$$\text{MODULO DE FINURA} = \frac{273.00}{100} = 2.73$$

En la apreciación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

### **5.3. EL AGREGADO GRUESO**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm. (Nº 4), sus partículas deben ser limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa.

Las partículas deberán ser químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

#### **5.3.1. ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS ( ITINTEC 400.012 )**

En el análisis de la compacidad se ha estimado que los agregados de similar dimensión producen el mayor número de vacíos, mientras que de existir una determinada diferencia entre los tamaños, su acomodación se produce con la máxima compacidad; éste concepto ha llevado a proponer como prototipo las denominadas granulometrías discontinuas.

En los agregados de granulometrías discontinuas faltan algunos tamaños de partículas; la falta de dos o más tamaños sucesivos puede producir problemas de segregación, especialmente en los concretos sin aire incluido con revenimientos mayores de aproximadamente 3 pulgadas.

Si se requiere una mezcla dura, los agregados con granulometrías discontinuas pueden producir resistencias más elevadas que los agregados normales usados con proporciones de cemento comparables.

### 5.3.2. TAMAÑO MAXIMO

El tamaño máximo corresponde a la malla más pequeña por la que pasa toda la muestra de agregado; se utiliza para seleccionar el agregado según las condiciones de geometría del encofrado y el refuerzo del acero.

El Reglamento Nacional de construcciones prescribe que el Tamaño Máximo del agregado no debe ser mayor de :

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 del peralte de la losa
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre varillas del refuerzo.

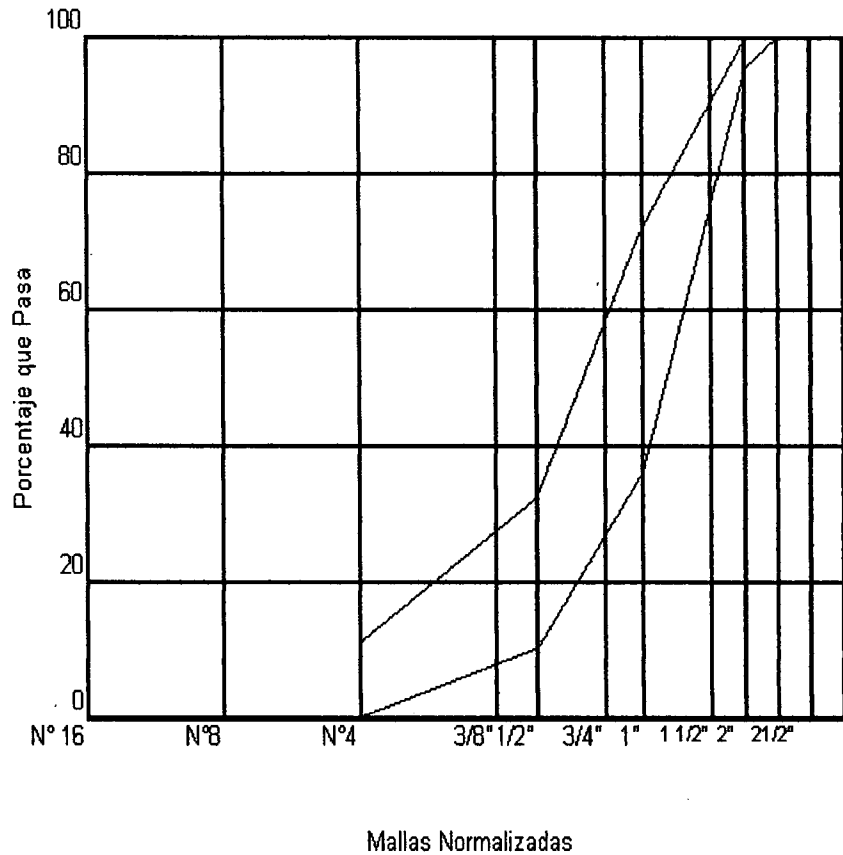
Estas limitaciones están dirigidas a que las barras de refuerzo queden convenientemente recubiertas y no se presenten cavidades de las llamadas “cangrejas”. Se considera que cuando se incrementa el Tamaño Máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto.

### 5.3.3. TAMAÑO NOMINAL MAXIMO

Se da generalmente como referencia de la granulometría y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.

En el ejemplo de la figura siguiente, la granulometría definida por ASTM, el Tamaño Máximo será de 2½” y el Tamaño Nominal Máximo corresponde a 2”. Esta precisión es importante cuando se desea aplicar la recomendación del diseño de mezcla, o evaluar estudios que adopten esta clasificación.

**GRAFICA N° 5.2:** Intervalos en los que es aceptado el agregado grueso para ser utilizados en concretos.



#### 5.3.4. RESISTENCIA Y DURABILIDAD

##### a) DE LA RESISTENCIA MECANICA

Por su propia naturaleza, la resistencia del concreto no puede ser mayor que la de sus agregados. Sin embargo la resistencia a la compresión de los concretos convencionales dista mucho de la que corresponde a la mayoría de las rocas empleadas como agregados, las mismas que se encuentran por encima de los 1,000 kg/cm<sup>2</sup>.; por esta razón no se ha profundizado el análisis de la influencia del agregado en la resistencia.

Lo expresado anteriormente es de fácil comprobación, si se observa la fractura de los especímenes de concreto sometidos a ensayos de compresión. En ellos la rotura se presenta en el mortero o en la zona de adherencia con el agregado grueso.

**b) PRUEBAS DE DESGASTE**

En la mayoría de las normas sobre agregados a nivel internacional se establecen pruebas de desgaste o abrasión, siendo la más generalizada el denominado Ensayo de Los Angeles, consistente en colocar una muestra de agregado con granulometría especificada en un cilindro rotatorio horizontal, conjuntamente con un número de bolas de acero, aplicando al tambor un número dado de vueltas. El porcentaje de material fragmentado constituye un indicador de calidad.

**c) LOS METODOS DE ENSAYO**

Existen dos métodos de ensayo que corresponden a agregados gruesos mayores de  $\frac{3}{4}$ " , que comprenden tamaños hasta de 3" ; y para agregados menores de  $1\frac{1}{2}$ " . El ASTM denomina estas normas como C 535 y C 131 respectivamente. Las muestras de ensayo debe corresponder a las graduaciones establecidas en las tablas 5.3 y 5.4 según sea el caso.

La carga abrasiva consiste en esferas de acero, de aproximadamente 4.7 cm. (  $1\frac{7}{8}$ " ) de diámetro, y cada una con peso entre 390 y 445 gr.. La muestra conjuntamente con la carga abrasiva, se colocan en la máquina de Los Angeles y se le hace rotar durante 500 revoluciones, en el caso del agregado más pequeño; y a 1,000 revoluciones en el otro caso. Se debe cuidar que la máquina tenga una velocidad periférica uniforme. Cuando se produce una pérdida de carrera en el mecanismo motriz, los resultados de ensayo varían apreciablemente.

Cuando se desea obtener información sobre la uniformidad del agregado, se determina la pérdida que se produce después del 20 % de las revoluciones normalizadas, que en relación a la pérdida obtenida al término de la prueba, no deberá exceder en más de 0.2 si el material es de dureza uniforme.

La pérdida de material después del ensayo se determina tamizando la porción final en la malla N° 12 . La diferencia entre el peso original y el

peso final de la muestra de ensayo se expresará como porcentaje del peso original. La norma ASTM determina como límite admisible en los agregados un índice máximo del 50 %.

**TABLA 5.3 :** Granulometría de la muestra de ensayo de abrasión de agregados mayores de 3/4" y menores de 3".

TAMIZ		CANTIDAD DE MUESTRA EN GRAMOS		
		GRADACION		
PASA	RETENIDO	1	2	3
76,1 mm	64,0 mm	2500 ± 50	-----	-----
64,0 mm	50,8 mm	2500 ± 50	-----	-----
50,8 mm	38,1 mm	5000 ± 50	5000 ± 50	-----
38,1 mm	25,4 mm	-----	5000 ± 25	5000 ± 25
25,4 mm	19,0 mm	-----	-----	5000 ± 25
<b>TOTAL</b>		<b>10000 ± 100</b>	<b>10000 ± 75</b>	<b>10000 ± 50</b>

**TABLA 5.4 :** Granulometría de la muestra de ensayo de abrasión de agregados menores de 1 1/2".

TAMIZ		CANTIDAD DE MUESTRA EN GRAMOS			
		GRADACION			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
38,1 mm	25,4 mm	1250 ± 25	-----	-----	-----
25,4 mm	19,0 mm	1250 ± 25	-----	-----	-----
19,0 mm	12,7 mm	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
12,7 mm	9,51 mm	1250 ± 10	2500 ± 10	-----	-----
9,51 mm	6,35 mm	-----	-----	2500 ± 10	-----
6,35 mm	4,76 mm	-----	-----	2500 ± 10	-----
4,76 mm	2,38 mm	-----	-----	-----	5000 ± 10
<b>TOTAL</b>		<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>	<b>5000 ± 10</b>

## **5.4. EL CONCRETO**

### **5.4.1. DEFINICION**

Es un material de construcción formado por una mezcla de agua, arena, grava, cemento y eventualmente aditivos que al fraguar y endurecerse adquiere una notable resistencia. Muy utilizado por su adaptabilidad en cuanto a la forma, dimensiones y puesta en obra.

Se prepara empleando un material aglomerante (cemento), que reacciona con el agua utilizada para el amasado, y mantiene ligados los materiales inertes constituidos por los áridos (arena, grava, gravilla).

### **5.4.2. COMPOSICION**

El concreto está formado por dos componentes : Los agregados y la pasta. Los agregados generalmente se constituyen del 60 al 80% del concreto y se clasifican en dos grupos : Finos y Gruesos.

Los agregados finos son las arenas naturales o las fabricadas, cuyos granos tienen aproximadamente menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada; los agregados gruesos son los que tienen aproximadamente más de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.

La pasta se compone de cemento, agua y algunas veces de aire incluido, y los constituyen del 25 al 40% del volumen total del concreto. El volumen absoluto de cemento está comprendido usualmente entre 7 y 15% y el agua del 14 al 21%. Cuando el concreto contiene aire incluido y su proporción puede llegar a constituir aproximadamente el 8% del volumen.

### **5.4.3. MEZCLADO DE CONCRETO A MANO**

En algunas ocasiones es necesario mezclar el concreto a mano; en estos casos se requiere de cuidados especiales para obtener la resistencia y uniformidad requeridas. La experiencia indica que es preciso incrementar el dosaje del cemento del 10 al 30% para obtener resultados similares a los que se logran en procesos de dosificación por peso y mezclado a máquina; en ningún caso deberá mezclarse a mano concretos de resistencia superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **5.4.4. EVALUACION DE LA CALIDAD DEL CONCRETO**

El Reglamento Nacional de Construcciones en el título que norma el diseño y construcción de edificaciones de concreto, especifica el método para evaluar su calidad, mediante el ensayo a la compresión de muestras del concreto colocado en obra, en la forma de probetas cilíndricas, según procedimientos normalizados.

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

- No menos de una muestra de ensayo por día.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 50 m<sup>3</sup>. de concreto colocado.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 300 m<sup>2</sup>. de área superficial para pavimentos o losas.
- No menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trata de concreto pre-mezclado.

La edad para pruebas de resistencia es de 28 días o una edad menor, en la cual el concreto va a recibir la carga completa a su esfuerzo máximo, la misma que deberá ser especificada.

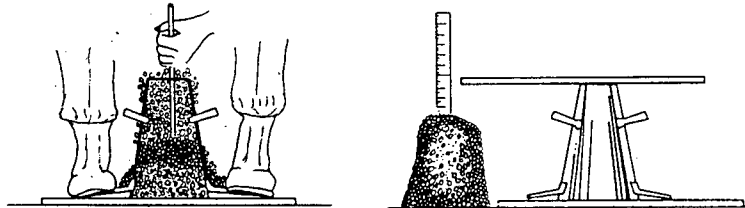
#### **5.4.5. EL ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO**

El denominado ensayo de asiento llamado también de revenimiento o “Slump test”, se encuentra ampliamente difundido y su empleo es aceptado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco.

Esta prueba desarrollada por Duft Abrams fué aceptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978; el ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento del pastón luego de desmoldeado ( Fig. N° 5.3 ).

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

**FIGURA N° 5.3 :** Manera de como medir el asentamiento del concreto



La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido del agua de la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores: se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el Tamaño Máximo del agregado. No debe confundirse el concepto de consistencia con el de trabajabilidad, que en su acepción mas amplia expresa la propiedad del concreto para su mezclado con facilidad, brindando un material homogéneo, capaz de ser transportado, colocado en molde sin segregarse con la mayor compacidad.

En la actualidad no existe una prueba válida para caracterizar la trabajabilidad, definida con rigor como la cantidad de trabajo interno útil requerido para realizar la completa consolidación del concreto. El ensayo de asiento indica uno de los factores de la trabajabilidad, como es la consistencia.

**a). DEL MOLDE**

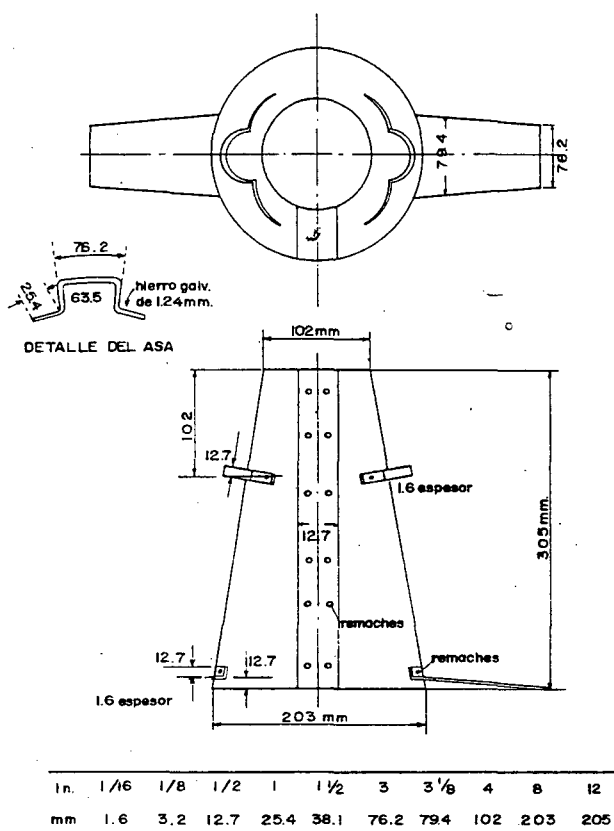
El molde tiene forma de tronco de cono; los dos círculos de las bases son paralelos entre sí, midiendo 20 cm. y 10 cm. los diámetros



respectivos. Las bases forman ángulo recto con el eje del cono; la altura del molde es de 30 cms. (Fig. N° 5.4).

El molde se construye con plancha de acero galvanizado, de espesor mínimo de 1.5 mm.; se sueldan al molde asas y aletas de pie para facilitar la operación.

**FIGURA N° 5.4 :** Características del molde utilizado para medir el asentamiento del concreto



Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 16 mm. de diámetro y 60 cm. de longitud y punta semiesférica.

**b). MUESTREO**

Las muestras deben ser obtenidas al azar por un método adecuado, sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto.

Se deberá obtener una muestra por cada 120 m<sup>3</sup> de concreto o 500 m<sup>2</sup> de superficie llenada, y en todo caso no menos de una al día. El volumen de la muestra no será menor de 30 litros y tomada dentro del término de una hora inmediata a su preparación.

En el control de la homogeneidad se deberá tomar mayor número de muestras. En el caso de que la muestra se obtenga al pie de la mezcladora, si el volumen del concreto contenido en el tambor es menor de 0.5 m<sup>3</sup>, se tomará el material del centro de la descarga; en caso de ser de mayor volumen, se formará una muestra compuesta con material correspondiente al fin del primer tercio de descarga y del inicio del último tercio.

Cuando se trate de recipientes de transporte conteniendo más de un cuarto de metro cúbico, la muestra se formará mezclando porciones de diferentes partes de los recipientes; no deben transcurrir más de 15 minutos entre las operaciones de muestreo y moldeo del pastón de concreto.

**c). EL PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndolo inmóvil, pisando las aletas, seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen; el concreto se coloca moviendo la pala en torno del borde superior del molde, para asegurar la homogeneidad, se apisona con la varilla aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente.

En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

La primera capa de 67 mm. de altura y la segunda a 155 mm.; la tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego envasar al término de la consolidación. En el caso de faltar material se añadirá el concreto necesario, enrasando con la barra o cuchara de albañil; lleno

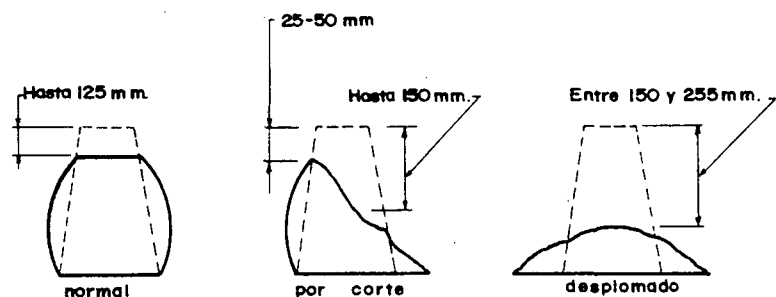
y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos, de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.

El asiento se mide con aproximación de 5 milímetros, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado.

Se aconseja que al término del ensayo se golpee suavemente con la barra de apisonar una de las generatrices del cono, produciendo la caída del pastón. Con experiencia la observación del comportamiento del concreto resulta de interés; las mezclas bien dosificadas asientan lentamente sin perder su homogeneidad, revelando buena consistencia; por el contrario las mezclas defectuosas se disgregan y caen por separado.

Es conveniente observar el comportamiento del pastón que durante el asentamiento permite inferir la calidad del concreto, se han establecido tres tipos de asientos característicos como sigue :

**FIGURA N° 5.5 :** Tres tipos de pastones mas característicos en el asentamiento del concreto.



El denominado “normal” o verdadero, propio de mezclas ricas y con un correcto dosaje de agua, en este caso el concreto no sufre grandes

deformaciones ni sus elementos se separan debido al poder ligante de la pasta que cubre los agregados.

En el llamado “de corte” originado por el aumento de la cantidad de agua, la pasta pierde su poder de aglutinar y aumenta su calidad lubricante de los áridos, por lo que los asentos son mayores y se reduce el coeficiente de rozamiento, ocasionalmente el asentamiento no es grande pero el corte es apreciable.

Cuando el concreto es fluido y pobre en finos, es difícil que se mantenga unido y en lugar de asiento se produce rotura por derrumbamiento y algunas veces por corte.

Cuando los ensayos no tienen la forma del asentamiento verdadero, es decir que la fuerza de deformación es superior al “Límite Plástico” del material, la prueba se considera sin valor.

#### **d). LIMITACIONES DE APLICACION**

El ensayo de Abrams sólo es aplicable en concretos plásticos, con asentamiento verdadero; no tiene interés en las siguientes condiciones:

- En el caso de concretos sin asentamiento de muy alta resistencia.
- Cuando el contenido de agua es menor de 160 lts. por m<sup>3</sup> de mezcla.
- En concretos con contenido de cemento inferior a 250 Kg/m<sup>3</sup>.
- Cuando existe un contenido apreciable de agregado grueso, de Tamaño Máximo que sobrepasa las 2.5”.

#### **5.4.6. PROBETAS DE CONCRETO**

La manera tradicional y práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones, consiste en moldear probetas con el concreto empleado en obra, que luego son llevados a rotura en una prensa, bajo cargas de compresión.

Los resultados de ensayo, muestran la dispersión del concreto debido a la heterogeneidad de sus constituyentes y a las condiciones propias de los procesos de mezcla, transporte y colocación; además a esta natural variación debe agregarse la posible segregación de la muestra y las diferencias producidas en las operaciones de moldeo, curado y ensayo.

Para obtener una resistencia representativa, la norma ITINTEC determina los procedimientos a seguir en cada etapa de la preparación de las probetas y el Reglamento Nacional de Construcciones señala el tamaño y número de la muestra de ensayo.

Conviene efectuar correctamente el proceso de muestreo, preparación y curado de probetas para evitar resultados erróneos de resistencia, que puedan llevar al cuestionamiento de la calidad del concreto, la posible paralización de la obra y un dilatado proceso de evaluación. El costo de la buena preparación de probetas es una mínima fracción del costo del concreto, pero su importancia es decisiva.

**a). MATERIAL EN OBRA**

El material necesario para preparar las muestras de ensayo está constituido por los siguientes elementos :

- Moldes cilíndricos de 152.5 mm.  $\pm$  2.5 mm. de diámetro por 305 mm.  $\pm$  6mm. de altura (6" x 12").
- Base de molde, maquinada.
- Barra compactadora de acero liso de 16 mm. (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm. de longitud. La barra será terminada en forma de semiesfera.
- Cuchara para el muestreo y plancha de albañilería.
- Aceites derivados del petróleo, como grasa mineral blanda.
- Lienzos absorbentes, por ejemplo yute o alternativamente película de polietileno de 0.05 mm. de espesor y/o lámina de material plástico.

Los moldes deben ser de material impermeables, no absorbente y no reactivo con el cemento. Su construcción debe darles rigidez, impidiendo escape de la lechada de cemento por las juntas. Los moldes normalizados se construyen de acero; eventualmente se utilizan de material plástico duro, de hojalata y de cartón parafinado.

Las tolerancias admisibles en la geometría de los moldes con respecto a las generatrices son : Rectitud 0.20 mm., planitud 0.15 mm. El plano de las orillas del molde deberá formar ángulo de  $90^\circ$  con el eje con tolerancia de  $\pm 1/8^\circ$ .

**b). MUESTREO**

Las muestras deben ser obtenidas al azar, por un método adecuado, sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto.

Se deberá obtener una muestra por cada 120 metros cúbicos de concreto producido ó 500 m<sup>2</sup> de superficie llenada y en todo caso no menos de una al día. El volumen de la muestra no será menor de 30 litros y tomada dentro del término de una hora inmediata a su preparación.

En el caso de que la muestra se obtenga al pie de la mezcladora, si el volumen del concreto contenido en el tambor es menor de 0.5 m<sup>3</sup>, se tomará el material del centro de la descarga; en caso de ser de mayor volumen, se formará una muestra compuesta con material correspondiente al fin del primer tercio de descarga y del inicio del último tercio.

La muestra de concreto se colocará en una vasija impermeable y no absorbente, de tamaño tal que sea posible el remezclado antes de llenar los moldes.

No deben transcurrir más de 15 minutos entre las operaciones de muestreo y moldeo del pastón de concreto.

Se deben preparar dos probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión en determinada edad, por el promedio; sin embargo para una mayor precisión es recomendable moldear tres probetas y generalmente la resistencia del concreto se evalúa a las edades de 7 y 28 días.

**c). OPERACIONES PREVIAS**

Cuando se preparan varias probetas de la misma muestra, se moldearán simultáneamente.

El concreto usado en ensayos de asentamientos, aire incorporado u otros, no será empleado para la prueba de resistencia. El moldeo de las probetas se efectúa sobre una superficie horizontal, libre de vibraciones y protegida del tránsito; antes del llenado se verificará que los moldes y bases se encuentren limpios y aceitados.

La junta entre el molde y la base se puede sellar con material trabajable a temperatura ambiente, como mezclas de parafina y cera, arcilla de moldear o grasa pesada; de ser necesario se efectuará un remezclado a mano, utilizando la plancha de albañil, para obtener un pastón con características de uniformidad.

**d). DEL MOLDEO DE LAS PROBETAS**

El llenado de la probeta se efectuará evitando la segregación y vertiendo el concreto con la cuchara, la que se moverá alrededor de la coronación del cilindro.

Luego del remezclado del concreto, se llena de inmediato el molde hasta un tercio de su altura, compactando a continuación de manera enérgica con la barra mediante 25 golpes verticales, uniformemente repartidos en forma de espiral, comenzando por el borde y terminando en el centro. El proceso se repite en las dos capas siguientes, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente no

más de 1"; en la última se coloca material en exceso para enrasar a tope con el borde superior del molde, sin agregar material.

Después de consolidar cada capa se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde utilizando la barra de compactado para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

Si en el llenado de la última capa, el material estuviera en exceso, se retirará lo conveniente con la plancha y luego se procederá a enrasar la superficie. En las mezclas fluidas para evitar la exudación al término de la consolidación, el material en exceso se puede retirar luego de 15 minutos de terminar la operación.

Luego de llenar los moldes, se fijan en ellos tarjetas debidamente protegidas, que los identifiquen con referencias sobre el día de ejecución, tipo de cemento y lugar de colocación.

En lo posible las probetas no se moverán del sitio; si fuera necesario se trasladarán a mano a lugares vecinos inmediatamente después de consolidadas, colocándolas en espacios seguros o construcciones provisorias.

En todos los casos durante las primeras 24 horas, los moldes estarán a una temperatura ambiente de 16°C a 27°C, protegidos del viento y asoleamiento; de ser necesario se utilizarán aparatos de ventilación y/o calefacción.

e). **DESMOLDEO**

Las probetas se retirarán de los moldes entre las dieciocho y veinticuatro horas después de moldeadas; se procederá soltando los elementos de cierre y luego de un momento se retirará cuidadosamente la probeta.

Se marcarán en la cara circular de la probeta las anotaciones de la tarjeta de identificación del molde, utilizando lápiz de cera o un



pincel con pintura negra. Las probetas deberán ser llevadas a mano a la cámara de curado.

**f). CURADO**

Después de desmoldar las probetas se colocan en la cámara de curado, en recipientes conteniendo una solución saturada de agua de cal a temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . La saturación se puede obtener incorporando tentativamente 2 gr. de cal hidratada por litro de agua. El agua utilizada será potable y limpia, no se encontrará en movimiento y cubrirá por completo todas las caras de la probeta.

**g). ENVIO DE LAS PROBETAS AL LABORATORIO**

Cuando sea necesario enviar las probetas a un laboratorio fuera de la obra, deberán remitirse entre las 48 a 72 horas previas a la rotura, embaladas en cajas de madera o material rígido, con separaciones para cada probeta y protegidas con arena húmeda; en lo posible el interior de la caja estará revestido con plancha de zinc.

En la guía de remisión se indicarán además de las anotaciones efectuadas en la cara de cada probeta, las referencias adicionales que faciliten su identificación.

Deberá solicitarse al laboratorio que además de certificar su resistencia, establezca constancia del peso y dimensiones de la probeta, de la fecha y hora del ensayo; así como del tipo de curado y material de refrendado.

**5.5. EQUIPOS, MEDIOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN EL MUESTREO DE LOS AGREGADOS**

- Transporte : Vía Terrestre
- Sacos de Polietileno
- Sapapicos
- Palanas

- Bolsas Plásticas para humedades
- Etiquetas
- Malla N° 1½"
- Malla N° 4

## **5.6. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO UTILIZADOS EN LA OBTENCION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS**

Los ensayos para la obtención de las características físicas de los agregados se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva" - Banda de Shilcayo, con el apoyo del Jefe de Laboratorio Prof. Técnico en Construcción Civil VELARDE PEZO PEREA :

### **5.6.1. PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO.**

- Estufa
- Balanza de 2,610 gr. de capacidad
- Cono de ABRAMS y su pilón
- Probeta graduada
- Mechero de BUNSH con trípode y rejilla
- Pipeta
- Espátula
- Cronómetro
- Agua destilada
- Envase para saturación
- Tarros tarados

### **5.6.2. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO**

- Estufa
- Probeta graduada
- Balanza de 2,610 gr. de capacidad
- Tarros tarados

- Espátula
- Badilejo

### **5.6.3. PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

- Estufa
- Balanza de 2,610 gr. de capacidad
- Envase de saturación
- Badilejo
- Tarros tarados
- Franela

### **5.6.4. PESO UNITARIO SUELTO**

- Molde de 1 pie<sup>3</sup> de capacidad
- Balanza de 20 kg. de capacidad
- Palana
- Baldes tarados
- Brocha

### **5.6.5. PESO UNITARIO VARILLADO**

- Molde de 1 pie<sup>3</sup> de capacidad
- Balanza de 20 kg. de capacidad
- Palana
- Varilla de compactación
- Baldes tarados
- Brocha

### **5.6.6. PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL**

- Estufa
- Balanza de 2,610 gr. de capacidad
- Tarros tarados
- Espátula
- Badilejo

**5.7. APARATOS Y MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACION DEL ENSAYO DE DESGASTE DE ARIDO GRUESO EMPLEANDO LA MAQUINA DE LOS ANGELES**

- Máquina de Los Angeles
- Tamices
- Carga abrasiva
- Material necesario :
  - 5000 gr. para agregados menores de 1 1/2"
  - 10000 gr. para agregados mayores a 3/4" y menores de 3"

**5.8. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO UTILIZADOS EN LA PRUEBA DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO**

Este ensayo fue realizado en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva" - Banda de Shilcayo, con el apoyo del Jefe de Laboratorio: Profesional Técnico en Construcción Civil Velarde Pezo Perea. Los materiales y equipos utilizados son los siguientes :

- Cono de Abrams
- Fierro liso  $\phi = 5/8"$  L = 60 cm.
- Probeta graduada
- Regla metálica
- Wincha
- Bandeja
- Badilejo
- Palana
- Agua
- Materiales (cemento, arena y piedra).

**5.9. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO UTILIZADOS EN LA FABRICACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

- Moldes para probetas de concreto

- Fierro liso 0 - 5/8" L = 60 cms.
- Comba de Jebe
- Badilejo
- Regla enrasador
- Palana
- Aceite.

#### **5.10. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO UTILIZADOS EN EL CAPEADO Y ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

El capeado de las probetas se realizó en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva" - Banda de Shilcayo, y el ensayo de compresión de dichas probetas se realizó en la prensa de 120 toneladas del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, siempre con el apoyo del Profesional Técnico en Construcción Civil Velarde Pezo Perea. Los materiales y equipos utilizados son los siguientes :

- Estufa (olla) para Caping.
- Molde cilíndrico para capeado
- Prensa de 120 toneladas
- Arcilla
- Azufre
- Cucharón
- Aceite
- Balanza

### **6. METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO**

#### **6.1. MUESTREO DE LOS AGREGADOS EN LAS CANTERAS EN ESTUDIO (ITINTEC 400.010)**

##### **6.1.1. OBTENCION DE LAS MUESTRAS EN EL RIO CUMBAZA**

Las muestras de los agregados en el Río Cumbaza se obtuvieron en un lugar aproximadamente ubicado a 100 m. aguas arriba del puente de la Carretera Marginal sobre el Río Cumbaza. Las muestras se obtuvieron a cielo abierto y en el lecho del Río, los cuales se acumulan en su cauce producto de las crecidas del Río, debido al arrastre de sus aguas por la disgregación de las rocas.

Las muestras han sido recogidas con palana conducidas en sacos de polietileno al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto del Departamento de Construcción Civil del Instituto Superior Tecnológico “Nor Oriental de la Selva”, en una cantidad aproximada de 2,500 kgs.

Los agregados tanto fino como grueso se encuentran mezclados en la forma que comúnmente se le denomina Hormigón, para luego ser separados en el laboratorio mediante el tamizado de la siguiente manera :

**AGREGADO GRUESO :**

Pasa la malla de 2” y retiene la N° 4.

**AGREGADO FINO :**

Pasa la malla N° 4.

**6.1.2. OBTENCION DE LAS MUESTRAS EN EL RIO HUALLAGA**

Las muestras de los agregados en el Río Huallaga se obtuvieron del lecho del Río en un lugar cerca al Distrito de Shapaja, distante aproximadamente a unos 30 Kms. de la Ciudad de Tarapoto.

El agregado fino se encuentra acumulado en la orilla del cauce, y que se acumula cuando existe grandes avenidas, notándose de granos muy finos con presencia de metales brillantes muy pequeños (mica).

El agregado grueso se encuentra acumulado y esparcido en el cauce del Río y que sólo se pueden ubicar y obtener en épocas de estiaje, razón por la cual muchas compañías constructoras que han operado en la zona en época de estiaje han logrado extraer del cauce del Río, grandes cantidades de agregado grueso, utilizando maquinaria pesada y colocados muy cerca a la orilla para poder ser transportados a obra en cualquier época del año.

Dichos agregados son conducidos también en sacos de polietileno tanto fino como grueso en forma separada al Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto del Departamento de Construcción Civil del Instituto Superior Tecnológico “Nor Oriental de la Selva”, donde se desarrollaron los análisis de laboratorio para la obtención de las propiedades físicas y la elaboración de las probetas de concreto. La cantidad de material llevado al laboratorio es el siguiente :

**AGREGADO FINO** : 100 kgs.

**AGREGADO GRUESO** : 1200 kgs.

El agregado grueso así obtenido en la cantera, en el laboratorio previo a su uso es tamizado de la siguiente manera :

**AGREGADO GRUESO :**

Pasa la malla de 2” y retiene la N° 4.

## **6.2. PROCEDIMIENTOS PARA ENCONTRAR LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.**

### **6.2.1. PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO ( ITINTEC 400.022 )**

- Con la muestra representativa se forma un montón con una palana hasta darle base circular.
- Se divide el material en 4 partes iguales aproximadamente, y se toman dos partes opuestas, se mezclan y se revuelve nuevamente hasta que la cantidad de muestra quede reducido a lo que se desea.
- La muestra de ensayo se forma con aproximadamente 1,000 gr. del agregado por el método del cuarteo.
- Se satura la muestra durante 24 horas en un recipiente.
- Se extiende la muestra sobre una superficie no absorbente y se deja escurrir el agua, exponiéndolo a una corriente suave de aire caliente, agitando con frecuencia para conseguir un secado uniforme; la operación se da por terminado cuando están sueltas las partículas del agregado.

- Se realiza los ensayos respectivos con el cono de ABRAMS, introduciendo la muestra hasta la tercera parte, para luego dar 25 golpes de pisón respectivo, realizar esta operación en tres capas, al finalizar se enrasa con la espátula y se levanta el molde verticalmente; si existe humedad libre el cono conserva su forma.
- Repetir el ensayo anterior a intervalos mas frecuentes hasta que el cono formado por la muestra se derrumbe parcialmente al separar el molde; esto indica que se ha alcanzado la condición de material saturado con superficie seca.
- De la muestra saturada superficialmente seca se toman entre 300 a 500 grs.
- Pesar probeta + agua hasta la marca indicada.
- Se elimina la tercera parte de agua de la probeta y se introduce el suelo pesado saturado superficialmente seco.
- Se tapa la probeta y se agita de 3 a 4 minutos para que el agua ocupe los vacíos del agregado fino.
- Agregar agua a la probeta hasta la marca indicada.
- Calentar la probeta con el mechero de BUNSH por espacio de 10 minutos para eliminar toda la cantidad de aire que queda en la muestra.
- Con la pipeta se pone agua hasta la marca de la probeta en forma exacta por la pérdida de aire de la muestra.
- Luego se pesa la probeta + agua + muestra.
- Se seca la muestra en la estufa durante 24 horas a 110°C.
- Se deja enfriar hasta temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y luego se pesa.
- Se realizan los siguientes cálculos :

A = Peso del suelo saturado superficialmente seco.

B = Peso de (Probeta+agua hasta la marca).

C = Peso de (Probeta+agua hasta la marca+muestra).

D = Peso suelo seco secado en la estufa.

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B + A - C}$$



$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{A - D}{D} \times 100$$

### 6.2.2. PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (ITINTEC 400.021)

- Se toma aproximadamente 10 kgs. de muestra y se cuartea para realizar 2 ó 3 ensayos.
- Se lava en un recipiente las partículas y fragmentos de la muestra, con el fin de remover el polvo o cualquier impureza que cubra la superficie de las partículas.
- Secar en la estufa durante 12 a 24 horas a 110°C.
- En la probeta graduada de 500 cc., verter agua hasta una marca conocida y que no llene la probeta.
- Parte del material secado en la estufa se pesa y se vierte en la probeta graduada con agua.
- Con una espátula se mueve la piedra dentro de la probeta con la finalidad de eliminar el aire que se ha introducido junto con el agregado grueso.
- Dejar asentar el agua y también el aire eliminando guardando la probeta con la muestra 24 horas.
- Leer en la probeta graduada el nivel que tiene el agua con la muestra ya asentada.

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso del agregado grueso}}{\text{Volumen de los sólidos}}$$

**Volumen de los Sólidos** = Lectura en la probeta graduada con el agua y muestra - Lectura en la probeta graduada sólo con agua.

### 6.2.3. PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (ITINTEC 400.021)

- Se toma aproximadamente 10 kgs. de muestra.

- Se lava la muestra y se satura todo el material en un recipiente por un período de 24 horas para que el agua se introduzca en todos los espacios porosos que tiene el agregado grueso.
- Pasado las 24 horas, se saca el material y se deja escurrir el agua y luego se seca superficialmente con una franela.
- Se pesan 3 muestras saturadas superficialmente seco que sean representativas.
- Secar en la estufa las 3 muestras representativas durante 12 a 24 horas a 110°C.
- Transcurrido el tiempo se secan las muestras y se pesan de inmediato.
- Se realizan los cálculos respectivos y los resultados no deben variar en forma exagerada, si sería así se elimina el que está muy distante de los otros dos resultados y se saca el promedio.

$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{\text{Peso del agua de la muestra}}{\text{Peso de la muestra secada a la estufa}}$$

$$\text{Peso del agua de la muestra} = \text{Peso de la muestra saturada superficialmente seco} - \text{Peso de la muestra secada a la estufa.}$$

#### 6.2.4. PESO UNITARIO SUELTO ( ITINTEC 400.017 )

- Se extrae la muestra de cantera o río en sacos la cantidad necesaria para realizar todos los ensayos pedidos.
- Se tamiza todo el material por la malla N° 2 y malla N° 4.

Agregado Grueso = Pasa por la malla N°2 y retiene la N° 4

Agregado Fino = Pasa por la malla N° 4.

- Las muestras separadas hay que uniformizarlo mezclándola con palana.
- Luego se escoge un recipiente de volumen conocido, equivalente a 1 pie<sup>3</sup> = 0.028 m<sup>3</sup>, cuyas medidas del recipiente son : 12" x 12" x 12", la razón porque es volumen grande y se requiere de 3 ensayos de muestras diferentes para sacar promedio; la diferencia de los ensayos tiene que ser de  $\pm$  5-10 kgs., de lo contrario repetir la prueba.

- Con una palana se deja caer libremente a una altura de 5 cm. del borde del molde sin golpear ni agitar hasta llenar el molde.
- Se enrasa con una varilla de 5/8" lisa de 60 cm. de longitud; después del enrasado, los espacios dejados por las piedras grandes en la superficie se completan con piedras pequeñas para completar el volumen del molde.
- El pesado de la muestra del recipiente se realiza por partes por la capacidad de la balanza (máximo de 20 kgs. en un laboratorio).
- Después de realizado los 3 ensayos de peso unitario suelto se vuelve a uniformizar todo el material obtenido de cantera.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{\text{Peso de la muestra suelta}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

#### 6.2.5. PESO UNITARIO VARILLADO ( ITINTEC 400.017 )

- Se realiza con el mismo material y molde utilizado en la prueba de peso unitario suelto, pero con el procedimiento de darle 3 capas con 25 golpes c/u.
- Con la palana se deja caer libremente a una altura de 5 cms. del borde del molde hasta obtener la tercera parte del volumen del recipiente, para luego compactarle con la varilla de 5/8" liso y de 60 cm. de longitud y terminada en una semiesfera; se aplica 25 golpes alrededor del molde distribuidos uniformemente.
- Cada una de las capas se procede como en el paso anterior, teniendo en consideración que se aplica la fuerza necesaria para que la varilla atraviese solamente la capa respectiva.
- Una vez colmado el recipiente se enrasa la superficie usando la varilla como regla y se completa los espacios vacíos con piedras.
- El pesado de la muestra del recipiente se realiza por partes.
- Se realizan 3 ensayos para obtener promedio, teniendo también en consideración que la diferencia debe ser  $\pm 5-10$  kgs.; de lo contrario repetir las pruebas.

$$\text{Peso Unitario Varillado} = \frac{\text{Peso de la muestra compactada}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

#### 6.2.6. PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ( ASTM C 566 )

- Se extrae la muestra de cantera o río, tal y conforme se encuentra in situ y en la cantidad adecuada que entra en los tarros.
- Se lleva al laboratorio protegiendo la muestra ya sea con bolsas o papeles.
- Se pesan los tarros y se introducen en la estufa por espacio de 12-24 horas entre 100° -110°C.
- Transcurridos las horas indicadas se pesan los tarros y se vuelve a introducir nuevamente en la estufa por espacio de 30 minutos para comprobar si el material está seco, en caso de variar los pesos es necesario que la muestra siga secando; en caso de que la muestra no varía en sus pesos, es porque la muestra está seco y se pueden realizar los cálculos.

$$\text{Porcentaje de Humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$$

**Peso del agua** = Peso del suelo tal como se encuentra en su estado natural - peso del suelo secado en la estufa.

#### 6.3 PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DEL ENSAYO DE DESGASTE DE ARIDO GRUESO EMPLEANDO LA MAQUINA DE LOS ANGELES

- Se prepara la muestra que consistirá en árido limpio por lavado, desecado en estufa a 105° - 110° C hasta obtener peso constante, del que se compondrá una de las granulometrías que se indican en las tablas N° 5.3 y 5.4
- La carga abrasiva a utilizar dependerá de la granulometría elegida para la muestra que se va a ensayar, de acuerdo con las siguientes tablas :

**TABLA N° 6.1 :** Carga abrasiva a utilizar en granulometrías de agregados menores de 1 1/2"

N° VUELTAS	GRANULOMETRIA	N° ESFERAS	PESO DE LA CARGA EN GR.
	A	12	5000 ± 25
500	B	11	4584 ± 25
	C	8	3330 ± 20
	D	6	2500 ± 15

**TABLA N° 6.2 :** Carga abrasiva a utilizar en granulometrías de agregados mayores de 3/4" y menores de 3"

N° VUELTAS	GRANULOMETRIA	N° ESFERAS	PESO DE LA CARGA EN GR.
	1	12	5000 ± 25
1000	2	12	5000 ± 25
	3	12	5000 ± 25

- La muestra y la carga abrasiva correspondiente se colocan en la máquina de Los Angeles. Se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.. Para las granulometrías 1, 2 y 3 el número de vueltas será de 1,000 y para la granulometría A,B,C y D la máquina dará 500 vueltas. La máquina se moverá de manera uniforme para mantener una velocidad periférica constante.
- A continuación se descarga el material del cilindro y se procede a la determinación de la fracción del mismo que queda retenido en el tamiz N° 12 ( 1.68 micrones ). Para ello se realiza una separación preliminar en un tamiz que sea mayor que el N° 12, el material que pasa se tamiza entonces empleando el tamiz N° 12.

La totalidad de material retenido se lava, se deseca en estufa a 105° - 110° C hasta obtener peso constante y se pesa con precisión de 1 gramo.

- La diferencia entre el peso original de la muestra y el peso de la fracción de la misma retenida en el tamiz N° 12 después del ensayo, expresada en tanto por ciento del peso original, recibe el nombre de coeficiente de desgaste.

## 6.4. PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

### 6.4.1. DOSIFICACION DEL CONCRETO SEGUN EL METODO DEL COMITE 211 DEL ACI.

El Comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple, el cual basándose en algunas tablas que presentaremos, permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica de concreto.

El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas; aunque los mismos datos básicos y procedimientos pueden ser empleados en el diseño de concretos pesados y concretos ciclópeos.

Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla; entre dichas limitaciones pueden estar :

- Relación agua - cemento máximo
- Contenido mínimo de cemento
- Contenido máximo de aire
- Asentamiento
- Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso
- Resistencia en compresión mínima.
- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

La estimación de las cantidades de materiales requeridas para preparar una unidad cúbica de concreto implica una secuencia cuyo cumplimiento permite en función de las características de los materiales, preparar la mezcla adecuada para el trabajo que se va a efectuar.

Independientemente que las características finales del concreto sean indicadas en las especificaciones o dejadas al criterio del profesional responsable del diseño de la mezcla, las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el método del comité 211 del ACI los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto :

- a). Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.
- b). Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el Proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer en obra.
- c). Seleccionar en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- d). Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración entre otros factores la Trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.
- e). Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire incorporado o atrapado en la mezcla.
- f). Determinar el porcentaje de aire atrapado o el aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que expresamente por

razones de durabilidad, se ha incorporado aire mediante el empleo de un aditivo.

- g). Seleccionar la relación agua-cemento requerida para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural. Se tendrá en consideración la resistencia promedio seleccionada y la presencia o ausencia de aire incorporado.
- h). Seleccionar la relación agua-cemento requerida por condición de durabilidad. Se tendrá en cuenta los diferentes agentes externos e internos que podrían atentar contra la vida de la estructura.
- i). Seleccionar la menor de las relaciones agua-cemento elegidas por resistencia y durabilidad garantizando con ello que se obtendrá en la estructura la resistencia en compresión necesaria y la durabilidad requerida.
- j). Determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua-cemento seleccionada.
- k). Determinar las proporciones relativas de los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cúbica de concreto está condicionada al procedimiento de diseño seleccionado.
- l). Determinar, empleando el método de diseño seleccionando las proporciones de la mezcla, considerando que el agregado está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad del agregado.
- m). Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados fino y grueso.
- n). Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de los ensayos de la mezcla realizados en el laboratorio.



- ñ). Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra.

### **PASO N° 01 : SELECCION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Las mezclas de concreto deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño especificada por el Ingeniero Proyectista.

La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto realizado. La resistencia promedio puede obtenerse directamente a partir de los valores de la Tabla N° 6.3, entrando a la misma con el valor de la desviación estándar y de la resistencia de diseño especificada.

**TABLA N° 6.3 : Resistencia a la compresion promedio**

f <sub>c</sub> kg/ cm <sup>2</sup>	s (kg/cm <sup>2</sup> )								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	f <sub>cr</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )								
140	155	160	170	175	180	185	200	210	220
175	190	195	205	210	215	220	235	245	255
210	225	230	240	245	250	255	270	280	290
245	260	265	275	280	285	290	305	315	325
280	295	300	310	315	320	325	340	350	360
350	365	370	380	385	390	395	410	420	430

Entrando con el valor de la desviación estandar y el de la resistencia de diseño especificada, la Tabla permite obtener directamente la resistencia promedio a ser empleada en la selección de las proporciones de la mezcla. Para valores intermedios sólo se requiere interpolar.

Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la siguiente tabla :

**TABLA N° 6.4 :** Resistencia a la compresion promedio cuando no se cuente con datos de desviacion estandar.

$f_c$	$f_{cr}$
menos de 210	$f_c + 70$
210 a 350	$f_c + 84$
sobre 350	$f_c + 98$

**PASO N° 02 : SELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO**

En la selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, el Ingeniero deberá tener en consideración que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que en todos los lugares de ellos, especialmente esquinas y ángulos, espacio entre barras, ductos y elementos embebidos, secciones altamente reforzados y paredes de encofrados, no deberán quedar espacios vacíos ni cangrejeras.

En general, en la medida que el porcentaje de vacíos tienda a disminuir conforme aumenta el Tamaño Máximo Nominal de un agregado bien graduado, los requisitos de mortero de la unidad de volumen del concreto serán menores al incrementar aquel.

Las normas de diseño estructural recomiendan que el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura. Se considera que en ningún caso el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso deberá exceder de los siguientes valores :

- a). Un quinto de la menor dimensión entre caras de los encofrados.
- b). Un tercio del peralte de las losas

- c). Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

Las limitaciones anteriores pueden ser obviadas si, a criterio de la inspección la Trabajabilidad de la mezcla y los procedimientos de colocación de la misma tienen características tales que el concreto puede ser acomodado en los encofrados sin peligro de cangrejas o vacíos.

En elementos de espesor reducido o ante la presencia de gran cantidad de armadura, ductos o elementos embebidos, el diseñador podrá reducir el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, siempre que se mantenga una adecuada Trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido, se evite la excesiva segregación y se obtengan las propiedades especificadas para el concreto.

Cuando se deben seleccionar las proporciones de concretos cuya resistencia en compresión de diseño especificada sea igual o mayor de 350 Kg/cm<sup>2</sup>. podrá obtenerse mejores resultados utilizando agregados de Tamaño Máximo Nominal menor, los cuales permiten obtener resistencias mas altas para una relación agua-cemento dada.

### **PASO N° 03 : SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

El asentamiento a emplearse en obra deberá ser aquel indicado en las especificaciones. Si las especificaciones de obra no indican el asentamiento que debe tener el concreto, se seguirá alguno de los criterios siguientes :

- a). El concreto se dosificará para una consistencia plástica, con un asentamiento entre tres y cuatro pulgadas (75 mm. a 100 mm.) si la consolidación es por vibración; y de cinco pulgadas o menor (125 mm.) si la compactación es por varillado.
- b). Se seleccionará el valor más conveniente empleando la tabla N° 6.5, preparado por el comité 211 del ACI. Los rangos indicados en esta tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá

emplearse mezclas de la mayor consistencia compatible con una adecuada colocación.

Podrá aceptarse en obra una tolerancia hasta de 25 mm. sobre el valor indicado para una muestra individual, siempre que el promedio de cinco muestras consecutivas no exceda del límite indicado.

En aquellos casos en que se desea un concreto fluido de alto asentamiento, deberá tenerse cuidado en la evaluación de la mezcla a fin de garantizar que la segregación y exudación no han de modificar las propiedades de ésta.

**TABLA N° 6.5 :** Selección del asentamiento de acuerdo al tipo de construcción

TIPO DE CONSTRUCCION	ASENTAMIENTO	
	MAXIMO	MINIMO
• Zapatas y muros de cimentación armados.	3"	1"
• Cimentaciones simples, cajones, y subestructura de muros.	3"	1"
• Vigas y muros armados	4"	1"
• Columnas de edificios	4"	1"
• Losas y pavimentos	3"	1"
• Concreto ciclópeo	2"	1"

El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.

#### **PASO N° 04 : SELECCION DEL VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA DE DISEÑO**

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente ser corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado.

El volumen unitario de agua a partir del cual conociendo la relación agua-cemento efectiva es posible calcular el factor cemento, es función fundamentalmente de las características físicas del agregado, de la consistencia seleccionada, y del contenido de aire de la mezcla.

La tabla N° 6.6 ha sido preparada en base a las recomendaciones del comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen unitario de agua para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la consistencia que se desea para la mezcla y el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso seleccionado.

La tabla N° 6.7 ha sido preparado en su oportunidad por el Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería. Esta tabla permite calcular el volumen unitario de agua, tomando en consideración, además de la consistencia y el Tamaño Máximo Nominal del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la tabla corresponden a mezclas sin aire incorporado y deben ser ajustadas en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad de los agregados fino y grueso.

Los valores de ambas tablas pueden ser empleados con seguridad en la estimación preliminar de las proporciones de la mezcla. En aquellos en que el agregado posee características que obligan a un aumento en el volumen de agua, deberá aumentarse igualmente el contenido de cemento a fin de mantener invariable la relación agua-cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados con mezclas de prueba preparadas en el Laboratorio indican que tal incremento no es necesario.

Si el agregado posee características tales que permiten el empleo de cantidades de agua menores que las indicadas en las tablas, se recomienda no

modificar el contenido de cemento, excepto si los resultados de los ensayos de resistencia realizados bajo condiciones de obra indican que ello es posible.

Existe diferencias entre los conceptos de relación agua-cemento y el volumen unitario de agua. El primero de ellos trata de fijar la cantidad de agua a ser añadida a la mezcla por saco de cemento para obtener una resistencia determinada. El segundo concepto de refiere a la cantidad de agua de la mezcla por unidad cúbica de concreto.

Manteniéndose otras condiciones comparables, la cantidad de agua de la mezcla se reduce conforme el Tamaño Máximo del agregado se incrementa. Igualmente las texturas rugosas y los perfiles angulares requieren más agua que las texturas suaves o los perfiles redondeados.

La incorporación intencional de aire al concreto tiene un efecto lubricante y al mejorar la consistencia y aumentar la plasticidad, permite una reducción en el agua de mezclado para obtener un asentamiento determinado.

**TABLA N° 6.6 :** Volumen unitario de agua teniendo en consideracion el asentamiento, tamaño maximo y la inclusion de aire.

ASENTAMIENTO	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los Tamaños Máximo Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	168	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Los valores de esta tabla se emplearán en la determinación del factor cemento de mezclas preliminares de prueba. Son valores máximos y corresponden a agregado grueso de perfil angular.

**TABLA N° 6.7 :** Volumen unitario de agua teniendo en consideracion el asentamiento, tamaño maximo y el perfil del agregado.

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

Los valores de la Tabla corresponden a concretos sin aire incorporado.

#### **PASO N° 05 : SELECCION DEL CONTENIDO DE AIRE**

Las burbujas de aire pueden estar presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, en cuyo caso se le conoce como aire atrapado o aire natural; o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado. Se denomina aire total a la suma de los volúmenes de aire atrapado mas aire incorporado presente en una mezcla dada.

En los concretos con aire incorporado, éste se incorpora intencionalmente a la mezcla mediante el empleo de aditivos con la finalidad de mejorar determinadas propiedades del concreto, especialmente su durabilidad frente a los procesos de congelación y deshielo, cuando el concreto va estar sometido a procesos de ataque por acción del agua de mar o aguas agresivas a la acción de sales o agentes químicos.

La tabla N° 6.8 da el porcentaje aproximado de aire atrapado en mezclas sin aire incorporado para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado.

TABLA N° 6.8 : Contenido de aire atrapado

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

Si se desea trabajar con aire incorporado, la tabla N° 6.9 da tres niveles de aire total, los cuales dependen de los propósitos de empleo del aire incorporado y de la severidad de las condiciones del clima y el contenido de aire total se presenta en tres condiciones de exposición: (a) suave, (b) moderado y (c) severa.

- (a). La condición de exposición suave corresponde a aquellos casos en los que el aire incorporado se emplea por razones ajenas a la durabilidad, tales como incremento en la trabajabilidad o cohesividad o cuando se emplea en concretos de bajo factor cemento para incrementar la resistencia por disminución del agua de mezclado.
- (b). La exposición moderada se aplica a climas en los que puede esperarse procesos de congelación, pero en los que el concreto no ha de estar expuesto continuamente a humedad o agua libre antes de la congelación y además no estará expuesto a agentes descongelantes u otros elementos agresivos químicos.

Pueden considerarse como ejemplos de esta condición las vigas exteriores, columnas, muros, pórticos o losas, los cuales están en contacto con suelo húmedo y tienen una ubicación tal que no recibirán aplicación directa de sales descongelantes.

- (c). El criterio de exposición severa se aplica a concretos que han de estar expuestos a la acción de agentes químicos agresivos y descongelantes; o en aquellos casos en los que el concreto puede estar altamente



saturado por contacto continuo con humedad o agua libre antes de la congelación. En éste último caso no deberá reducirse el porcentaje de aire incorporado únicamente por mantener la resistencia final.

**TABLA N° 6.9 : Contenido de aire incorporado y total**

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

\*\* Todos los valores de la tabla corresponden al contenido total de la mezcla de concreto. Sin embargo cuando se efectúa el ensayo de determinación del contenido de aire en concretos en los que el tamaño máximo nominal del agregado es de 2", 3" ó 6", el agregado mayor de 1 1/2" debe ser removido, ya sea manualmente o por cernido húmedo, y el contenido de aire determinado para la fracción menor de 1 1/2"; debiéndose aplicar las tolerancias en el contenido de aire a este valor. El contenido de aire de la mezcla se computa a partir de la fracción menor de 1 1/2".

\*\*\* El contenido de aire incorporado se determina restando del valor de esta tabla, el aire atrapado dado en la tabla anterior.

#### **PASO N° 06 : SELECCION DE LA RELACION AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA**

Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, producto final del proceso de hidratación del cemento, se considera que una de las etapas fundamentales en la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la elección de la relación agua-cemento mas adecuada. La relación agua-cemento requerida por una

mezcla de concreto es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del mismo.

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento afectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

En aquellos casos en que fuere necesario, se determinará en primer lugar la relación agua-cemento requerida por durabilidad, y a continuación se procederá a determinar la misma relación en función de la resistencia en compresión promedio que se desea obtener para el concreto; de los dos valores se escogerá el menor.

La selección de la relación agua-cemento por resistencia se hace partiendo del criterio de que esta propiedad es la más fácilmente mensurable y que dentro de ciertas limitaciones está regulada por la relación de la cantidad de agua a la cantidad de cemento en la unidad cúbica de la mezcla.

Desde que diferentes agregados y diversos tipos y marcas de cemento generalmente producen diferentes resistencias para la misma relación agua-cemento, se considera que en la selección de la relación agua-cemento por resistencia, un criterio adecuado es establecer la interrelación entre la resistencia y la relación agua-cemento mediante ensayos de laboratorio en los que se utiliza los materiales a ser empleados en obra y con ellos se preparan mezclas de prueba para todas las posibles variantes que pudieran presentarse.

Con estos resultados se desarrollan curvas que relacionan la relación agua-cemento con la resistencia para condiciones dadas de trabajabilidad y consistencia. Cuando no se dispone de la información de los ensayos de laboratorio con los materiales a utilizar en obra, la relación agua-cemento por resistencia puede ser seleccionada a partir de valores indicados en las tablas.

La tabla N° 6.10 da las relaciones agua-cemento en peso máximas permisibles para diferentes valores de la resistencia promedio, ya sea que se trate de concretos sin o con aire incorporado. El análisis de la presente tabla permite apreciar que las resistencias para concretos con aire incorporado, en una relación agua-cemento dada, están en el orden del 20% menos que las del correspondiente concreto sin aire incorporado

**TABLA N° 6.10 : Relacion agua-cemento por resistencia**

<b>f<sub>cr</sub> (28 días)</b>	<b>Relación agua-cemento de diseño en peso</b>	
	<b>Concretos sin aire incorporado</b>	<b>Concretos con aire incorporado</b>
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	.....
450	0.38	.....

**\*\*** Las relaciones agua-cemento se basan en tamaños máximos nominales del agregado grueso comprendidos entre 3/4" y 1". La resistencia producida por una relación agua-cemento dada deberá incrementarse conforme al Tamaño Máximo Nominal disminuye.

La tabla N° 6.11 ha sido confeccionada por un grupo de investigadores de la National Ready Mixed, Concrete Association. Ella relaciona la resistencia en compresión promedio con el Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso de perfil angular y adecuadamente distribuido.

Los valores indicados en esta tabla corresponden a concretos sin aire incorporado. Para concretos con aire incorporado, la relación agua - cemento requerida deberá estimarse sobre la base de la necesidad de incrementar la resistencia promedio para compensar por una reducción del 5% de resistencia por cada 1 % de aire incorporado.

TABLA N° 6.11 : Relacion agua-cemento por resistencia

F <sub>cr</sub> (28 días)	Estimación de la relación agua-cemento en peso para agregado grueso del Tamaño Máximo Nominal indicado.		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

La tabla N° 6.12 fue confeccionada por Staton Walker en la Universidad de Maryland. Ella da las relaciones agua-cemento de diseño que permiten obtener una resistencia promedio determinada cuando se emplea diversos porcentajes de aire total.

Además de permitir seleccionar la relación agua-cemento de diseño para una resistencia determinada, esta tabla es muy útil en aquellos casos en que se desea corregir las proporciones de mezclas ya diseñadas y a las cuales se les está incorporando aire.

TABLA N° 6.12 : Relacion agua-cemento por resistencia

F <sub>cr</sub> (28 días)	Relación agua-cemento para diversos contenidos de aire total.			
	2 %	4 %	6 %	8 %
140	0.76	0.71	0.67	0.60
175	0.67	0.62	0.58	0.51
210	0.60	0.55	0.51	0.45
245	0.53	0.49	0.45	0.37
280	0.49	0.45	0.40	0.33
315	0.45	0.40	0.36	0.29
350	0.40	.....	.....	.....

La tabla N° 6.13 es una adaptación de la confeccionada por el Bureau of Reclamation de los Estados Unidos, y relaciona la relación agua-cemento de diseño, expresada en peso, con la probable resistencia a la compresión a los

28 días y la cantidad en kilos de cemento Portland tipo I, por metro cúbico de concreto, que se estima necesarios para alcanzar dicha resistencia.

Los valores de la tabla han sido estimados para concretos con y sin aire incorporado y ellos están limitados a mezclas cuyo agregado grueso tengan un Tamaño Máximo Nominal hasta de 1½”.

**TABLA N° 6.13 : Relación agua-cemento por resistencia**

Relación agua-cemento	Concreto sin aire incorporado		Concreto con aire incorporado	
	f <sub>c</sub>	Cemento kg/m <sup>3</sup>	f <sub>c</sub>	Cemento kg/m <sup>3</sup>
0.40	385	414	315	361
0.45	350	365	280	325
0.50	305	329	250	287
0.55	280	298	230	276
0.60	240	265	195	240
0.65	215	250	182	228
0.70	180	234	150	213
0.75	170	223	140	191

**PASO N° 07 : SELECCION DE LA RELACION AGUA-CEMENTO  
POR DURABILIDAD**

Este capítulo tiende a enfatizar la importancia que el diseñador considere, además de los de resistencia en compresión, los requisitos de durabilidad antes de proceder a seleccionar las proporciones finales de la mezcla de concreto y el espesor del recubrimiento del acero de refuerzo.

El diseñador de la mezcla debe tener en consideración que por razones de exposición del concreto a procesos de congelación y deshielo, a la acción de suelos o aguas sulfatadas, o para prevenir procesos de corrosión en el acero de refuerzo, puede ser necesario recomendar relaciones agua-cemento de

diseño con valores máximos en peso de 0.40, 0.45 ó 0.50, las cuales generalmente son equivalentes a resistencias en compresión de diseño de 335, 315 ó 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Teniendo en consideración lo indicado, así como que usualmente es difícil de determinar con seguridad la relación agua-cemento de diseño del concreto durante la producción del mismo, aquella que especifique el Ingeniero Estructural deberá ser razonablemente consistente con la relación agua-cemento de diseño requerida por durabilidad por lo que en aquellos casos que deba seleccionarse la relación agua-cemento por resistencia y durabilidad, se utilizará en la selección de las proporciones de la mezcla el menor de los dos valores, aún cuando con ello se obtengan resistencias en compresión mayores que la resistencia promedio seleccionada.

Los resultados así obtenidos no deberán conducir a interpretaciones equívocas sobre la selección de las proporciones, calidad de los concretos o procesos de producción o control de los mismos.

Debe considerarse como ejemplos de exposición severa a los pavimentos, losas de puentes, playas de estacionamiento, tanques de agua, canales y estructuras hidráulicas; el constructor debe recordar que el aire incorporado a la mezcla no protegerá a concretos que contienen agregado grueso, el cual puede experimentar cambios de volumen destructivos cuando congela en condición saturada. En casos de exposición moderada y especialmente en los de exposición severa, es obligatorio el ensayo de estabilidad de volumen en el agregado.

Se recomienda que el contenido mínimo de cemento en mezclas de concreto expuestas a procesos de congelación y deshielo, o a la acción de sales descongelantes, no sea menor de 340 Kg/m<sup>3</sup>.

La tabla N° 6.14 indica la relación agua-cemento de diseño máxima que debe tener cuando el concreto deberá estar en cualquier etapa de su vida, sometido a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda, que va a estar

expuesto a sales descongelantes, aguas salobres, agua de mar, rocío o neblina, o la acción de aguas cloacales.

**TABLA N° 6.14 :** Relacion agua-cemento en condiciones especiales de exposición.

Condiciones de Exposición	Relación w/c máxima, en concretos con agregado de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad (a) Expuesto a agua dulce .....	0.50	260
(b) Expuesto a agua de mar o aguas solubles .....	0.45	
(c) Expuesto a la acción de aguas cloacales .....	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda (a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas .....	0.45	300
(b) Otros elementos .....	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas .....	0.40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm. ....	0.45	300

La resistencia  $f'c$  no deberá ser menor de 245 kg/cm<sup>2</sup> por razones de durabilidad.

Los sulfatos de sodio, calcio y magnesio, presentes en los suelos, aguas freáticas y aguas de mar, son causa de ataque al concreto al reaccionar con el aluminato tricálcico y la cal libre presentes en los concretos de cemento portland.

Se sabe que cuando el concreto está en presencia de soluciones de sulfatos, se forma sulfoaluminato de calcio, por reacción química con los aluminatos, desarrollándose un gel expansivo con gran aumento de volumen, lo que origina en el concreto expansión, agrietamiento y destrucción.

Además de una adecuada selección del cemento, son esenciales otros requisitos para obtener concretos que sean durables cuando están expuestas a concentraciones de sulfatos. Entre dichos requisitos pueden mencionarse :

- a). Baja relación agua-cemento
- b). Adecuado contenido de aire incorporado
- c). Bajo asentamiento
- d). Consolidación adecuada
- e). Adecuado recubrimiento del refuerzo
- f). Uniformidad del concreto
- g). Suficiente curado para permitir el desarrollo de las propiedades potenciales del concreto.

El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contienen sulfatos, deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla N° 6.15.

**TABLA N° 6.15 :** Relación agua-cemento en concreto expuesto a soluciones de sulfatos.

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua, presente en el suelo como SO <sub>4</sub> % en peso	Sulfato en agua, como SO <sub>4</sub> ppm	Cemento Tipo	Relación w/c máxima, en peso. En concretos con agregado de peso normal.
Despreciable	0.00 - 0.10	0 - 150	-	-
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1500	11 - 1P - 1 PM	0.50
Severa	0.20 - 2.00	1500 - 10000	V	0.45
Muy severa	sobre 2.00	sobre 10000	V + puzolana	0.45



Para obtener protección contra la corrosión, la máxima concentración de ion cloruro soluble en agua, presente en el concreto endurecido aportado por todos los ingredientes incluyendo el agua, agregados, materiales cementantes y aditivos, no deberá exceder los límites indicados en la tabla N° 6.16 . El empleo de agua de mar puede llevar a concentraciones de cloruros por encima de los límites dados y cuando los agregados tengan alto contenido de cloruros, deberán ser lavados antes de su utilización.

**TABLA N° 6.16 : Contenido maximo de ion cloruro**

ELEMENTO	Máximo ion cloruro soluble en el agua en el concreto, expresado como % en peso del concreto.
• Concreto Pretensado .....	0.06
• Concreto armado expuesto a la acción de cloruros .....	0.15
• Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida .....	1.00
• Otras construcciones de concreto armado .....	0.30.

**PASO N° 08 : SELECCION FINAL Y AJUSTE DE LA RELACION AGUA-CEMENTO**

Conocidas las relaciones agua-cemento por resistencia en compresión y por durabilidad de la mezcla de concreto, se elegirá para el cálculo de las proporciones de la mezcla, el menor de los dos valores, lo cual garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones.

La relación agua-cemento de diseño finalmente seleccionada deberá ser corregida a relación agua-cemento efectiva, teniendo en consideración la condición de humedad del agregado en obra.

Si se emplea aditivos en solución, el agua de la solución deberá ser considerada como el agua de la mezcla, a fin de no alterar la relación agua-cemento de diseño especificada.

Si como resultado de la elección de las relaciones agua-cemento por resistencia y durabilidad, se eligiese esta última y ello diera como resultado

resistencias en compresión mayores que las requeridas por el Ingeniero Estructural, se mantendrá la relación agua-cemento elegida y no se realizarán ajustes en la mezcla por el exceso de resistencia.

#### **PASO N° 09 : CALCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO**

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se puede determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto, mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento por unidad cúbica de concreto.

Si las especificaciones de obra indican un contenido mínimo de cemento, además de aquel que puede haber sido seleccionado a partir de los requisitos de durabilidad o resistencia, deberá elegirse aquel de los criterios que dé el mayor contenido de cemento.

El empleo de aditivos químicos o de materiales puzolánicos deberá modificar las propiedades del concreto. La reducción del contenido de cemento por el empleo de estos productos no es recomendable, y si ella se produjese deberá contarse con la aprobación del Ingeniero Estructural y la Inspección.

Es recomendable que la determinación final del contenido de cemento en una mezcla se base en pruebas realizadas bajo condiciones de obra.

#### **PASO N° 10 : DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO**

La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica de concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que con un mínimo contenido de pasta se pueden obtener las propiedades deseadas en el concreto. Como la experiencia ha demostrado que la granulometría ideal no existe, en la práctica uno de los problemas fundamentales del diseño de mezclas es determinar aquella combinación de agregado fino y grueso que

requiere el mínimo de pasta al mismo tiempo que permite obtener las propiedades deseadas.

Se sabe que cuanto menor es la proporción de partículas finas, menor es la consistencia de la mezcla y mayor la posibilidad de segregación del agregado grueso, mayor la tendencia a dificultades durante el proceso de compactación y mayor la posibilidad de exudación después que la mezcla ha sido compactada.

No existe una granulometría total que sea la mas adecuada para todas las condiciones de obra, dado que la tendencia del concreto a segregar varía con las características de la mezcla. Por eso en la selección de las proporciones de los agregados fino y grueso interviene de manera fundamental la experiencia del diseñador de la mezcla, la misma que se complementa con la ayuda de tablas y gráficos.

La tabla N° 6.17 elaborado por el comité 211 del ACI es función del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Ella permite obtener un coeficiente  $b/b_0$  resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso, expresado en Kg/m<sup>3</sup>. El coeficiente obtenido se multiplica por el peso unitario seco varillado del agregado grueso, se obtiene la cantidad de agregado grueso seco y compactado que debe emplearse en la mezcla.

**TABLA N° 6.17 : Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.**

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso.	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Un examen detenido de la tabla permite apreciar que independientemente de la resistencia deseada o de la riqueza de la mezcla, para igual trabajabilidad, la cantidad de agregado grueso en un volumen unitario de concreto se hace depender únicamente del Tamaño

Máximo Nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino, y se mantiene constante para contenidos de cemento y valores de resistencia en compresión diferentes.

El hecho mencionado es uno de los principales cuestionamientos a esta tabla, dado que resulta difícil aceptar una misma cantidad de agregado grueso para diversas resistencias y riquezas de la mezcla, ya que cuando se trata de diferentes tipos de agregados, especialmente aquellos que difieren en perfil, el empleo de un porcentaje fijo de agregado grueso da inmediatamente lugar a diferencias en los requisitos de mortero, originados principalmente por el contenido de vacíos del agregado grueso. Se considera que dentro de este caso están los agregados de perfil angular, los cuales tienen un alto contenido de vacíos, por lo tanto requieren un porcentaje de mortero mayor que el agregado redondeado.

En relación con estas observaciones, el comité del ACI sostiene que las diferencias en la cantidad de mortero requerida por trabajabilidad cuando se emplean diferentes agregados, debido a variaciones en el perfil del agregado y en su granulometría, se compensan automáticamente por diferencias en el contenido de vacíos del material seco y compactado.

**PASO N° 11 : DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Al concluir el Paso N° 09, se habrán calculado todos los ingredientes del concreto, a excepción del agregado fino. Su cantidad se determina por medio de las diferencias; se puede emplear cualquiera de estos dos procedimientos : el método “Por Peso”, o el método de “Volumen Absoluto”.

a). **METODO DE LOS PESOS**

Si el peso del volumen unitario de concreto se presupone o puede estimarse por experiencia, el peso requerido de agregado fino es simplemente la diferencia entre el peso del concreto fresco y el peso total de los otros ingredientes. Por lo general en base a experiencias anteriores con los materiales, se conoce el peso unitario del concreto con una precisión razonable. Si no se cuenta con esta información, se puede utilizar la tabla N° 6.18 para hacer una primera estimación.

**TABLA N° 6.18 :** Primera estimacion del peso del concreto fresco.

Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Primera estimación del peso del concreto, kg/m <sup>3</sup> .	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
3/8"	2280	2200
1/2"	2310	2230
3/4"	2345	2275
1"	2380	2290
1 1/2"	2410	2350
2"	2445	2395
3"	2490	2405
6"	2530	2435

b). **METODO DE LOS VOLUMENES ABSOLUTOS**

Un procedimiento mas exacto para calcular la cantidad requerida de agregado fino se basa en el uso de los volúmenes absolutos de los ingredientes (agua, aire, cemento y agregado grueso).

El volumen absoluto del agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes. El volumen absoluto que cualquier ingrediente ocupa en el concreto es igual a su peso dividido entre el peso específico de ese material (siendo este último el producto del peso unitario del agua y la densidad del material).

Para obtener el peso del agregado fino seco se multiplica el volumen absoluto obtenido por el peso específico de masa y la densidad del agua.

**PASO N° 12 : AJUSTES POR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO**

La cantidad de agregado que deben ser pesadas para preparar el concreto deberán considerar la humedad de aquel. Generalmente en obra los agregados están en condición húmeda y su peso seco deberá incrementarse en el porcentaje de agua que ellos contienen, tanto la absorbida como la superficial.

El agua de mezclado incorporado a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción. El agregado desde el punto de vista de la humedad, puede estar en obra en cuatro condiciones :

**a). SECO**

Quando su superficie como sus poros internos están totalmente libres de agua. Esta es una condición teórica para la cual se calcula los contenidos de agregados fino y grueso antes de corregir la mezcla por humedad del agregado.

**b). SEMI-SECO**

Quando la superficie del agregado está seco pero sus poros internos están parcialmente llenos de agua. Esta condición es también conocida como secado al aire. Ella siempre es menor que la absorción del agregado.

**c). SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO**

Cuando la superficie del agregado está seco, pero la totalidad de sus poros internos están llenos de agua. Se considera la condición ideal del agregado porque en ella ni aporta ni toma agua de la mezcla.

**d). SOBRESATURADO**

Cuando el agregado está saturado superficialmente y adicionalmente sus poros internos llenos de agua, la cual puede contribuir a incrementar el agua de mezclado y obliga a una corrección en la mezcla por humedad del agregado.

Los conceptos de absorción, contenido de humedad y humedad superficial deben ser definidos de la siguiente manera :

- La capacidad de absorción de un agregado está dada por la cantidad de agua que el necesita para pasar del estado seco al estado saturado superficialmente seco, se expresa de la siguiente manera :

$$\% \text{ Absorción} = \frac{100(\text{SSS} - \text{S})}{\text{S}}$$

SSS = Peso del agregado al estado saturado superficialmente seco.

S = Peso del agregado al estado seco.

- El contenido de humedad de un agregado es la cantidad total de agua que el tiene y se determina por la diferencia entre el peso y su peso seco.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{100(\text{H}-\text{S})}{\text{S}}$$

H = Peso del agregado

- La humedad superficial está dada por la diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción. Puede ser positiva en cuyo caso el agregado aporta agua a la mezcla y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para determinar el agua efectiva; o puede ser negativa, en cuyo caso el agregado tomará agua de la mezcla para llegar al estado saturado superficialmente seco, debiendo adicionarse dicha cantidad de agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

En la corrección de las proporciones de la mezcla por condición de humedad del agregado pueden presentarse tres casos :

- \* Que ambos agregados aporten agua a la mezcla.
- \* Que uno de los agregados aporte agua y el otro quite agua a la mezcla.
- \* Que ambos agregados disminuyan el agua de la mezcla.

### **PASO N° 13 : DETERMINACION DE LA PROPORCION EN PESO DE DISEÑO Y DE OBRA.**

Como último paso en la dosificación del concreto es la determinación de las proporciones en peso tanto de diseño como de obra, así como también la relación agua-cemento de diseño y efectiva.

Para terminar también se debe conocer la cantidad en peso de materiales que se necesitan en una tanda de un saco, para lo cual es necesario multiplicar la proporción en peso ya corregido por la humedad del agregado, por el peso de un saco de cemento.

#### **6.4.2. AJUSTE DE LAS PROPORCIONES**

##### **a). ALCANCE**

- Finalizado el diseño de una mezcla de concreto, las proporciones calculadas para la unidad cúbica de concreto deberán ser comprobadas por medio de mezclas de prueba preparadas en el



laboratorio y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la Norma ASTM C 192 o por medio de tandas preparadas bajo condiciones de obra.

- En la preparación de las mezclas de prueba se debe emplear la cantidad de agua necesaria para obtener la trabajabilidad y asentamiento requeridos por las especificaciones de obra, independientemente de si dicha cantidad de agua corresponde al volumen teórico asumido en la selección de las proporciones.
- Obtenido el asentamiento deseado, deberá comprobarse el peso unitario y rendimiento de la unidad cúbica de concreto siguiendo las indicaciones de la Norma ASTM C 138 y el contenido de aire también siguiendo las indicaciones de las normas.
- Adicionalmente a la comprobación de la trabajabilidad, deberá verificarse que no hay segregación, así como, que el concreto posee las propiedades de acabado que se desea.

**b). PROCEDIMIENTO**

Verificadas y obtenidas las condiciones anteriores, deberá realizarse en las siguientes tandas ajustes apropiados en las proporciones de acuerdo al siguiente procedimiento :

- La cantidad de agua de mezclado estimada para obtener el mismo asentamiento que las tandas de prueba, deberá ser igual al volumen neto del agua de mezclado empleado, dividido por el rendimiento de la mezcla de ensayo expresado en metros cúbicos.

Si el asentamiento de la tanda de ensayo no fue correcto, incrementar o disminuir el contenido de agua estimado en dos litros de m<sup>3</sup> de concreto por cada incremento o disminución de 10 mm. en el asentamiento deseado.

- Para ajustar la mezcla a fin de compensar los efectos de un contenido de aire incorrecto en una mezcla de prueba con aire incorporado, reducir o incrementar el contenido de agua de mezclado del acápito anterior en 3 litros por metro cúbico por cada 1 % en el cual el contenido de aire se incrementa o disminuye en relación con el de la mezcla de ensayo.
- Si la base del proporcionamiento de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto ha sido el peso estimado por metro cúbico del concreto fresco, el peso unitario recalculado del concreto fresco a ser empleado para efectuar el ajuste de las mezclas de prueba será igual al peso unitario medido en la tanda de ensayo, reducido o incrementado por el porcentaje de incremento o disminución en el contenido de aire de la tanda ajustada de la primera mezcla de prueba.
- Calcular el nuevo peso de la tanda, partiendo de la selección de la relación agua-cemento, modificando si fuere necesario el volumen de agregado grueso a partir de la tabla N° 4.17 .

#### **6.5. PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACION DEL ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO ( ITINTEC 339.035 )**

Este ensayo se realiza cuando se elaboran las probetas de concreto para comprobar la resistencia previo al vaco de la mezcla en los moldes. En la dosificación en peso de los materiales (cemento, agua, agregado fino y agregado grueso) obtenidos en el diseño de la mezcla, donde también se obtiene un intervalo de asentamiento en los cuales puede variar la consistencia de la mezcla; los pasos son los siguientes :

- a). Se realizan los cálculos previos de la cantidad en peso de materiales de acuerdo a la dosificación obtenida en el diseño y a la cantidad de probetas a fabricar con dicha mezcla.
- b). Se revuelven los materiales (cemento, agregado fino y agregado grueso) con palana hasta quedar uniforme.

- c). Luego se añade agua a la mezcla, midiendo en la probeta graduada y en la cantidad indicada en el diseño de la mezcla, así como también de acuerdo a la experiencia del operador.
- d). Se coloca el Cono de Abrams sobre la bandeja, sujetando con los pies y las manos para impedir que la lechada de la mezcla se pierda por la parte inferior del Cono.
- e). Se llena el Cono de Abrams con la mezcla preparada utilizando el badilejo.
- f). Con la varilla de fierro liso se aplican 25 golpes verticales alrededor de la mezcla en el Cono de Abrams, para dar consistencia a la mezcla y eliminar el aire; luego se enrasa agregando mas mezcla.
- g). Se levanta el Cono de Abrams y la mezcla así descubierta sufre un descenso llamado ASENTAMIENTO, el cual es medido con la wincha y la regla metálica respecto a la altura del molde del Cono de Abrams.
- h). En caso de que el Asentamiento no llega a lo deseado, se debe agregar agua medido en la probeta graduada en la cantidad que el operador de acuerdo a su experiencia crea conveniente, luego se repite el ensayo desde el acápite (d).

El ensayo de consistencia de la mezcla no debe demorar más de 5 minutos después de preparado la mezcla con la finalidad de evitar que se inicie el proceso de fraguado.

#### **6.6. PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO (ITINTEC 339.033 )**

La fabricación de las probetas de concreto se realiza después de haber terminado las pruebas de ensayo de consistencia del concreto, luego de haber obtenido el ASENTAMIENTO esperado; los pasos son los siguientes :

- a). Las paredes interiores de los moldes que van a ser utilizado para la fabricación de las probetas se mojan con aceite para no permitir la adherencia del concreto al molde y se colocan en fila.

- b). Con la palana se vacía concreto a todos los moldes a la vez hasta la tercera parte de su altura.
- c). Luego se aplican 25 golpes en forma vertical y uniforme al concreto de los moldes con la varilla lisa de 60 cm. de longitud para dar consistencia a la mezcla.
- d). Enseguida se dan entre 7-8 golpes laterales en la parte exterior de los moldes con la comba de jebe para eliminar las burbujas.
- e). Los pasos b, c y d se repiten con las otras dos terceras partes de concreto faltante en el molde por separados hasta llenarlo, teniendo cuidado de aplicar los 25 golpes con la varilla sólo al espesor de concreto que se ha vaciado previamente, por lo tanto no debe existir espesor de concreto que reciba dos veces los 25 golpes.
- f). Al final se llena con badilejo los moldes y se enrasa con la regla metálica.
- g). Después de dos horas de vaciado, con un clavo se pone la fecha de vaciado, número de probeta y la resistencia del concreto a la compresión.
- h). A las 24 horas de vaciado se desencofra el molde, quedando ya confeccionado las probetas cilíndricas.

#### **6.7. CURADO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO ( ITINTEC 339.033 )**

El curado de las probetas de concreto se inicia a las 24 horas de vaciado, luego del desencofrado y se prolonga durante 7 días en forma constante y consecutivas bajo agua, en tanques preparados especialmente para tal fin.

#### **6.8. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL CAPEADO Y ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO ( ITINTEC 339.034 ).**

El capeado de las probetas de concreto es el procedimiento por el cual las superficies de las bases de las probetas se hacen planas y perpendiculares a su eje, ya que después del moldeado quedan un poco ásperas, con muchos puntos altos y bajos,

aunque uno trate de hacerlas con mucho cuidado, lo que trae consigo que si en estas condiciones se somete a la prueba de compresión a las probetas, se presentarán concentraciones de esfuerzos en algunas zonas, reduciendo la resistencia máxima. El capeado se realiza mediante la aplicación de capas delgadas de una material adecuado.

El capeado normal se realiza con la mezcla de Bentonita + Azufre en la proporción de 1 : 1; siendo la Bentonita una arcilla plástica con un L.L. entre 80-100%, cuyo mercado sólo se encuentra en la Capital (Lima) y a un costo alto.

Para el caso del capeado de las probetas del presente estudio, se realizó con una mezcla de arcilla muy plástica, seca, pasada por la malla # 200 y azufre que se adquiere en las farmacias; la mezcla se realizó en la proporción 2:1 (Azufre : Arcilla).

#### **6.8.1. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL CAPEADO DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

- La mezcla de Azufre y Arcilla se introduce en la estufa (olla) eléctrica, sometiéndole a temperaturas altas hasta llegar a 700°C, durante aproximadamente una hora, hasta observarle en forma líquido.
- Las probetas de concreto enumeradas se pesan y se miden su altura y su diámetro.
- Luego se bañan con aceite las bases de las probetas.
- Se arma el molde cilíndrico para capeado.
- Cuando el Caping ya se encuentra en forma líquida, se baja la temperatura hasta 100°C y con un cucharón se baja y se coloca una cantidad suficiente de líquido en la base cilíndrica del molde.
- Inmediatamente sobre dicha base cilíndrica del molde que contiene líquido Caping, se coloca una de las bases de la probeta, y al cabo de un minuto aproximadamente se seca y endurece.

- Aplicando una pequeña fuerza se saca la probeta del molde, donde se puede observar la capa delgada y muy plana.
- Los tres pasos anteriores se repiten para todas las bases de las probetas a ser sometidas a la prueba de la rotura.

#### **6.8.2. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

- Se chequea la prensa manual de 120 toneladas de capacidad y se coloca en CERO las dos agujas (Roja y Negra).
- Se limpia cuidadosamente las dos bases planas de las probetas a ser sometidas a la prueba de rotura y se coloca en la Prensa tratando que quede centrado (para ello en la base de la máquina existente un círculo de referencia).
- Seguidamente se acerca suavemente el cabezal superior de la prensa, hasta que quede en contacto con la base superior de la probeta.
- Luego se empieza a accionar la palanca de la prensa de acuerdo a la norma estipulada (dos acciones /seg.) y las dos agujas juntas empiezan a subir en el dial.
- Cuando la aguja roja, que indica la aplicación de la carga queda estático y la aguja negra comienza a bajar, significa que el concreto a resistido su carga máxima y se da por terminado el ensayo.
- Luego se lee lo que indica la aguja roja que quedó estático en Libras, para después convertir en kilogramos dividiendo entre el factor de 2.2.
- Luego los kilogramos así obtenidos se divide entre el área de la base de la probeta en  $\text{cm}^2$ , obteniendo de esa manera la máxima resistencia a la compresión del concreto ( $f'c = \text{Kg}/\text{cm}^2$ ).

## **7. RECURSOS HUMANOS**

El personal ( Profesional y Técnico ) que ha intervenido en las distintas etapas del trabajo práctico del presente estudio han sido personas capacitadas y con experiencia en estos tipos de trabajos, lo que con su aporte se llegó al éxito de los resultados obtenidos, y por etapa fueron los siguientes :

### **7.1. RECURSOS HUMANOS EN LA TOMA DE MUESTRAS EN LAS CANTERAS EN ESTUDIO.**

- Bachiller en Ingeniería Civil ( Roger Meléndez Ganoza ).
- Profesional Técnico en Construcción Civil ( Velarde Pezo Perea ). Docente y Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.
- Dos egresados de la carrera tecnológica de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.

### **7.2. RECURSOS HUMANOS EN LA OBTENCION DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS EN ESTUDIO.**

- Bachiller en Ingeniería Civil ( Roger Meléndez Ganoza ).
- Profesional Técnico en Construcción Civil ( Velarde Pezo Perea ). Docente y Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.
- Dos egresados de la carrera tecnológica de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.

### **7.3. RECURSOS HUMANOS EN LA FABRICACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

- Bachiller en Ingeniería Civil ( Roger Meléndez Ganoza ).
- Profesional Técnico en Construcción Civil ( Velarde Pezo Perea ). Docente y Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.
- Un egresado de la carrera tecnológica de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.

#### **7.4. RECURSOS HUMANOS EN EL CAPEADO Y ENSAYO DE COMPRESION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO.**

- Bachiller en Ingeniería Civil ( Roger Meléndez Ganoza ).
- Profesional Técnico en Construcción Civil ( Velarde Pezo Perea ). Docente y Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.
- Un egresado de la carrera tecnológica de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo.

### **8. RESULTADOS**

#### **8.1. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS EN ESTUDIO.**

Los resultados se pueden apreciar en los Anexos, llenados en los respectivos formatos y firmados por el Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto y el Jefe del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” - Banda de Shilcayo, lugar donde se llevó a cabo dichos análisis.

##### **8.1.1. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS DEL RIO CUMBAZA.**

Las propiedades físicas analizadas en el Laboratorio, tanto del agregado grueso como del agregado fino son :

- Análisis Granulométrico
- Peso Específico
- Porcentaje de Absorción
- Peso Unitario Suelto
- Peso Unitario Varillado
- Porcentaje de Humedad Natural.



### 8.1.2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LABORATORIO DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA

Las propiedades físicas analizadas en el Laboratorio de cada tipo de agregado son las siguientes :

**a). AGREGADO GRUESO**

- Análisis Granulométrico
- Peso Específico
- Porcentaje de Absorción
- Peso Unitario Suelto
- Peso Unitario Varillado
- Porcentaje de Humedad Natural

**b). AGREGADO FINO**

- Análisis Granulométrico

#### CUADRO N° 8.1 :

#### RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS EN ESTUDIO

CARACTERISTICAS FISICAS	RIO CUMBAZA		RIO HUALLAGA	
	A.F.	A.G.	A.F.	A.G.
% de Desgaste		50.30		14
% de Absorción	1.89	2.01		0.75
Peso Específico ( gr / cm <sup>3</sup> )	2.53	2.56		2.71
Peso Unitario Suelto ( kg / m <sup>3</sup> )	1,584.63	1,540.42		1,718.78
Peso Unitario Varillado ( kg / m <sup>3</sup> )	1,709.86	1,682.80		1,804.32
Contenido de Humedad ( % )	4.02	5.74		0.43
Módulo de Fineza	2.40		0.46	
Tamaño Máximo		2"		2"

## 8.2 RESULTADOS DEL ENSAYO DE DESGASTE A LA ABRASION DE LOS AGREGADOS EN ESTUDIO.

De la Tesis del Ingeniero Civil Keller Humberto Panduro Torres, titulado “Estudio de Canteras y su uso en la Construcción Civil en la Región San Martín”, se ha extraído los datos del Ensayo de Abrasión de los Agregados en estudio, realizados en el Laboratorio de Suelos y Concreto de la Universidad Nacional de Ingeniería, lo siguiente:

### 1. Cantera : Shapaja

Ubicación : km. 22 , carretera: Tarapoto - Shapaja

- Peso de la muestra en gramos	: 5,000
- Carga abrasiva, N° de esferas	: 12
- N° de revoluciones	: 500
- Peso retenido en el Tamiz N° 12	: 4,300
- Peso que pasa el Tamiz N° 12	: 700
- Porcentaje de desgaste	: 14 %

### 2. Cantera : Cumbaza

Ubicación : km. 7, carretera: Tarapoto - Juanjui (03 de Octubre)

- Peso de la muestra en gramos	: 5,000
- Carga abrasiva, N° de esferas	: 12
- N° de revoluciones	: 500
- Peso retenido en el Tamiz N° 12	: 2,485
- Peso que pasa el Tamiz N° 12	: 2,515
- Porcentaje de desgaste	: 50.3 %

## 8.3. PROPORCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO COMO RESULTADO DEL DISEÑO DE LAS MEZCLAS CON AGREGADOS DE LOS RIOS EN ESTUDIO.

### 8.3.1. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLAS UTILIZANDO AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DEL RIO CUMBAZA

## A. DOSIFICACION DE LAS MEZCLAS DE $F'_c=175 \text{ KG/CM}^2$

### 1. ESPECIFICACIONES

Se desea calcular las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleado en vigas, columnas y techo aligerado de un edificio, construido en la ciudad de Tarapoto. Las especificaciones de Obra son :

- a) No existen limitaciones en el diseño por presencia de procesos de congelación, presencia de ion cloruro; o ataque por sulfatos.
- b) No se conoce la desviación estándar.
- c) Las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica (asentamiento = 3" - 4").
- d) El Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso es de 1 1/2".

### 2. MATERIALES

#### a) Cemento

- Portland ASTM tipo I-Pacasmayo
- Peso Específico..... 3.11

#### b) Agua

- Potable de la Red de Servicio Público de Tarapoto.

#### c) Agregado Fino (del Río Cumbaza)

- Peso Específico de Masa..... 2.53 gr/cm<sup>3</sup>.
- % de Absorción..... 1.89
- Contenido de Humedad ..... 4.02 %

- Módulo de fineza ..... 2.40

d) Agregado Grueso (del Río Cumbaza).

- Tamaño máximo nominal ..... 1 1/2"

- Peso seco compactado ..... 1,682.8 kg/m<sup>3</sup>.

- Peso específico de masa..... 2.56 gr/cm<sup>3</sup>.

- Porcentaje de absorción ..... 2.01%

- Contenido de humedad ..... 5.74%

### 3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

Conociendo que la resistencia a la compresión de diseño especificado es de 175 kg/cm<sup>2</sup> y no contando con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerido se determina de la siguiente manera :

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

### 4. SELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso especificado, le corresponde un Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2".

### 5. SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las condiciones de colocación, se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiéndole un asentamiento de 3" a 4".

## 6. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Entrando a la tabla N° 6.7, se determina que el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado, cuyo agregado grueso tiene un Tamaño Máximo Nominal de 1½" de perfil redondeado es de 170 lts/m<sup>3</sup>.

## 7. CONTENIDO DE AIRE

Desde que la estructura a ser vaciada no va a estar expuesta a condiciones de intemperismo severo, no se considera necesario incorporar aire a la mezcla. De la tabla N° 6.8 se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de Tamaño Máximo Nominal de 1½" es de 1.0%.

## 8. RELACION AGUA - CEMENTO

No presentándose en este caso problemas de intemperismo ni de ataques por sulfatos, u otro tipo de acciones que pudieran dañar al concreto, se seleccionará la relación agua-cemento únicamente por resistencia.

Entrando a la tabla N° 6.11 para una resistencia promedio correspondiente a 245 kg/cm<sup>2</sup> en un concreto sin aire incorporado y Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2" del agregado grueso tenemos :

Relación agua-cemento :  $A/C = 0.58$

## 9. FACTOR CEMENTO

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

$$\text{Factor cemento} = \frac{170 \text{ lts/m}^3}{0.58} = 293 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 6.90 \text{ bolsas/m}^3$$

## 10. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Para determinar el contenido de agregado grueso, empleando el método del comité 211 del ACI, se debe entrar a la tabla N° 6.17 con un módulo de fineza de 2.40 y un Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso de 1 1/2", encontrándose un valor de  $b/b_0 = 0.76$  metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.76 \times 1,682.80$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1,279 \text{ kg/m}^3.$$

## 11. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

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

Volumen absoluto de :

- Cemento = $293/3.11 \times 1000$	= 0.094 m <sup>3</sup>
- Agua = $170/1 \times 1000$	= 0.170 m <sup>3</sup>
- Aire = 1.0 %	= 0.010 m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso = $1279/2.56 \times 1000$	= 0.500 m <sup>3</sup>
	-----
Suma de Volúmenes conocidos	= 0.774 m <sup>3</sup>

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0.774$$

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 0.226 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.226 \times 2.53 \times 1000$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 572 \text{ kg/m}^3$$

**12. VALORES DE DISEÑO**

Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño serán :

- Cemento ..... 293 kg /m<sup>3</sup>
- Agua de diseño ..... 170 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco ..... 572 kg /m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco .... 1279 kg/m<sup>3</sup>

**13. CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

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

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	2.01	5.74

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $572 \times 1.0402 = 595 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1279 \times 1.0574 = 1352 \text{ kg/m}^3$

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $5.74 - 2.01 = - 3.73 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino =  $572 \times (+0.0213) = +12.18 \text{ lts/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1279 \times (+0.0373) = +47.71 \text{ lts/m}^3$

TOTAL = +59.89 lts/m<sup>3</sup>

Agua efectiva = 170 - 59.89 = 110.11 lts/m<sup>3</sup>.

Y los pesos de los materiales ya corregidos por humedad del agregado, a ser empleados en las mezclas de pruebas serán :

- Cemento ..... 293 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 110.11 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 595 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,352 kg/m<sup>3</sup>

**14. PROPORCION EN PESO**

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregidos por humedad del agregado serán :

$$\frac{293}{293} : \frac{572}{293} : \frac{1279}{293} = 1 : 1.95 : 4.37/25 \text{ lts/saco}$$

$$\frac{293}{293} : \frac{595}{293} : \frac{1352}{293} = 1 : 2.03 : 4.6/16 \text{ lts/saco}$$

$$\text{- Relación agua-cemento de diseño} = \frac{170}{293} = 0.58$$

$$\text{- Relación agua-cemento efectivo} = \frac{110.11}{293} = 0.38$$

**15. PESOS POR TANDA DE UN SACO**

Para conocer la cantidad de materiales que se necesitan en una tanda de un saco, es necesario multiplicar la proporción en peso, ya corregida por humedad del agregado, por el de un saco de cemento:

- Cemento ..... 1x42.5 = 42.5 kg/saco
- Agua efectiva ..... 16 lts /saco



- Agregado fino húmedo .....2.03x42.5 = 86.3 kg/saco
- Agregado grueso húmedo.... 4.6x42.5 = 195.5 kg/saco

## **B. DOSIFICACION DE LAS MEZCLAS DE $f'c=210 \text{ KG/CM}^2$**

### **1. ESPECIFICACIONES**

Las mismas especificaciones que la dosificación anterior.

### **2. MATERIALES**

Los mismos materiales que la dosificación anterior.

### **3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

$$f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### **4. SELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso especificado, le corresponde un Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2".

### **5. SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las condiciones de colocación, se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiéndole un asentamiento de 3" a 4".

### **6. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

En la tabla N° 6.7 y con las mismas condiciones que en la dosificación anterior (Asentamiento = 3" a 4", sin aire

incorporado, Tamaño Máximo Nominal = 1 ½" y perfil redondeado) el volumen unitario de agua es de 170 lts/m<sup>3</sup>.

#### 7. CONTENIDO DE AIRE

De la tabla N° 6.8 se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de Tamaño Máximo Nominal de 1 ½" es de 1.0%.

#### 8. RELACION AGUA - CEMENTO

Igual que en la dosificación anterior, sólo se seleccionará la relación agua-cemento únicamente por resistencia.

En la tabla N° 6.11 para una resistencia promedio correspondiente a 294 kg/cm<sup>2</sup> en un concreto sin aire incorporado y Tamaño Máximo Nominal de 1 ½" del agregado grueso y mediante una interpolación tenemos :

- Relación agua-cemento : A/C = 0.514

#### 9. FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor Cemento} = \frac{170 \text{ lts/m}^3}{0.514} = 331 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = 7.8 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 10. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

En la tabla N° 6.17 con módulo de fineza de 2.40, Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso de 1 ½", se encuentra un valor de  $b/b_0 = 0.76$  metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.76 \times 1,682.80$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1,279 \text{ kg/m}^3.$$

**11. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto de :

- Cemento =  $331/3.11 \times 1000$  = 0.106 m<sup>3</sup>
- Agua =  $170/1 \times 1000$  = 0.170 m<sup>3</sup>
- Aire = 1.0 % = 0.010 m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso =  $1279/2.56 \times 100$  = 0.500 m<sup>3</sup>

SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS = 0.786 m<sup>3</sup>

Volumen absoluto de Agregado Fino = 1-0.786

Volumen absoluto de Agregado Fino = 0.214 m<sup>3</sup>

Peso del agregado fino seco =  $0.214 \times 2.53 \times 1000$

Peso del agregado fino seco = 541 kg/m<sup>3</sup>.

**12. VALORES DE DISEÑO**

Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño serán :

- Cemento ..... 331 kg /m<sup>3</sup>
- Agua de diseño ..... 170 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco..... 541 kg /m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco ..... 1279 kg/m<sup>3</sup>

**13. CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	2.01	5.74

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $541 \times 1.0402 = 563$  kg/m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso =  $1279 \times 1.0574 = 1352$ kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $5.74 - 2.01 = +3.73 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino =  $541 \times (+0.0213) = +11.52 \text{ lts/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1279 \times (+0.0373) = +47.71 \text{ lts/m}^3$

$$\text{TOTAL} \quad \text{-----} = +59.23 \text{ lts/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 170 - 59.23 = 110.77 \text{ lts/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento ..... 331 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 110.77 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 563 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,352 kg/m<sup>3</sup>

**14. PROPORCION EN PESO**

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregidos por humedad del agregado serán :

$$\frac{331}{331} : \frac{541}{331} : \frac{1279}{331} = 1 : 1.63 : 3.86/22 \text{ lts/saco}$$

$$\frac{331}{331} : \frac{563}{331} : \frac{1352}{331} = 1 : 1.7 : 4.10/14.2 \text{ lts/saco}$$

$$\text{- Relación agua-cemento de diseño} = \frac{170}{331} = 0.51$$

$$\text{- Relación agua-cemento efectivo} = \frac{110.77}{331} = 0.33$$

**15. PESOS POR TANDA DE UN SACO**

- Cemento ..... 1 x 42.5 = 42.5 kg/saco
- Agua efectiva ..... 14 lts/saco
- Agregado fino húmedo .. 1.7 x 42.5 = 72.3 kg/saco
- Agregado grueso húmedo .. 4.10 x 42.5 = 174.3 kg/saco

**8.3.2. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLAS UTILIZANDO AGREGADO FINO DEL RIO CUMBAZA Y AGREGADO GRUESO DEL RIO HUALLAGA.**

**A. DOSIFICACION DE LAS MEZCLAS DE  $F'_c=175 \text{ KG/CM}^2$**

**1. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

Corresponden a las mismas especificaciones técnicas que lo indicado en la dosificación de mezclas de concreto con agregados sólo del Río Cumbaza.

**2. MATERIALES**

a). Cemento

- Portland ASTM tipo I-Pacasmayo
- Peso Específico..... 3.11

b). Agua

- Agua de la Red de Servicio Público de Tarapoto.

c). Agregado Fino (del Río Cumbaza)

- Peso Específico de Masa..... 2.53 gr/cm<sup>3</sup>.
- % de Absorción..... 1.89
- Contenido de Humedad ..... 4.02 %
- Módulo de fineza ..... 2.40

d). Agregado Grueso (del Río Huallaga).

- Tamaño Máximo Nominal ..... 1 1/2"
- Peso seco compactado ....1,804.32 kg/m<sup>3</sup>.
- Peso específico de masa..... 2.71 gr/cm<sup>3</sup>.
- Porcentaje de absorción ..... 0.75%
- Contenido de humedad ..... 0.43%

### 3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

### 4. SELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso especificado, le corresponde un Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2".

### 5. SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las condiciones de colocación, se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiéndole un asentamiento de 3" a 4".

### 6. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

En la tabla N° 6.7, con un asentamiento de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado, con Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2" y agregado de perfil redondeado, se obtiene que el volumen unitario de agua es de 170 lts/m<sup>3</sup>.

## 7. CONTENIDO DE AIRE

Para estas mezclas no se considera necesario incorporar aire a la mezcla y con el Tamaño Máximo Nominal de 1½" en la tabla N° 6.8 se obtiene que el contenido de aire es de 1.0%.

## 8. RELACION AGUA - CEMENTO

Se seleccionará la relación agua-cemento únicamente por resistencia, ya que no existe problemas de intemperismo ni de ataques de sulfatos que puedan dañar al concreto.

En la tabla N° 6.11 para una resistencia promedio de 245 kg/cm<sup>2</sup>, en concreto sin aire incorporado y Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2" tenemos :

Relación agua-cemento : A/C = 0.58

## 9. FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor cemento} = \frac{170 \text{ lts/m}^3}{0.58} = 293 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 6.90 \text{ bolsas/m}^3$$

## 10. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

En la tabla N° 6.17 con módulo de fineza de 2.40 y un Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso de 1 1/2", se encuentra un valor de b/bo = 0.76 metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.76 \times 1,804.32$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 1,371.30 \text{ kg/m}^3.$$

**11. CONTENIDO DE AGREGADO FINO**

Volumen absoluto de :

- Cemento = $293/3.11 \times 1000$	= 0.094 m <sup>3</sup>
- Agua = $170/1 \times 1000$	= 0.170 m <sup>3</sup>
- Aire = 1.0 %	= 0.010 m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso = $1371.3/2.71 \times 100$	= 0.506 m <sup>3</sup>
	-----
SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	= 0.780 m <sup>3</sup>

Volumen absoluto de agregado fino = 1-0.780

Volumen absoluto de agregado fino = 0.22 m<sup>3</sup>

Peso del agregado fino seco =  $0.22 \times 2.53 \times 1000$

Peso del agregado fino seco = 557 kg/m<sup>3</sup>

**12. VALORES DE DISEÑO**

Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño serán :

- Cemento ..... 293 kg /m<sup>3</sup>
- Agua de diseño ..... 170 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco ..... 557 kg /m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco.... 1371.3 kg/m<sup>3</sup>

**13. CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO**

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	0.75	0.43

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $557 \times 1.0402$  = 579.4 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso =  $1371.3 \times 1.0043$  = 1377.2 kg/m<sup>3</sup>



**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $0.43 - 0.75 = - 0.32 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino =  $557 \times (+0.0213) = +11.86 \text{ lts/m}^3$
  - Agregado Grueso =  $1371.3 \times (-0.0032) = - 4.39 \text{ lts/m}^3$
- TOTAL =  $+7.47 \text{ lts/m}^3$

$$\text{Agua efectiva} = 170 - 7.47 = 162.53 \text{ lts/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento ..... 293 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 162.53 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 579.4 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,377.2 kg/m<sup>3</sup>

**14. PROPORCION EN PESO**

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregidos por humedad del agregado serán :

$$\frac{293}{293} : \frac{557}{293} : \frac{1371.3}{293} = 1 : 1.90 : 4.68/25 \text{ lts/saco}$$

$$\frac{293}{293} : \frac{579.4}{293} : \frac{1377.2}{293} = 1 : 1.98 : 4.7/24 \text{ lts/saco}$$

$$\text{- Relación agua-cemento de diseño} = \frac{170}{293} = 0.58$$

$$\text{- Relación agua-cemento efectivo} = \frac{162.53}{293} = 0.55$$

**15. PESOS POR TANDA DE UN SACO**

- Cemento ..... 1x42.5 = 42.5 kg/saco
- Agua efectiva ..... 24 lts /saco
- Agregado fino húmedo..... 1.98 x 42.5 = 84.2 kg/saco
- Agregado grueso húmedo... 4.7 x 42.5 = 199.8 kg/saco

**B. DOSIFICACION DE LAS MEZCLAS DE  $f'c=210$  KG/CM<sup>2</sup>****1. ESPECIFICACIONES TECNICAS**

Corresponden a las mismas especificaciones técnicas que lo indicado en la dosificación de mezclas de concreto con agregados del Río Cumbaza.

**2. MATERIALES**

Los mismos materiales que para la dosificación de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

**3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

$$f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

**4. SELECCION DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

De acuerdo a la granulometría del agregado grueso especificado, le corresponde un Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2".

**5. SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las condiciones de colocación, se requiere que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiéndole un asentamiento de 3" a 4".

#### 6. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

En la tabla N° 6.7 y con las condiciones siguientes: Asentamiento = 3" a 4", sin aire incorporado, Tamaño Máximo Nominal = 1 1/2" y perfil redondeado, el volumen unitario de agua es de 170 lts/m<sup>3</sup>.

#### 7. CONTENIDO DE AIRE

De la tabla N° 6.8 se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2" es de 1.0%.

#### 8. RELACION AGUA - CEMENTO

Igual que las anteriores dosificaciones, sólo se seleccionará la relación agua-cemento únicamente por resistencia.

En la tabla N° 6.11 para una resistencia promedio correspondiente a 294 kg/cm<sup>2</sup> en un concreto sin aire incorporado y Tamaño Máximo Nominal de 1 1/2" del agregado grueso y mediante una interpolación tenemos :

- Relación agua-cemento : A/C = 0.514

#### 9. FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor Cemento} = \frac{170 \text{ lts/m}^3}{0.514} = 331 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor Cemento} = 7.8 \text{ bolsas/m}^3$$

#### 10. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

En la tabla N° 6.17 con módulo de fineza de 2.40, Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso de 1 ½", se encuentra un valor de  $b/b_0 = 0.76$  metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen del concreto.

Peso del agregado grueso =  $0.76 \times 1,804.32$

Peso del agregado grueso =  $1,371.30 \text{ kg/m}^3$ .

## 11. CONTENIDO DE AGREGADO FINO

Volumen absoluto de :

- Cemento =  $331/3.11 \times 1000$  = 0.106 m<sup>3</sup>
- Agua =  $170/1 \times 1000$  = 0.170 m<sup>3</sup>
- Aire = 1.0 % = 0.010 m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso =  $1371.3/2.71 \times 1000$  = 0.506 m<sup>3</sup>

-----

SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS = 0.792 m<sup>3</sup>

Volumen absoluto de Agregado Fino =  $1 - 0.792$

Volumen absoluto de Agregado Fino = 0.208 m<sup>3</sup>

Peso del agregado fino seco =  $0.208 \times 2.53 \times 1000$

Peso de agregado fino seco = 526 kg/m<sup>3</sup>

## 12. VALORES DE DISEÑO

Las cantidades de materiales a ser empleados como valores de diseño serán :

- Cemento ..... 331 kg /m<sup>3</sup>
- Agua de diseño ..... 170 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco..... 526 kg /m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco ..... 1371.30 kg/m<sup>3</sup>

## 13. CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	0.75	0.43

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $526 \times 1.0402 = 547.1 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1371.3 \times 1.0043 = 1377.2 \text{ kg/m}^3$

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $0.43 - 0.75 = - 0.32 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino =  $526 \times (+0.0213) = +11.20 \text{ lts/m}^3$
  - Agregado Grueso =  $1371.3 \times (-0.0032) = - 4.39 \text{ lts/m}^3$
- |       |                            |
|-------|----------------------------|
| TOTAL | = +6.81 lts/m <sup>3</sup> |
|-------|----------------------------|

Agua efectiva =  $170 - 6.81 = 163.19 \text{ lts/m}^3$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento ..... 331 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 163.2 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 547.1 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,377.2 kg/m<sup>3</sup>

**14. PROPORCION EN PESO**

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregidos por humedad del agregado serán :

$$\frac{331}{331} : \frac{526}{331} : \frac{1371.3}{331} = 1 : 1.59 : 4.14/22 \text{ lts/saco}$$

$$\frac{331}{331} : \frac{547.1}{331} : \frac{1377.2}{331} = 1 : 1.65 : 4.16/21 \text{ lts/saco}$$

$$\text{- Relación agua-cemento de diseño} = \frac{170}{331} = 0.51$$

$$\text{- Relación agua-cemento efectivo} = \frac{163.19}{331} = 0.49$$

**15. PESOS POR TANDA DE UN SACO**

- Cemento ..... 1 x 42.5 = 42.5 kg/saco
- Agua efectiva ..... 21 lts/saco
- Agregado fino húmedo ..... 1.65 x 42.5 = 70.1 kg/saco
- Agregado grueso húmedo ... 4.16 x 42.5 = 176.8 kg/saco

**CUADRO N° 8.2 :**

**RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREGADOS SECOS**  
**EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA INICIAL.**

UTILIZAR	AGREGADO FINO : CUMBAZA		AGREGADO FINO : CUMBAZA	
	AGREGADO GRUESO : CUMBAZA	AGREGADO GRUESO : CUMBAZA	AGREGADO GRUESO : HUALLAGA	AGREGADO GRUESO : HUALLAGA
	f <sub>c</sub> = 175 Kg./cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 210 Kg./cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 175 kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
Relación : Agua - Cemento	0.58	0.514	0.58	0.514
Cemento (Kg./m3)	293	331	293	331
Agua de Diseño (lts/m3)	170	170	170	170
Agregado fino (Kg./m3)	572	541	557	526
Agregado grueso (Kg./m3)	1279	1279	1371.3	1371.3

**CUADRO N° 8.3 :****RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS CORREGIDOS POR HUMEDAD  
NATURAL DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA INICIAL.**

CARACTERISTICAS Y MATERIALES A  UTILIZAR	AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : CUMBAZA		AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : HUALLAGA	
	$f_c = 175$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 210$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 175$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 210$ Kg./cm <sup>2</sup>
Relación : Agua - Cemento	0.38	0.33	0.55	0.49
Cemento (Kg./m <sup>3</sup> )	293	331	293	331
Agua de Diseño (lts/m <sup>3</sup> )	110.11	110.77	162.53	163.2
Agregado fino (Kg./m <sup>3</sup> )	595	563	579.4	547.1
Agregado grueso (Kg./m <sup>3</sup> )	1352	1352	1377.2	1377.2

**8.4 RESULTADOS DE LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS DE PRUEBA INICIAL.****CALCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA  
CONFECCION DE 4 PROBETAS DE PRUEBA INICIAL CON 20% DE  
DESPERDICIO.**

$$\text{Volumen de la Probeta} = \frac{\pi (0.1524)^2}{4} \times 0.3048 = 0.00555999$$

A) AGREGADO FINO : CUMBAZA  
AGREGADO GRUESO : CUMBAZA

\*  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- Cemento = 293 kg/m<sup>3</sup>  
- Agua = 170 lts/m<sup>3</sup>  
- Agregado grueso = 1,279 kg/m<sup>3</sup>  
- Agregado fino = 572 kg/m<sup>3</sup>  
**TOTAL** 2,314 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Cemento} = 293 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 7.82 \text{ kgs.}$$

$$\begin{aligned}
 \underline{\text{Agua}} &= 170 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.54 \text{ lts.} \\
 \underline{\text{Piedra}} &= 1,279 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 34.13 \text{ kgs.} \\
 \underline{\text{Arena}} &= 572 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 15.27 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

$$* f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} &= 331 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agua} &= 170 \text{ lts/m}^3 \\
 - \text{Agregado grueso} &= 1,279 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agregado fino} &= \underline{541} \text{ kg/m}^3 \\
 \text{TOTAL} &= 2,321 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \underline{\text{Cemento}} &= 331 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 8.83 \text{ kgs.} \\
 \underline{\text{Agua}} &= 170 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.54 \text{ lts.} \\
 \underline{\text{Piedra}} &= 1,279 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 34.13 \text{ kgs.} \\
 \underline{\text{Arena}} &= 541 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.44 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

**B)** AGREGADO FINO : CUMBAZA  
 AGREGADO GRUESO : HUALLAGA

$$* f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} &= 293 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agua} &= 170 \text{ lts/m}^3 \\
 - \text{Agregado grueso} &= 1,371.3 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agregado fino} &= \underline{557} \text{ kg/m}^3 \\
 \text{TOTAL} &= 2,391.3 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \underline{\text{Cemento}} &= 293 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 7.82 \text{ kgs.} \\
 \underline{\text{Agua}} &= 170 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.54 \text{ lts.} \\
 \underline{\text{Piedra}} &= 1,371.3 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 36.60 \text{ kgs.} \\
 \underline{\text{Arena}} &= 557 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.87 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

$$* f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$- \text{Cemento} = 331 \text{ kg/m}^3$$



- Agua	=	170	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso	=	1,371.3	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>526</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>2,398.3</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

$$\text{Cemento} = 331 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 8.83 \text{ kgs.}$$

$$\text{Agua} = 170 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.54 \text{ lts.}$$

$$\text{Piedra} = 1,371.3 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 36.60 \text{ kgs.}$$

$$\text{Arena} = 526 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.04 \text{ kgs.}$$

## 8.5 REDISEÑO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO EN BASE A EXPERIENCIAS OBTENIDAS

Según el diseño de mezcla teórico y los resultados de las roturas de probeta de las mezclas de prueba inicial, tenemos que ningún diseño llega a la resistencia deseada a los 28 días, siendo los promedios siguientes:

AGREGADO FINO : CUMBAZA      AGREGADO FINO : CUMBAZA  
 AGREGADO GRUESO : CUMBAZA      AGREGADO GRUESO : HUALLAGA

$$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 = 86 \% \qquad f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 = 91 \%$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 85 \% \qquad f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 94 \%$$

Con lo cual vemos, que con el agregado grueso del Río Cumbaza, la diferencia promedio es de 15 % y con el agregado grueso del Río Huallaga, la diferencia promedio es de 7 %, existiendo diferencia sustancial con el diseño, utilizando el agregado grueso del Río Cumbaza.

Según experiencias de algunos diseños de mezclas efectuados en años anteriores en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto del Departamento de Construcción Civil del I.S.T. "Nor Oriental de la Selva", con agregados de las mismas canteras, así como también según la experiencia en diseño de mezclas del Técnico Laboratorista, Profesional Técnico en Construcción Civil Velarde Pezo Perea, se debe reforzar la dosificación de las mezclas de concreto para poder llegar a la resistencia deseada, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- La cantidad de agua teórica es poco teniendo en consideración la temperatura ambiente de la zona, el porcentaje de absorción del agregado grueso, el manipuleo a mano y el piso de cemento donde se realiza la mezcla.
- La relación agua-cemento teórica es alto, por lo tanto hay que bajar debido a que el desgaste a la abrasión del agregado grueso de Cumbaza es alto.
- Para obtener una buena mezcla de los agregados y cumpla la función lubricante, el agregado fino debe estar entre 28 - 32 % del peso total de los agregados. Hay que tener en cuenta que a menor cantidad de agregados sube la resistencia del concreto.

**CUADRO N° 8.4 :**

**RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS CON AGREGADOS SECOS  
EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA FINAL**

CARACTERÍSTICAS Y MATERIALES A UTILIZAR	AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : CUMBAZA		AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : HUALLAGA	
	$f'c = 175$ Kg/cm <sup>2</sup>	$f'c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup>	$f'c = 175$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
Relación : Agua - Cemento	0.54	0.48	0.56	0.51
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	333	385	318	349
Agua de Diseño (lts/m <sup>3</sup> )	180	185	178	178
Agregado fino (Kg/m <sup>3</sup> )	560	534	549	531
Agregado grueso (Kg/m <sup>3</sup> )	1,278	1,270	1,338	1,338

**CORRECCION POR HUMEDAD NATURAL DE LOS AGREGADOS CON VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS DE PRUEBA FINAL**

A) AGREGADO FINO : CUMBAZA  
AGREGADO GRUESO : CUMBAZA

\*  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>

- Cemento = 333 kg/m<sup>3</sup>  
- Agua = 180 lts/m<sup>3</sup>

- Agregado grueso seco = 1,278 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco = 560 kg/m<sup>3</sup>

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	2.01	5.74

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino = 560 x 1.0402 = 583 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso = 1,278 x 1.0574 = 1,351 kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino = 4.02 - 1.89 = + 2.13 %
- Agregado Grueso = 5.74 - 2.01 = + 3.73 %

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino = 560 x (+0.0213) = + 11.93 lts/m<sup>3</sup>
  - Agregado Grueso = 1,278 x (+0.0373) = + 47.67 lts/m<sup>3</sup>
- 
- TOTAL = + 59.60 lts/m<sup>3</sup>

Agua efectiva = 180 - 59.60 = 120.4 lts/m<sup>3</sup>

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento ..... 333 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 120.4 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 583 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,351 kg/m<sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{333}{333} : \frac{583}{333} : \frac{1351}{333} = 1 : 1.75 : 4.10/15.5 \text{ lts/saco}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino = 1,584.63 kg/m<sup>3</sup>.

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso = 1,540.42 kg/m<sup>3</sup>.

Peso Unitario Suelto del Cemento = 1,501.00 kg/m<sup>3</sup>.

$$\frac{333}{1,501} = 0.222 \text{ (Cemento)}$$

$$\frac{583}{1,584.63 \times 1.0402} = 0.354 \text{ (Agregado Fino)}$$

$$\frac{1,351}{1,540.42 \times 1.0574} = 0.829 \text{ (Agregado Grueso)}$$

$$\frac{0.222}{0.222} : \frac{0.354}{0.222} : \frac{0.829}{0.222} = 1 : 1.60 : 3.70/15.5 \text{ lts/saco}$$

\*  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- Cemento = 385 kg/m<sup>3</sup>
- Agua = 185 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco = 1,270 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco = 534 kg/m<sup>3</sup>

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $534 \times 1.0402 = 555 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1,270 \times 1.0572 = 1,343 \text{ kg/m}^3$

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $5.74 - 2.01 = + 3.73 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino	= 534 x (+ 0.0213)	= + 11.37 lts/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	= 1,270 x (+ 0.0373)	= + 47.37 lts/m <sup>3</sup>
		-----
	TOTAL	= + 58.74 lts/m <sup>3</sup>

$$\text{Agua efectiva} = 185 - 58.74 = 126.26 \text{ lts/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento .....	385	kg/m <sup>3</sup>
- Agua efectiva .....	126.26	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo .....	555	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo .....	1,343	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{385}{385} : \frac{555}{385} : \frac{1343}{385} = 1 : 1.44 : 3.50/14 \text{ lts/saco}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

$$\frac{385}{1,501} = 0.2565 \text{ (Cemento)}$$

$$\frac{555}{1,584.63 \times 1.0402} = 0.3367 \text{ (Agregado Fino)}$$

$$\frac{1,343}{1,540.42 \times 1.0574} = 0.8245 \text{ (Agregado Grueso)}$$

$$\frac{0.2565}{0.2565} : \frac{0.3367}{0.2565} : \frac{0.8245}{0.2565} = 1 : 1.30 : 3.20/14 \text{ lts/saco}$$

- B)** AGREGADO FINO : CUMBAZA  
 AGREGADO GRUESO : HUALLAGA

$$* f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento = 318 kg/m<sup>3</sup>
- Agua = 178 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco = 1,338 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco = 549 kg/m<sup>3</sup>

	<u>% ABSORCION</u>	<u>% HUMEDAD</u>
Agregado Fino	1.89	4.02
Agregado Grueso	0.75	0.43

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino =  $549 \times 1.0402 = 571 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso =  $1,338 \times 1.0043 = 1,344 \text{ kg/m}^3$

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino =  $4.02 - 1.89 = + 2.13 \%$
- Agregado Grueso =  $0.43 - 0.75 = - 0.32 \%$

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino =  $549 \times (+ 0.0213) = + 11.69 \text{ lts/m}^3$
  - Agregado Grueso =  $1,338 \times (- 0.0032) = - 4.28 \text{ lts/m}^3$
- |       |                             |
|-------|-----------------------------|
| TOTAL | = + 7.41 lts/m <sup>3</sup> |
|-------|-----------------------------|

Agua efectiva =  $178 - 7.41 = 170.6 \text{ lts/m}^3$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento ..... 318 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva ..... 170.6 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo ..... 571 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo ..... 1,344 kg/m<sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{318}{318} : \frac{571}{318} : \frac{1344}{318} = 1 : 1.80 : 4.20/23 \text{ lts/saco}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

$$\text{Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso} = 1,718.78 \text{ kg/m}^3.$$

$$\frac{318}{1,501} = 0.212 \text{ (Cemento)}$$

$$\frac{571}{1,584.63 \times 1.0402} = 0.3464 \text{ (Agregado Fino)}$$

$$\frac{1,344}{1,718.78 \times 1.0043} = 0.7786 \text{ (Agregado Grueso)}$$

$$\frac{0.212}{0.212} : \frac{0.3464}{0.212} : \frac{0.7786}{0.212} = 1 : 1.60 : 3.70/23 \text{ lts/saco}$$

$$* f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento = 349 kg/m<sup>3</sup>
- Agua = 178 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso seco = 1,338 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino seco = 531 kg/m<sup>3</sup>

**PESOS HUMEDOS DEL :**

- Agregado Fino = 531 x 1.0402 = 552 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso = 1,338 x 1.0043 = 1,344 kg/m<sup>3</sup>

**HUMEDAD SUPERFICIAL DEL :**

- Agregado Fino = 4.02 - 1.89 = + 2.13 %
- Agregado Grueso = 0.43 - 0.75 = - 0.32 %

**APORTES DE HUMEDAD DEL :**

- Agregado Fino	= 531 x (+ 0.0213)	= + 11.31 lts/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	= 1,338 x (- 0.0032)	= - 4.28 lts/m <sup>3</sup>
		-----
	TOTAL	= + 7.03 lts/m <sup>3</sup>

$$\text{Agua efectiva} = 178 - 7.03 = 171.0 \text{ lts/m}^3$$

Pesos de los materiales corregidos por humedad de los agregados :

- Cemento .....	349	kg/m <sup>3</sup>
- Agua efectiva .....	171	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado fino húmedo .....	552	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso húmedo .....	1,344	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{349}{349} : \frac{552}{349} : \frac{1344}{349} = 1 : 1.58 : 3.85/21 \text{ lts/saco}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

$$\frac{349}{1,501} = 0.2325 \text{ (Cemento)}$$

$$\frac{552}{1,584.63 \times 1.0402} = 0.3349 \text{ (Agregado Fino)}$$

$$\frac{1,344}{1,718.78 \times 1.0043} = 0.7786 \text{ (Agregado Grueso)}$$

$$\frac{0.2325}{0.2325} : \frac{0.3349}{0.2325} : \frac{0.7786}{0.2325} = 1 : 1.40 : 3.40/21 \text{ lts/saco}$$



**CUADRO N° 8.5 :****RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLAS CORREGIDOS POR HUMEDAD  
NATURAL DE LOS AGREGADOS EN LAS MEZCLAS DE PRUEBA FINAL.**

CARACTERÍSTICA S Y MATERIALES A  UTILIZAR	AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : CUMBAZA		AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : HUALLAGA	
	$f_c = 175$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 210$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 175$ Kg./cm <sup>2</sup>	$f_c = 210$ Kg./cm <sup>2</sup>
Relación : Agua - Cemento	0.36	0.33	0.54	0.50
Cemento (Kg./m3)	333	385	318	349
Agua de Diseño (lts/m3)	120.4	126.3	170.6	171
Agregado fino (Kg./m3)	583	555	571	552
Agregado grueso (Kg./m3)	1351	1343	1344	1344

**8.6 RESULTADOS DE LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS DE PRUEBA FINAL.****CALCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA  
CONFECCION DE 4 PROBETAS DE PRUEBA FINAL CON 20% DE  
DESPERDICIO.**

$$\text{Volumen de la Probeta} = \frac{\pi (0.1524)^2}{4} \times 0.3048 = 0.00555999$$

A) AGREGADO FINO : CUMBAZA  
AGREGADO GRUESO : CUMBAZA

\*  $f_c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>

- Cemento = 333 kg/m3  
- Agua = 180 lts/m3  
- Agregado grueso = 1,278 kg/m3  
- Agregado fino = 560 kg/m3  
**TOTAL** 2,351 kg/m3

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} &= 333 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 8.89 \text{ kgs.} \\
 \text{Agua} &= 180 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.80 \text{ lts.} \\
 \text{Piedra} &= 1,278 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 34.11 \text{ kgs.} \\
 \text{Arena} &= 560 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.95 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

$$* f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} &= 385 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agua} &= 185 \text{ lts/m}^3 \\
 - \text{Agregado grueso} &= 1,270 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agregado fino} &= \underline{534} \text{ kg/m}^3 \\
 \text{TOTAL} &= 2,374 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} &= 385 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 10.27 \text{ kgs.} \\
 \text{Agua} &= 185 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.94 \text{ lts.} \\
 \text{Piedra} &= 1,270 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 33.89 \text{ kgs.} \\
 \text{Arena} &= 534 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.25 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

**B) AGREGADO FINO : CUMBAZA**  
**AGREGADO GRUESO : HUALLAGA**

$$* f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Cemento} &= 318 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agua} &= 178 \text{ lts/m}^3 \\
 - \text{Agregado grueso} &= 1,338 \text{ kg/m}^3 \\
 - \text{Agregado fino} &= \underline{549} \text{ kg/m}^3 \\
 \text{TOTAL} &= 2,383 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cemento} &= 318 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 8.49 \text{ kgs.} \\
 \text{Agua} &= 178 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.75 \text{ lts.} \\
 \text{Piedra} &= 1,338 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 35.71 \text{ kgs.} \\
 \text{Arena} &= 549 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.65 \text{ kgs.}
 \end{aligned}$$

$$* f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento	=	349	kg/m <sup>3</sup>
- Agua	=	178	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso	=	1,338	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>531</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		2,396	kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Cemento} = 349 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 9.31 \text{ kgs.}$$

$$\text{Agua} = 178 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 4.75 \text{ lts.}$$

$$\text{Piedra} = 1,338 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 35.71 \text{ kgs.}$$

$$\text{Arena} = 531 \times 0.00555999 \times 4 \times 1.20 = 14.17 \text{ kgs.}$$

## 8.7 RESULTADOS DE LAS ROTURAS DE LAS PROBETAS DEFINITIVAS.

### CALCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES A UTILIZAR EN LA CONFECCION DE 10 PROBETAS DEFINITIVAS CON 20% DE DESPERDICIO.

$$\text{Volumen de la Probeta} = \frac{\pi (0.152)^2}{4} \times 0.3048 = 0.00553085$$

A) AGREGADO FINO : CUMBAZA  
 AGREGADO GRUESO : CUMBAZA

$$* f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento	=	333	kg/m <sup>3</sup>
- Agua	=	180	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso	=	1,278	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>560</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		2,351	kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Cemento} = 333 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 22.10 \text{ kgs.}$$

$$\text{Agua} = 180 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 11.95 \text{ lts.}$$

$$\text{Piedra} = 1,278 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 84.82 \text{ kgs.}$$

$$\underline{\text{Arena}} = 560 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 37.17 \text{ kgs.}$$

Fechas de preparación de probetas:

30 - 12 - 1994 .....	10 probetas
31 - 12 - 1994 .....	10 probetas
03 - 01 - 1995 .....	<u>10 probetas</u>
<b>TOTAL</b>	<b>30 probetas</b>

$$* f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento	=	385	kg/m <sup>3</sup>
- Agua	=	185	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso	=	1,270	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>534</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>2,374</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>

$$\underline{\text{Cemento}} = 385 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 25.55 \text{ kgs.}$$

$$\underline{\text{Agua}} = 185 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 12.28 \text{ lts.}$$

$$\underline{\text{Piedra}} = 1,270 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 84.30 \text{ kgs.}$$

$$\underline{\text{Arena}} = 534 \times 0.00553085 \times 10 \times 1.20 = 35.44 \text{ kgs.}$$

Fechas de preparación de probetas:

04 - 01 - 1995 .....	10 probetas
05 - 01 - 1995 .....	10 probetas
06 - 01 - 1995 .....	<u>10 probetas</u>
<b>TOTAL</b>	<b>30 probetas</b>

**B)** AGREGADO FINO : CUMBAZA  
 AGREGADO GRUESO : HUALLAGA

$$* f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

- Cemento	=	318	kg/m <sup>3</sup>
- Agua	=	178	lts/m <sup>3</sup>

- Agregado grueso	=	1,338	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>549</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		2,383	kg/m <sup>3</sup>

<b><u>Cemento</u></b>	=	318 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	21.11 kgs.
<b><u>Agua</u></b>	=	178 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	11.81 lts.
<b><u>Piedra</u></b>	=	1,338 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	88.80 kgs.
<b><u>Arena</u></b>	=	549 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	36.44 kgs.

Fechas de preparación de probetas:

22 - 12 - 1994	.....	10 probetas
23 - 12 - 1994	.....	10 probetas
24 - 12 - 1994	.....	<u>10 probetas</u>
<b>TOTAL</b>		30 probetas

\*  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- Cemento	=	349	kg/m <sup>3</sup>
- Agua	=	178	lts/m <sup>3</sup>
- Agregado grueso	=	1,338	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado fino	=	<u>531</u>	kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>		2,396	kg/m <sup>3</sup>

<b><u>Cemento</u></b>	=	349 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	23.16 kgs.
<b><u>Agua</u></b>	=	178 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	11.81 lts.
<b><u>Piedra</u></b>	=	1,338 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	88.80 kgs.
<b><u>Arena</u></b>	=	531 x 0.00553085 x 10 x 1.20	=	35.24 kgs.

Fechas de preparación de probetas:

26 - 12 - 1994	.....	10 probetas
27 - 12 - 1994	.....	10 probetas
28 - 12 - 1994	.....	<u>10 probetas</u>
<b>TOTAL</b>		30 probetas

**CUADRO N° 8.6 :****RESUMEN DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESION OBTENIDAS  
PARA CANTIDADES IGUALES DE CEMENTO**

MATERIALES	f'c = esperado	f'c = obtenido	%
A.F. = Cumbaza	175	151.40	86.5
A.G. = Cumbaza	210	178.80	85.1
A.F. = Cumbaza	175	159.45	91.1
A.G. = Huallaga	210	198.15	94.4

**CUADRO N° 8.7 :****RESUMEN DE LA CANTIDAD DE CEMENTO A UTILIZAR PARA  
IGUALES RESISTENCIAS A LA COMPRESION SEGUN PRUEBA  
DEFINITIVA**

MATERIAL	A.F. = CUMBAZA A.G. = CUMBAZA		A.F. = CUMBAZA A.G. = HUALLAGA	
	f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup>	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup>	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento (kg / m <sup>3</sup> )	333	385	318	349

**CUADRO N° 8.8 :****AJUSTES DE PROPORCIONES REALIZADOS A LOS DISEÑOS DE MEZCLAS**

CARACTERISTICAS Y MATERIALES A UTILIZAR	AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : CUMBAZA				AGREGADO FINO : CUMBAZA AGREGADO GRUESO : HUALLAGA			
	f'c = 175 kg / cm <sup>2</sup>		f'c = 210 kg / cm <sup>2</sup>		f'c = 175 kg / cm <sup>2</sup>		f'c = 210 kg / cm <sup>2</sup>	
	DISEÑO TEORICO	CON AJUSTE	DISEÑO TEORICO	CON AJUSTE	DISEÑO TEORICO	CON AJUSTE	DISEÑO TEORICO	CON AJUSTE
Relación: agua - cemento	0.58	0.54	0.514	0.48	0.58	0.56	0.514	0.51
Cemento ( kg/m <sup>3</sup> )	293	333	331	385	293	318	331	349
Agua de diseño ( lts/m <sup>3</sup> )	170	180	170	185	170	178	170	178
Agregado fino ( kg / m <sup>3</sup> )	572	560	541	534	557	549	526	531
Agregado grueso ( kg / m <sup>3</sup> )	1,279	1,278	1,279	1,270	1,371.3	1,338	1,371.3	1,338

Dif. cemento = 40 bls.

Dif. cemento = 54 bls.

Dif. cemento = 25 bls.

Dif. cemento = 18 bls.

## 8.8 EVALUACION ESTADISTICA DE LOS RESULTADOS

### 8.8.1 PRESENTACION DE LOS DATOS OBTENIDOS Y VARIABLES ESTADISTICAS

#### CUADRO N° 8.9 :

#### RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADOS FINO Y GRUESO DEL RIO CUMBAZA, CON $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

165.95	182.75	185.47	192.88	200.11
172.60	182.75	187.87	195.23	200.52
172.60	182.86	190.36	195.23	201.65
172.84	183.03	192.79	197.89	202.90
175.35	185.29	192.79	197.98	203.06
180.36	185.29	192.79	200.11	205.60

$$\theta_{\eta-1} = 10.64$$

$$\sum X^2 = 1077525.617$$

$$X = 189.23$$

$$\sum X = 5676.9$$

$$n = 30$$

$$C.V. = 5.63\%$$

$$\text{Amplitud o Rango} = 39.65$$

#### CUADRO N° 8.10:

#### RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADOS FINO Y GRUESO DEL RIO CUMBAZA, CON $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

203.06	215.97	225.44	232.96	244.04
210.67	220.83	225.44	236.06	247.99
212.92	223.36	226.96	236.06	247.99
212.92	223.36	228.44	236.06	250.49
214.75	223.36	228.44	237.97	251.36
214.75	224.52	228.44	241.60	256.24

$$\theta\eta-1 = 13.60 \quad \Sigma X^2 = 1584302.391$$

$$X = 229.42 \quad \Sigma X = 6882.45$$

$$n = 30 \quad \text{C.V.} = 5.93\%$$

$$\text{Amplitud o Rango} = 53.18$$

**CUADRO N° 8.11**

**RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADO FINO DEL RIO CUMBAZA Y AGREGADO GRUESO DEL RIO HUALLAGA, CON  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

162.82	173.87	180.35	185.29	189.10
164.98	175.14	180.35	185.36	190.35
165.33	175.35	180.36	185.36	190.35
172.60	175.71	180.59	185.47	190.37
172.60	177.68	182.75	187.90	195.23
172.60	180.21	182.86	187.91	195.23

$$\theta\eta-1 = 8.54 \quad \Sigma X^2 = 982797.3961$$

$$X = 180.80 \quad \Sigma X = 5424.07$$

$$n = 30 \quad \text{C.V.} = 4.72\%$$

$$\text{Amplitud o Rango} = 32.41$$

**CUADRO N° 8.12:**

**RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADO FINO DEL RIO CUMBAZA Y AGREGADO GRUESO DEL RIO HUALLAGA, CON  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

203.06	212.92	218.29	224.52	231.84
204.15	212.92	220.43	224.52	232.96
207.91	215.42	222.60	225.44	236.72
210.67	215.42	223.36	225.44	239.16
212.31	215.75	223.36	228.44	241.60
212.45	217.02	223.36	228.44	241.60

$$\theta\eta-1 = 10.41 \quad \Sigma X^2 = 1478146.074$$



$$\bar{X} = 221.74$$

$$\sum X = 6652.08$$

$$n = 30$$

$$C.V. = 4.69\%$$

$$\text{Amplitud o Rango} = 38.54$$

**CUADRO N° 8.13:**

**TABLA DE FRECUENCIA DE LOS DATOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADO FINO Y GRUESO DEL RIO CUMBAZA, CON  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

CLASES	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
165.5 - 172.5	169	1	1	0.03	0.03
172.5 - 179.5	176	4	5	0.13	0.16
179.5 - 186.5	183	8	13	0.27	0.43 Clase Modal
186.5 - 193.5	190	6	19	0.20	0.63 Clase Mediana
193.5 - 200.5	197	6	25	0.20	0.83
200.5 - 207.5	204	5	30	0.17	1.00

$$\text{Moda o Modo} = 184.17$$

**CUADRO N° 8.14 :**

**TABLA DE FRECUENCIA DE LOS DATOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON AGREGADO FINO Y GRUESO DEL RIO CUMBAZA, CON  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

CLASES	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
202.5 - 211.5	207	2	2	0.06	0.06
211.5 - 220.5	216	5	7	0.17	0.23
220.5 - 229.5	225	11	18	0.37	0.60 Clase Modal y Mediana
229.5 - 238.5	234	5	23	0.17	0.77
238.5 - 247.5	243	2	25	0.06	0.83
247.5 - 256.5	252	5	30	0.17	1.00

$$\text{Moda o Modo} = 225.00$$

**CUADRO N° 8.15 :**

**TABLA DE FRECUENCIA DE LOS DATOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON  
AGREGADO FINO DEL RIO CUMBAZA Y AGREGADO GRUESO DEL RIO  
HUALLAGA, CON  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

CLASES	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
162.5 - 168.5	165.5	3	3	0.10	0.10
168.5 - 174.5	171.5	4	7	0.13	0.23
174.5 - 180.5	177.5	5	12	0.17	0.40
180.5 - 186.5	183.5	10	22	0.33	0.73 Clase Modal y Mediana
186.5 - 192.5	189.5	6	28	0.20	0.93
192.5 - 198.5	195.5	2	30	0.07	1.00

**Moda o Modo = 183.83**

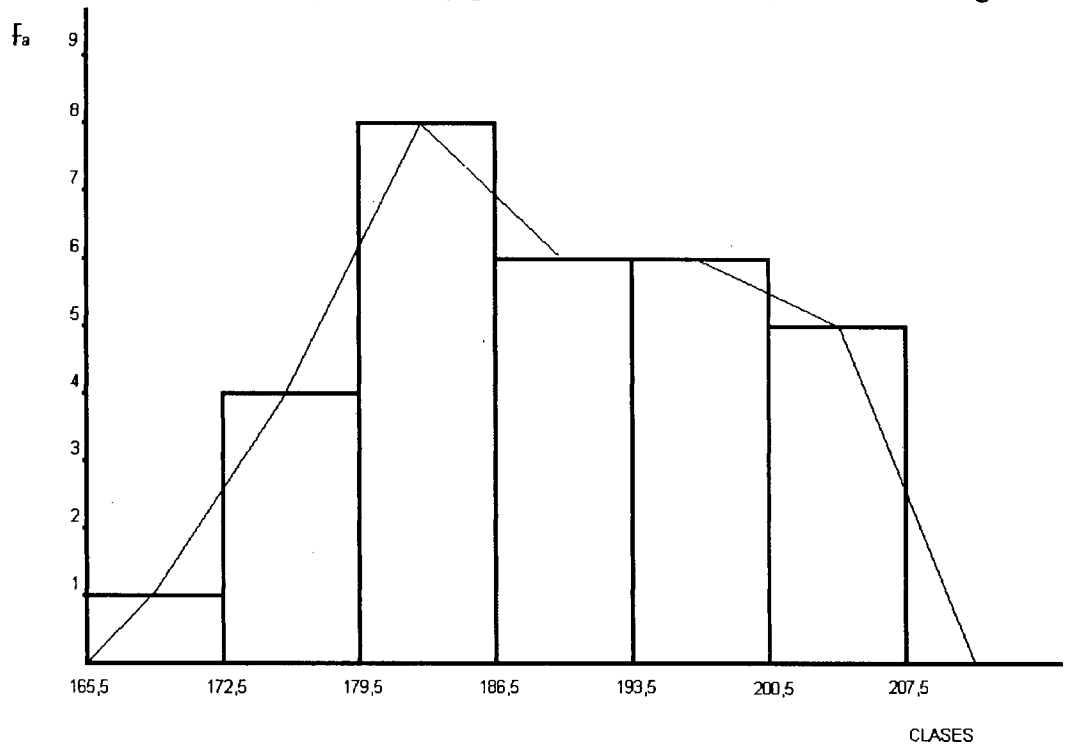
**CUADRO N° 8.16 :**

**TABLA DE FRECUENCIA DE LOS DATOS DE ROTURAS DE PROBETAS CON  
AGREGADO FINO DEL RIO CUMBAZA Y AGREGADO GRUESO DEL RIO  
HUALLAGA, CON  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

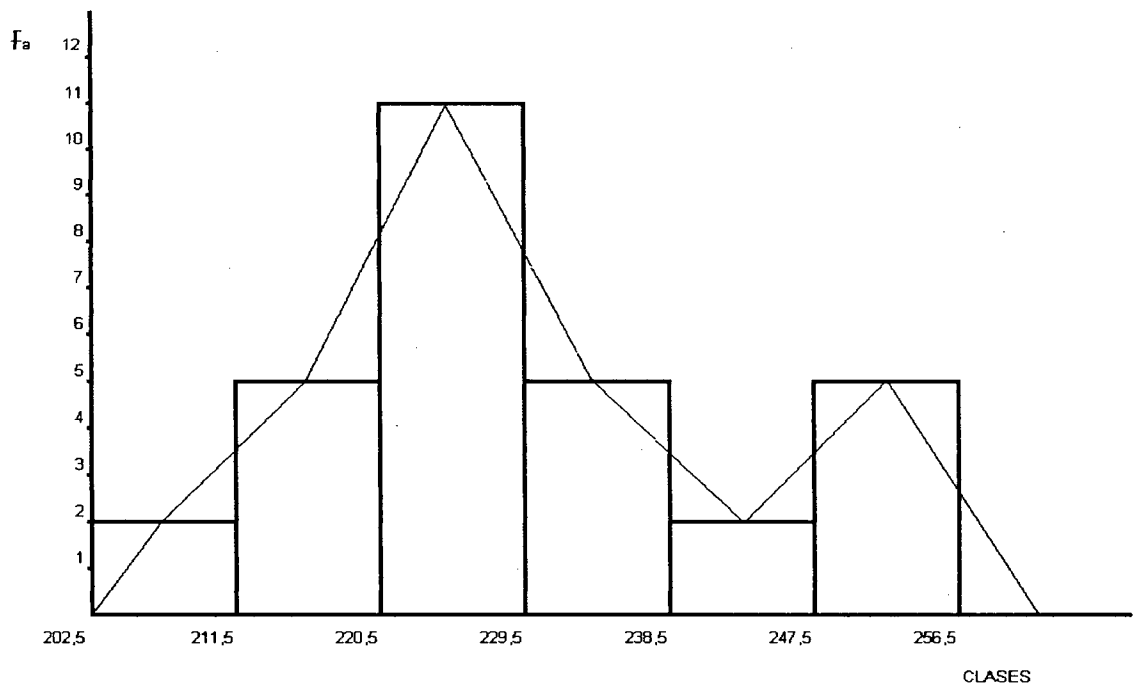
CLASES	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA A ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
202.5 - 209.5	206	3	3	0.10	0.10
209.5 - 216.5	213	8	11	0.27	0.37 Clase Modal
216.5 - 223.5	220	7	18	0.23	0.60 Clase Mediana
223.5 - 230.5	227	6	24	0.20	0.80
230.5 - 237.5	234	3	27	0.10	0.90
237.5 - 244.5	241	3	30	0.10	1.00

**Moda o Modo = 215.33**

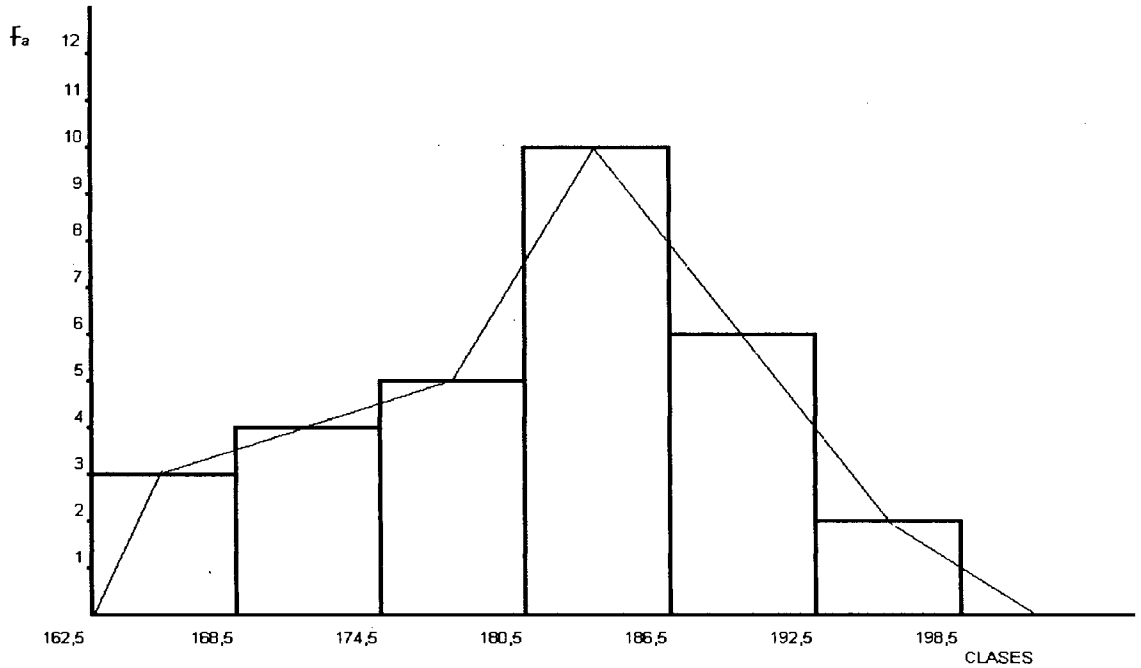
**GRAFICA N° 8.1 :** Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



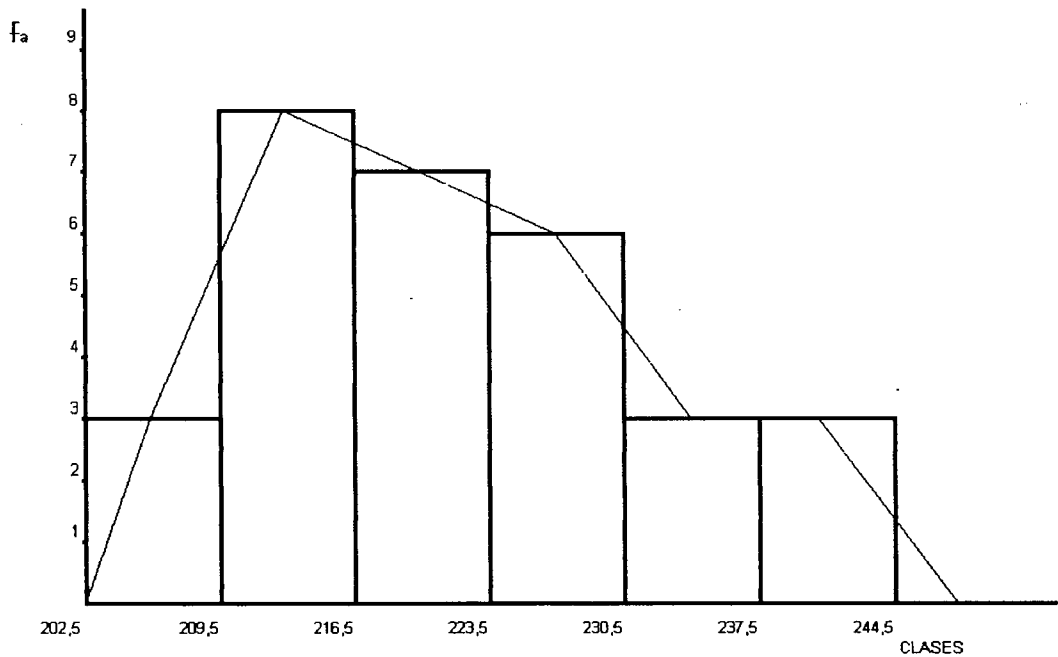
**GRAFICA N° 8.2 :** Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregados fino y grueso del río Cumbaza, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



**GRAFICA N° 8.3 :** Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



**GRAFICA N° 8.4 :** Histograma de frecuencia de los datos de roturas de probetas con agregado fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



## 8.8.2 ANALISIS DE LAS VARIABLES ESTADISTICAS

Los cuatro (04) ensayos están agrupados en treinta (30) datos c/u (roturas de probetas), ya que estadísticamente con esa mínima cantidad de datos se pueden realizar los análisis estadísticos para demostrar si los ensayos han estado bien conducidos y si se han cumplido con los objetivos propuestos inicialmente; los ensayos son los siguientes:

AGREGADO FINO : Cumbaza

AGREGADO GRUESO : Cumbaza

Ensayo N° 1 :  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . ( 30 probetas)

Ensayo N° 2 :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ( 30 probetas)

AGREGADO FINO : Cumbaza

AGREGADO GRUESO : Huallaga

Ensayo N° 3 :  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . ( 30 probetas)

Ensayo N° 4 :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ( 30 probetas)

Las variables estadísticas estudiadas son los siguientes:

a) PROMEDIOS

Los promedios de los datos de cada ensayo siempre son mayores que la resistencia a la compresión de diseño teórico, por lo tanto los ensayos han cumplido con los objetivos de alcanzar la resistencia deseada.

b) AMPLITUD O RANGO

Es la diferencia entre el mayor y el menor valor de los resultados de rotura de probeta de cada ensayo.

En los ensayos que se utilizó agregado grueso del río Huallaga, la amplitud o rango resultó menor que cuando se utilizó agregado grueso del río Cumbaza.

AGREGADO GRUESO : Río Huallaga

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 32.41, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 38.54$$

AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 39.65, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 53.18$$

Lo cual demuestra que cuando se utiliza agregado grueso del río Huallaga hay menor variabilidad entre los resultados de las roturas de probetas

c) COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

Se utiliza para ver la variabilidad de los datos de cada ensayo donde la desviación standard no resulta un buen medio de comparación.

En los ensayos que se utilizó agregado grueso del río Huallaga, el coeficiente de variabilidad resultó menor que cuando se utilizó agregado grueso del río Cumbaza, por lo tanto el agregado grueso del río Huallaga es menos variable en su dureza que el agregado grueso del río Cumbaza.

AGREGADO GRUESO : Río Huallaga

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 4.72 \%, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 4.69 \%$$

AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 5.63 \%, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 5.93 \%$$

Los coeficientes de variabilidad de los ensayos en general son porcentajes bajos, lo que demuestra que los ensayos han sido bien conducidos, especialmente en la buena preparación del concreto, curado y ensayo de rotura de las probetas.

d) MODA O MODO

Es el valor que está más frecuente en los datos de cada ensayo. Podemos ver que las modas o modos están siempre alrededor de la resistencia a la compresión de diseño teórico de cada ensayo, lo que demuestra que la mayor cantidad de datos en cada ensayo están cercanos a la resistencia que se deseó obtener.

AGREGADO GRUESO : Río Huallaga

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 183.83, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 215.33$$

AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza

$$175 \text{ kg/cm}^2 = 184.17, \quad 210 \text{ kg/cm}^2 = 225.00$$

e) CLASE MODAL

En la tabla de frecuencia la clase modal, es la clase que tiene mayor frecuencia absoluta (clase que tiene mayor cantidad de datos en cada ensayo).

En las tablas de frecuencias de los ensayos realizados, las clases modales agrupan datos cercanos o mayores que la resistencia a la compresión de diseño teórico, lo que demuestra que la mayor cantidad de datos de rotura de probetas son cercanos o mayores a los objetivos buscados, por lo tanto los ensayos están bien conducidos.

f) HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

En el histograma de frecuencia también se puede apreciar que la mayor altura del polígono de frecuencia se encuentra alrededor de la resistencia a la compresión de diseño teórico, y los datos extremos son pocos y la mayor cantidad de datos están cercanos a la resistencia a la compresión; por lo tanto los ensayos han sido llevados con mucha eficiencia y se han cumplido con los objetivos trazados.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 9.1 CONCLUSIONES

- 1) El agregado grueso del río Huallaga tiene mayor dureza y es más denso que el agregado grueso del río Cumbaza.
- 2) Para iguales cantidades de cemento, utilizando agregado grueso del río Huallaga, se obtiene concreto de mejor calidad que cuando se utiliza agregado grueso del río Cumbaza.
- 3) Para concretos de igual resistencia a la compresión, con el agregado grueso del río Huallaga se utiliza menores cantidades de cemento que con el agregado grueso del río Cumbaza.
- 4) Con el agregado grueso del río Huallaga se realizan pequeños ajustes para llegar a la resistencia de diseño, y a medida que aumenta la resistencia dichos ajustes se hacen más pequeños, indicando que el agregado grueso del río Huallaga se comporta mejor en concretos de alta resistencia; mientras que con el agregado grueso el río Cumbaza se realizan mayores ajustes, y a medida que aumenta la resistencia dichos ajustes se hacen mayores, indicando que el agregado grueso del río Cumbaza no es recomendable para concretos de alta resistencia.
- 5) El agregado fino del río Huallaga no es apto para ser utilizado en ningún tipo de concreto, ya que su módulo de fineza de 0.46 lo descarta, requiriendo según normas un mínimo de 2.2 .
- 6) El agregado fino del río Cumbaza se encuentra en condiciones óptimas para dosificación de concretos de bajas resistencias ( M.F. = 2.4 ), pero no es apropiado para concretos de alta resistencias ( M.F. entre 2.8 y 3.2 ).
- 7) Granulométricamente los agregados gruesos de los ríos Cumbaza y Huallaga no se encuentran bien graduados.
- 8) La calidad del agregado grueso tiene influencia en la cantidad de cemento a utilizar en los concretos.



## 9.2 RECOMENDACIONES

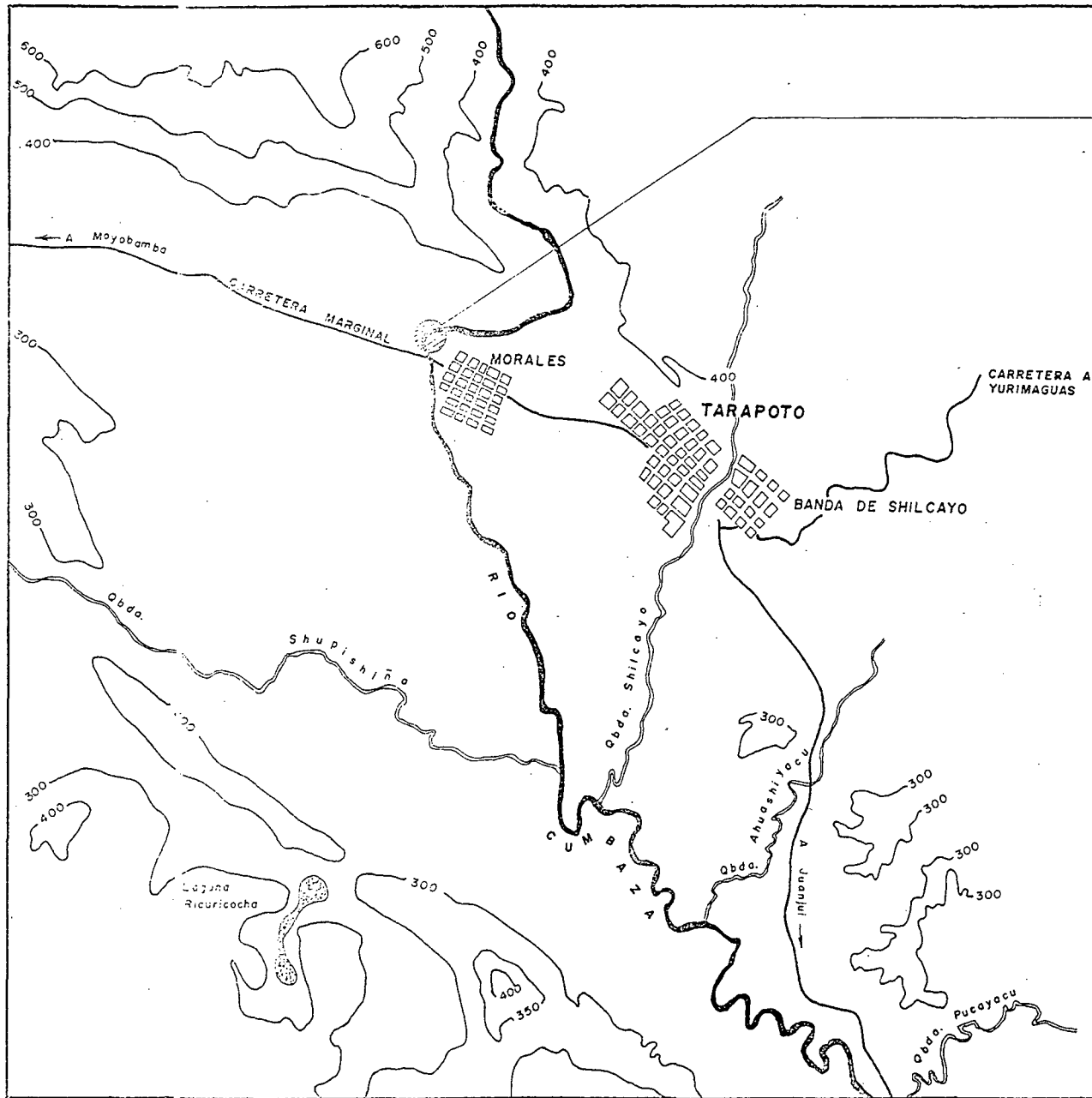
- 1) El agregado grueso del río Cumbaza, no debe usarse en concretos de alta resistencia ( mayor de  $f'c = 240 \text{ kg / cm}^2$  ), para lo cual se debe utilizar agregado grueso del río Huallaga.
- 2) Recomendar a la población de la Provincia de San Martín, que para la fabricación de concretos con agregados del río Cumbaza, debe realizarse separando previamente el agregado grueso y el agregado fino del hormigón, para lo cual se debe tomar en cuenta los resultados de diseño del presente estudio, y de esa manera poder asegurar que el concreto endurecido tenga la resistencia deseada y por consiguiente se asegura la estabilidad de las construcciones ante la acción de las diferentes cargas a que va a estar sometida.
- 3) Ajustar la graduación de los agregados gruesos estudiados para mejorar la trabajabilidad en la preparación del concreto.
- 4) El agregado fino proveniente del río Cumbaza para ser utilizado en la fabricación de concretos, deberá ser previamente lavado hasta la reducir el porcentaje de material que pasa la malla # 200 a valores menores al 5 % según normas.
- 5) Realizar los mismos ensayos del presente estudio, pero utilizando agregados gruesos chancados para determinar la influencia del agregado grueso angular en la resistencia a la compresión del concreto.

## 10. BIBLIOGRAFIA

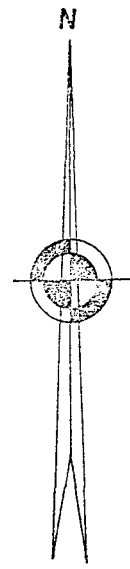
- 1.- AREVALO Bartra Fernando; Estudio de materiales de construcción para obras de edificación en la ciudad Tarapoto; Tesis Ingeniero Civil, UNI; Lima - Perú; 1989; 119 p.
- 2.- ASOCEM; Cemento, boletines técnicos; Lima - Perú; 88 p.
- 3.- COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU; Concreto al día, elección de trabajo sobre tecnología y diseño de concreto; Lima - Perú; 1994; 640 p.

- 4.- CALZADA Benza José; Métodos estadísticos para la investigación; 5ª edic.; editorial Milagros S.A.; Lima - Perú; 1982; 643 p.
- 5.- CASSINELLO F.; Construcción: hormigonería; Madrid - España; 1974; 656 p.
- 6.- FREDERICK S. Merritt; Manual del ingeniero civil; volumen I ; Primera edición; México; 1986; 8 - 104 p.
- 7.- INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO "NOR ORIENTAL DE LA SELVA"; Archivo de diseño de mezclas del Laboratorio de Suelos y Concreto del Departamento de Construcción Civil; Tarapoto - Perú; 1992; 37 p.
- 8.- MALPICA P.C., CAMACHO CH. E.; Influencia de la piedra chancada en la resistencia del concreto; Cajamarca - Perú; 1992; 210 p.
- 9.- MELENDEZ Ganoza Roger; Problemática de la mecanización y su aplicación en el cultivo del maíz en la zona del Bajo Mayo; Lambayeque - Perú; 1985; 112 p.
- 10.- NEVILLE A. N.; Tecnología del concreto; México; editorial Limussa; 1989; 3 tomos; 201 p.
- 11.- PANDURO Torres Keller Humberto; Estudio de Canteras y su uso en la Construcción Civil en la Región San Martín; Tesis Ingeniero Civil, UNSM; Tarapoto - Perú; 1995; 585 p.
- 12.- PORTLAND CEMENT ASSOCIATION; Proyecto y control de mezclas de concreto; México; editorial Limussa; 1981; Primera edición; 156 p.
- 13.- RICHARDSON J. G.; Concreto: prácticas de construcción; México; 1990; 509 p.
- 14.- RIVVA López Enrique; Tecnología del concreto; Lima - Perú; 1982; 198 p.
- 15.- RIVVA López Enrique; Diseño de mezclas; Lima - Perú; 1992; 290 p.
- 16.- SALCEDO De la Vega Carlos; Tecnología del Concreto; Lima - Perú; Editorial UNMSM; 1982; 201 p.

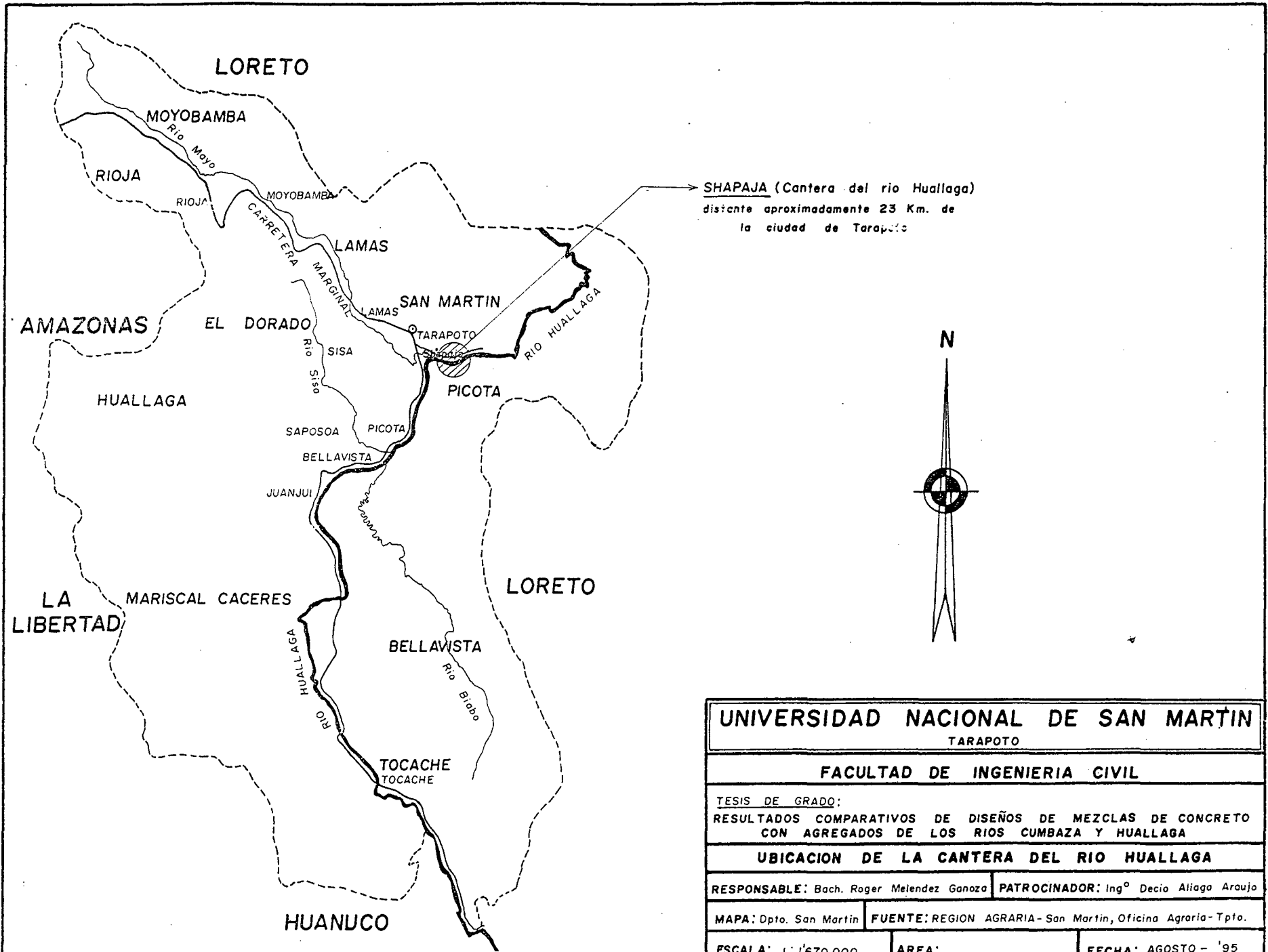
**11. ANEXOS**



**MORALES** (Cantera del rio Cumbaza)  
 distante aproximadamente 150 m. aguas arriba  
 del puente en la carretera Marginal



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b> TARAPOTO		
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>		
TESIS DE GRADO:		
RESULTADOS COMPARATIVOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO CON AGREGADOS DE LOS RIOS CUMBAZA Y HUALLAGA		
<b>UBICACION DE LA CANTERA DEL RIO CUMBAZA</b>		
RESPONSABLE: Bach. Roger Melendez Ganoza	PATROCINADOR: Ing° Decio Aliaga Araujo	
FUENTE: INAF-PEPMI, Sub Proyecto de Irrigacion Cumbaza-Baja Mayo-Tarapoto		
ESCALA: 1:50,000	AREA:	FECHA: AGOSTO - '95



SHAPAJA (Cantera del rio Huallaga)  
 distante aproximadamente 23 Km. de  
 la ciudad de Tarapoto



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b>	
TARAPOTO	
<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>	
TESIS DE GRADO: <b>RESULTADOS COMPARATIVOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS DE CONCRETO          CON AGREGADOS DE LOS RIOS CUMBAZA Y HUALLAGA</b>	
<b>UBICACION DE LA CANTERA DEL RIO HUALLAGA</b>	
RESPONSABLE: Bach. Roger Melendez Ganoza	PATROCINADOR: Ing° Decio Aliaga Araujo
MAPA: Dpto. San Martin	FUENTE: REGION AGRARIA- San Martin, Oficina Agraria- Tpto.
ESCALA: 1:1'670,000	FECHA: AGOSTO - '95

## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puente Cumbaza  
 MATERIAL : Agregado Grueso PESO DE LA MUESTRA: 7,054.88 gr.  
 FECHA DE MUESTREO: 17-09-'92 PARA USO: Diseño de Mezclas

TAMICES A.S.T.M.	PESO RETENIDO EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	-	-	-	-
2 ½"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 ½"	1,467.00	20.79	20.79	79.21
1"	2,283.00	32.36	53.15	46.85
¾"	-	-	-	-
½"	-	-	-	-
3/8"	3,011.00	42.68	95.83	4.17
Nº 04	284.00	4.03	99.86	0.14
Nº 08	-	-	-	-
Nº 16	-	-	-	-
Nº 30	-	-	-	-
Nº 50	-	-	-	-
Nº 100	-	-	-	-
Nº 200	-	-	-	-
PLATILLO	9.88	0.14	100.00	0.00

MODULO DE FINEZA : .....  
 TAMAÑO MAXIMO : ..... 2"  
 TAMAÑO NOMINAL MAXIMO : ..... 1 ½"  
 OBSERVACIONES : .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFE LABORATORIO

  
 V° B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO ESPECIFICO

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puenfe Cumbaza  
 MATERIAL : Agregado Grueso PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 21-09-'92 PARA USO: Diseño de Mezclas

E N S A Y O	01	02	03
Peso agregado seco (gr.)	583.08	456.16	348.27
Lectura probeta con agua (cm <sup>3</sup> )	250	200	300
Lectura probeta: agua + agregado grueso (cm <sup>3</sup> )	476	379	436
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.58	2.55	2.56
PROMEDIO PESO ESPECIFICO	2.56 gr/cm <sup>3</sup>		

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso del agregado grueso}}{\text{Volumen de los sólidos}}$$


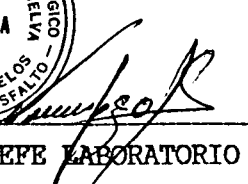
Volumen de los sólidos =  $\frac{\text{Lectura en la probeta graduada con agua y muestras} - \text{lectura en la probeta graduada sólo con agua.}}{\text{Peso específico del agua}}$


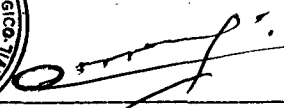
OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRATISTA

  
  
 JEFE LABORATORIO

  
  
 V.B. JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PORCENTAJE DE ABSORCION

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puente Cumbaza  
 MATERIAL : Agregado Grueso PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 26-08-'92 PARA USO: Diseño de Mezclas

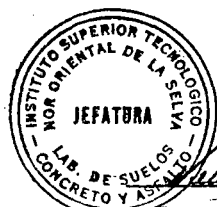
ENSAYO	01	02	03
Tarro	03	07	02
Peso de Tarro + agregado saturado superficialmente seco (Gramos)	423.30	540.00	484.70
Peso de tarro + la muestra secado a la estufa (Gramos)	416.00	530.90	476.30
Peso del tarro (Gramos)	62.50	70.10	55.50
Peso del agua del agregado (Gramos)	7.30	9.10	8.40
Peso del agregado secado a la estufa (Gramos)	353.50	460.80	420.80
% de absorción	2.07	1.97	2.00
PROMEDIO % DE ABSORCION	2.01 %		


$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{\text{Peso del agua de la muestra}}{\text{Peso de la muestra secada a la estufa}} \times 100$$

$$\text{Peso del agua de la muestra} = \text{Peso de la muestra saturado superficialmente seco} - \text{Peso de la muestra secada a la estufa}$$

OBSERVACIONES : .....

  
CONTRATISTA

  
JEFE LABORATORIO

  
V. B. JEFE DEPARTAMENTO



## ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....

CANTERA : Río Cumbaza ..... SECTOR: ..... Puente Cumbaza .....

MATERIAL : Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA:.....

FECHA DE MUESTREO: ..... 18-08-'92 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....

E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	43,066.00	43,033.00	43,296.00
Peso Unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,538.07	1,536.89	1,546.29
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>1,540.42 Kg/m<sup>3</sup></b>		


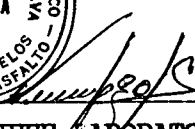
$$\text{Peso Unitario suelto} = \frac{\text{Peso de la muestra suelta}}{\text{Volumen del recipiente}}$$


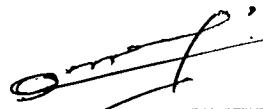
OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO

PROYECTO :..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....

CANTERA :..... Río Cumbaza ..... SECTOR:..... Puente Cumbaza .....

MATERIAL :..... Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA:.....

FECHA DE MUESTREO:..... 18-08-'92 ..... PARA USO:..... Diseño de Mezclas .....


E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	47,047.00	47,184.00	47,124.00
Peso Unitario varillado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,680.25	1,685.14	1,683.00
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO VARILLADO</b>	<b>1,682.80 Kg/m<sup>3</sup></b>		


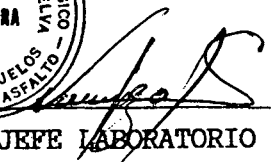
$$\text{Peso Unitario varillado} = \frac{\text{Peso de la muestra compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$


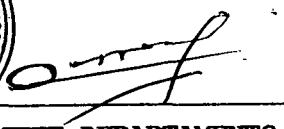
OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRALISTA

  
  
 JEFE LABORATORIO

  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

PROYECTO :..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA :..... Río Cumbaza ..... SECTOR:..... Pueno Cumbaza  
 MATERIAL :..... Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA:.....  
 FECHA DE MUESTREO:..... 21-09-92 ..... PARA USO:..... Diseño de Mezclas

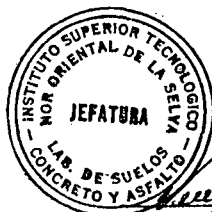
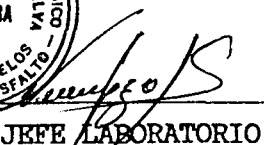
ENSAYO	01	02	03
Tarro	01	02	03
Peso del tarro (Gramos)	50.10	47.30	51.90
Peso agregado húmedo + tarro (Gramos)	276.10	260.20	296.80
Peso agregado seco + tarro (Gramos)	264.00	248.40	283.60
Peso del agua (Gramos)	12.10	11.80	13.20
Peso del agregado seco (Gramos)	213.90	201.10	231.70
% de humedad natural	5.66	5.87	5.70
PROMEDIO % DE HUMEDAD NATURAL	5.74 %		



$$\text{Porcentaje de humedad natural} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del agregado seco}} \times 100$$

Peso del agua = Peso del agregado tal como se encuentra en su estado natural - Peso del agregado secado en la estufa.

OBSERVACIONES : .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
 LAB. DE SUELOS  
 CONCRETO Y ASFALTO  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 INSTITUTO SUPERIOR TECNOLOGICO  
 "NOR ORIENTAL DE LA SELVA"  
 TARAPOTO  
 CONSTRUCCION CIVIL  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO


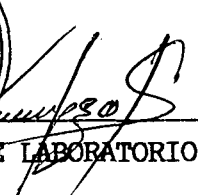
## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO



PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puente Cumbaza  
MATERIAL : Agregado Fino PESO DE LA MUESTRA: 2,896.33 gr.  
FECHA DE MUESTREO: 17-09-'92 PARA USO: Diseño de Mezclas

TAMICES A.S.T.M.	PESO RETENIDO EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	-	-	-	-
2 ½"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 ½"	-	-	-	-
1"	-	-	-	-
¾"	-	-	-	-
½"	-	-	-	-
3/8"	-	-	-	-
Nº 04	4.33	0.15	0.15	99.85
Nº 08	251.00	8.67	8.82	91.18
Nº 16	333.00	11.50	20.32	79.68
Nº 30	787.00	27.17	47.49	52.51
Nº 50	823.00	28.42	75.90	24.10
Nº 100	331.00	11.43	87.33	12.67
Nº 200	140.00	4.83	92.16	7.84
PLATILLO	227.00	7.84	100.00	0.00

MODULO DE FINEZA : 2.40  
TAMAÑO MAXIMO :  
TAMAÑO NOMINAL MAXIMO :  
OBSERVACIONES : El Agregado fino se encuentra en condiciones  
óptimas para realizar dosificación de mezclas, pero no es apropiado para  
concretos de alta resistencia ( M. F. entre 2.8 y 3.2)

  
CONTRATISTA

  
JEFATURA  
  
JEFE LABORATORIO

  
TARAPOTO  
LABORATORIO DE CONSTRUCCION CIVIL  
  
JEFE DEPARTAMENTO

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE  
 DE ABSORCION**

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puente Cumbaza  
 MATERIAL : Agregado Fino PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 21-09-1992 PARA USO: Diseño de Mezclas


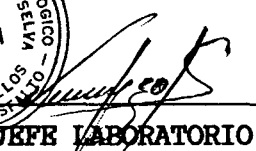
ENSAYO	01	02
A = Peso suelo saturado superficialmente seco (gramos).	257.00	260.00
B = Peso de: probeta + agua hasta la marca (gramos).	1,285.00	1,285.00
C = Peso de: probeta + agua hasta la marca + muestra (gramos).	1,441.00	1,442.00
D = Peso suelo seco, secado en la estufa (gramos).	252.50	254.90
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ).	2.54	2.52
Promedio Peso Específico.	2.53 gr/cm <sup>3</sup>	
Porcentaje de Absorción (%)	1.78	2.00
Promedio Porcentaje Absorción.	1.89 %	


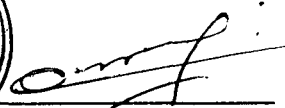
$$\text{Peso Específico} = \frac{A}{B+A-C}$$

$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{A-D}{D} \times 100$$

OBSERVACIONES : .....

  
 CONTRALISTA

  
 JEFATURA  
 LAB. DE SUELOS  
 CONCRETO Y ASFALTO  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 TARPOTO  
 DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION CIVIL  
  
 JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....  
 CANTERA : ..... Río Cumbaza ..... SECTOR: ..... Puente Cumbaza .....  
 MATERIAL : ..... Agregado Fino ..... PESO DE LA MUESTRA: .....  
 FECHA DE MUESTREO: ..... 17-09-192 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....

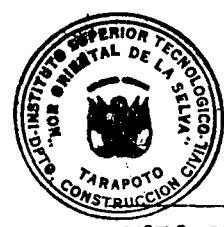
E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	44,331.00	44,423.00	44,355.00
Peso Unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,583.25	1,586.54	1,584.11
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	1,584.63 Kg/m <sup>3</sup>		

$$\text{Peso Unitario suelto} = \frac{\text{Peso de la muestra suelta}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

OBSERVACIONES : .....  
 .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFE LABORATORIO

  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO

PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....  
 CANTERA : ..... Río Cumbaza ..... SECTOR: ..... Puente Cumbaza .....  
 MATERIAL : ..... Agregado fino ..... PESO DE LA MUESTRA: .....  
 FECHA DE MUESTREO: ..... 17-09-'92 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....


E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	47.725.00	47.965.00	47.938.00
Peso Unitario varillado (Kg/m <sup>3</sup> )	1.704.46	1.713.04	1.712.07
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO VARILLADO</b>	<b>1.709.86 Kg/m<sup>3</sup></b>		

$$\text{Peso Unitario varillado} = \frac{\text{Peso de la muestra compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

OBSERVACIONES : .....  
 .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
 .....  
 JEFE LABORATORIO

  
 .....  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Cumbaza SECTOR: Puente Cumbaza  
 MATERIAL : Agregado Fino PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 21-09-1992 PARA USO: Diseño de Mezclas

E N S A Y O	01	02	03
Tarro	04	05	06
Peso del tarro (Gramos)	75.90	68.40	66.40
Peso agregado húmedo + tarro (Gramos)	345.70	326.30	319.70
Peso agregado seco + tarro (Gramos)	335.10	316.50	309.90
Peso del agua (Gramos)	10.60	9.80	9.80
Peso del agregado seco (Gramos)	259.20	248.10	243.50
% de humedad natural	4.09	3.95	4.02
PROMEDIO % DE HUMEDAD NATURAL	4.02 %		

$$\text{Porcentaje de humedad natural} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del agregado seco}} \times 100$$

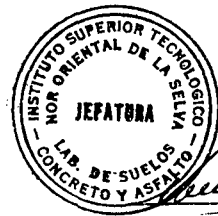
Peso del agua = Peso del agregado tal como se encuentra en su estado natural - Peso del agregado secado en la estufa.

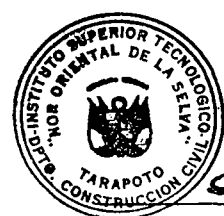
OBSERVACIONES : .....

.....

.....

*[Signature]*  
 CONTRATISTA

  
*[Signature]*  
 JEFE LABORATORIO

  
*[Signature]*  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO




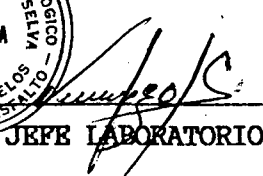
## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO


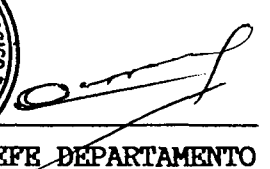
PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Huallaga ..... SECTOR: Distrito de Shapaja  
 MATERIAL : Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA: 5,366.50 gr.  
 FECHA DE MUESTREO: 19-09-1982 ..... PARA USO: Diseño de Mezclas

TAMICES A.S.T.M.	PESO RETENIDO EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	-	-	-	-
2 ½"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 ½"	852.00	15.88	15.88	84.12
1"	2,387.00	44.48	60.36	39.64
¾"	860.00	16.02	76.38	23.62
½"	996.00	18.56	94.94	5.06
3/8"	200.00	3.73	98.67	1.33
Nº 04	68.00	1.27	99.94	0.06
Nº 08	-	-	-	-
Nº 16	-	-	-	-
Nº 30	-	-	-	-
Nº 50	-	-	-	-
Nº 100	-	-	-	-
Nº 200	-	-	-	-
PLATILLO	3.50	0.06	100.00	0.00

MODULO DE FINEZA : .....  
 TAMAÑO MAXIMO : ..... 2" .....  
 TAMAÑO NOMINAL MAXIMO : ..... 1 1/2" .....  
 OBSERVACIONES : .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 TARPOTO  
 V B  
  
 JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO ESPECIFICO

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Huallaga SECTOR: Distrito de Shapaja  
 MATERIAL : Agregado Grueso PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 21-09-92 PARA USO: Diseño de Mezclas

E N S A Y O	01	02	03
Peso agregado seco (gr.)	634.50	584.67	468.76
Lectura probeta con agua (cm <sup>3</sup> )	300	250	250
Lectura probeta: agua + agregado grueso (cm <sup>3</sup> )	535	465	423
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.70	2.72	2.71
<b>PROMEDIO PESO ESPECIFICO</b>	<b>2.71 gr/cm<sup>3</sup></b>		

$$\text{Peso específico} = \frac{\text{Peso del agregado grueso}}{\text{Volumen de los solidos}}$$


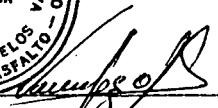
$$\text{Volumen de los sólidos} = \frac{\text{Lectura en la probeta graduada con agua y muestras} - \text{lectura en la probeta graduada sólo con agua.}}{\text{Peso específico del agua}}$$



OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRATISTA

  
  
 JEFE LABORATORIO

  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PORCENTAJE DE ABSORCION

PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Huallaga SECTOR: Distrito de Shapaja  
 MATERIAL : Agregado Grueso PESO DE LA MUESTRA:  
 FECHA DE MUESTREO: 26-08-'92 PARA USO: Diseño de Mezclas

E N S A Y O	01	02	03
Tarro	05	04	08
Peso de Tarro + agregado saturado superficialmente seco (Gramos)	675.20	507.85	611.18
Peso de tarro + la muestra secado a la estufa (Gramos)	671.15	503.79	607.23
Peso del tarro (Gramos)	53.93	42.85	48.85
Peso del agua del agregado (Gramos)	4.05	4.06	3.95
Peso del agregado secado a la estufa (Gramos)	617.22	460.94	558.38
% de absorción	0.66	0.88	0.71
<b>PROMEDIO % DE ABSORCION</b>	<b>0.75 %</b>		

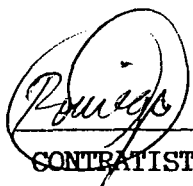
$$\text{Porcentaje de Absorción} = \frac{\text{Peso del agua de la muestra}}{\text{Peso de la muestra secada a la estufa}} \times 100$$


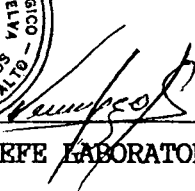
$$\text{Peso del agua de la muestra} = \text{Peso de la muestra saturado superficialmente seco} - \text{Peso de la muestra secada a la estufa}$$

OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 TARAPOTO  
 CONSTRUCCION CIVIL  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO


## ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO


PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....  
 CANTERA : ..... Río Huallaga ..... SECTOR: ..... Distrito de Shapaja .....  
 MATERIAL : ..... Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA: .....  
 FECHA DE MUESTREO: ..... 17-09-'92 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....


E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	49,164.00	47,807.00	47,405.00
Peso Unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1,755.87	1,707.41	1,693.05
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	1,718.78 Kg/m <sup>3</sup>		

$$\text{Peso Unitario suelto} = \frac{\text{Peso de la muestra suelta}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

OBSERVACIONES : .....  
 .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFE LABORATORIO

  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO


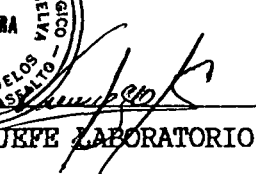
PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....  
 CANTERA : ..... Río Huallaga ..... SECTOR: ..... Distrito de Shapaja .....  
 MATERIAL : ..... Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA: .....  
 FECHA DE MUESTREO: ..... 17-09-192 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....


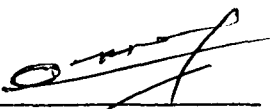
E N S A Y O	01	02	03
Volumen del molde (m <sup>3</sup> )	0.028	0.028	0.028
Peso de la muestra (gr.)	50,762.00	50,435.00	50,366.00
Peso Unitario varillado (Kg/m <sup>3</sup> )	1,812.93	1,801.24	1,798.80
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO VARILLADO</b>	<b>1,804.32 Kg/m<sup>3</sup></b>		

$$\text{Peso Unitario varillado} = \frac{\text{Peso de la muestra compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

OBSERVACIONES : .....  
 .....  
 .....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 TARAPOTO  
 CONSTRUCCION CIVIL  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO

## ENSAYO DE PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL

PROYECTO : ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO .....  
 CANTERA : ..... Río Huallaga ..... SECTOR: ..... Distrito de Shapaja .....  
 MATERIAL : ..... Agregado Grueso ..... PESO DE LA MUESTRA: .....  
 FECHA DE MUESTREO: ..... 21-09-'92 ..... PARA USO: ..... Diseño de Mezclas .....

E N S A Y O	01	02	03
Tarro	01	02	03
Peso del tarro (Gramos)	46.86	45.61	42.70
Peso agregado húmedo + tarro (Gramos)	300.41	310.49	310.74
Peso agregado seco + tarro (Gramos)	299.37	309.26	309.62
Peso del agua (Gramos)	1.04	1.23	1.12
Peso del agregado seco (Gramos)	252.51	263.65	266.92
% de humedad natural	0.41	0.47	0.42
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD NATURAL</b>	<b>0.43 %</b>		

$$\text{Porcentaje de humedad natural} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del agregado seco}} \times 100$$

Peso del agua = Peso del agregado tal como se encuentra en su estado natural - Peso del agregado secado en la estufa.


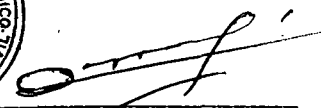
OBSERVACIONES : .....

.....

.....

  
 CONTRATISTA

  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
  
 V°B° JEFE DEPARTAMENTO


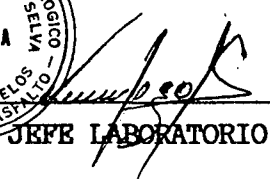
## ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO


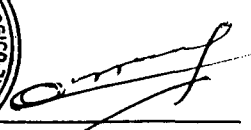
PROYECTO : DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO  
 CANTERA : Río Huallaga SECTOR: Distrito de Shapaja  
 MATERIAL : Agregado Fino PESO DE LA MUESTRA: 1,843.00 gr.  
 FECHA DE MUESTREO: 19-09-192 PARA USO: Diseño de Mezclas

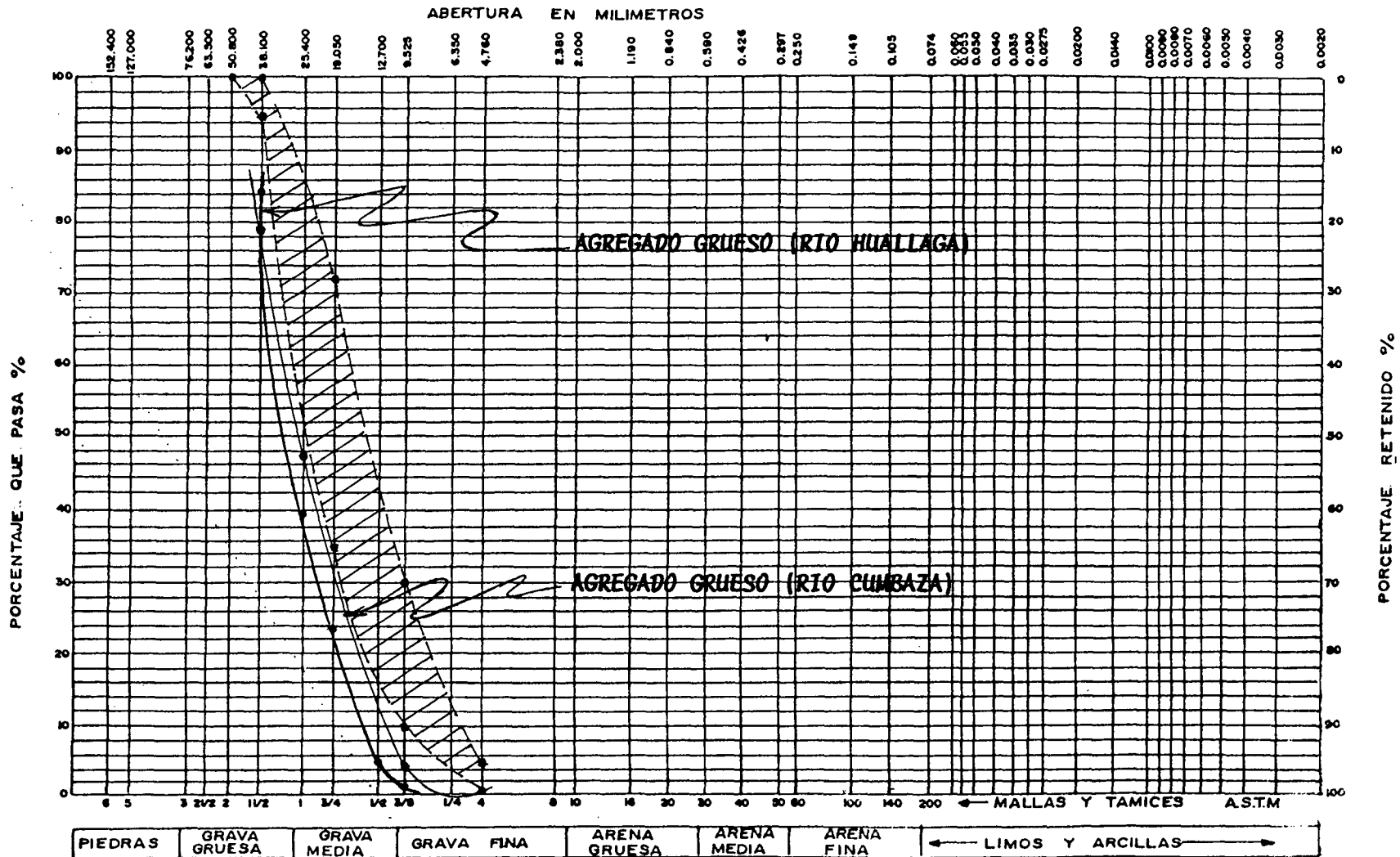
TAMICES A.S.T.M.	PESO RETENIDO EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	-	-	-	-
2 ½"	-	-	-	-
2"	-	-	-	-
1 ½"	-	-	-	-
1"	-	-	-	-
¾"	-	-	-	-
½"	-	-	-	-
3/8"	-	-	-	-
Nº 04	-	-	-	-
Nº 08	1.00	0.05	0.05	99.95
Nº 16	1.00	0.05	0.10	99.90
Nº 30	1.00	0.05	0.15	99.85
Nº 50	128.00	6.95	7.10	92.90
Nº 100	580.00	31.47	38.57	61.43
Nº 200	233.00	12.65	51.22	48.78
PLATILLO	899.00	48.78	100.00	0.00

MODULO DE FINEZA : 0.46  
 TAMAÑO MAXIMO :  
 TAMAÑO NOMINAL MAXIMO :  
 OBSERVACIONES : El módulo de fineza de 0.46 hace que el agregado fino no sea apta para ser utilizado en concretos, por lo tanto desechamos su utilización en los diseños de mezclas

  
 CONTRATISTA

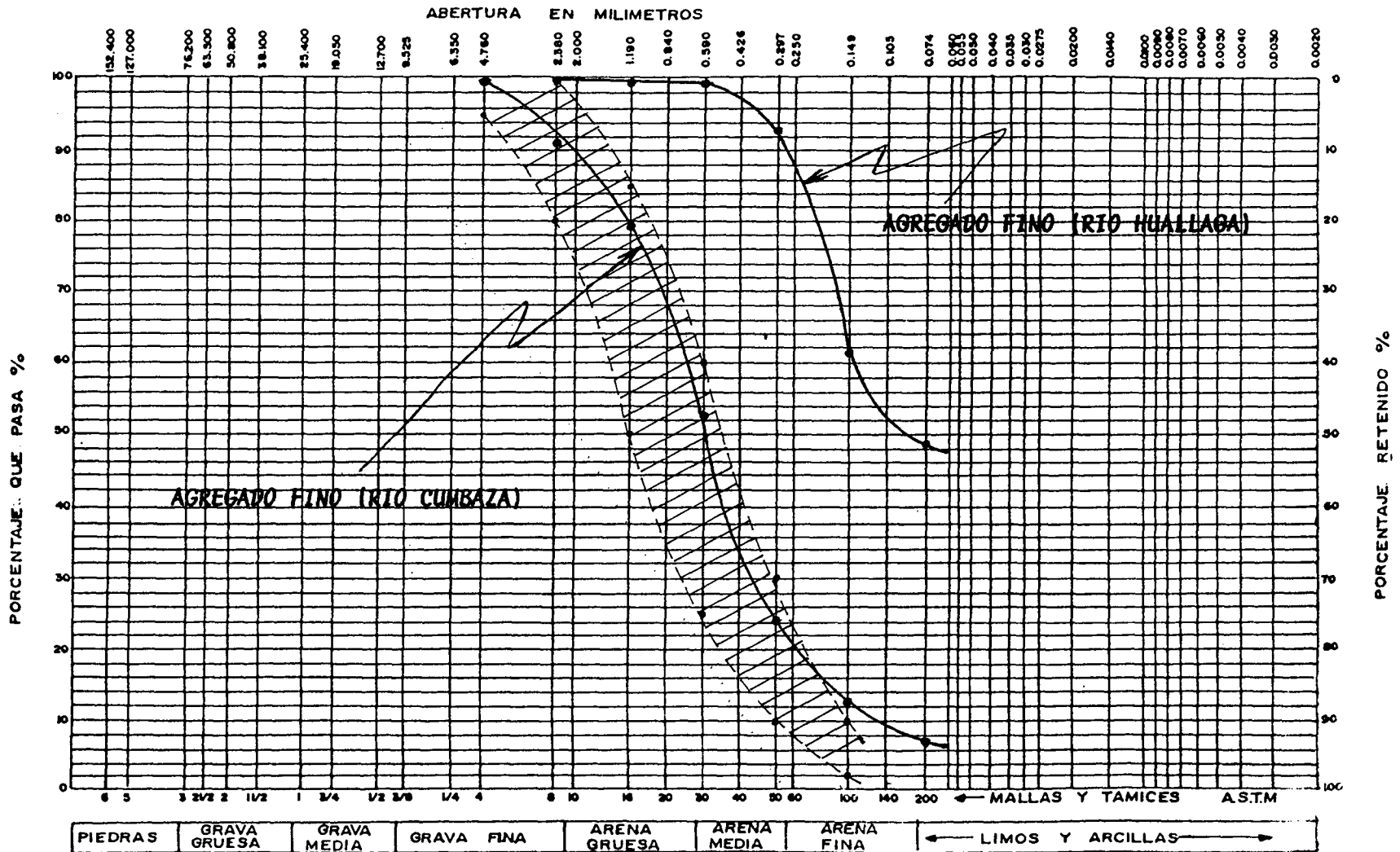
  
 JEFATURA  
  
 JEFE LABORATORIO

  
 TARPOTO  
 CONSTRUCCION CIVIL  
  
 V B JEFE DEPARTAMENTO



<b>CURVA GRANULOMETRICA</b> <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</b> <b>FACULTAD DE ING CIVIL</b> <b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</b>	Proyecto: <b>Diseño Comparativo de Mezclas</b>	Ubicación: <b>Ríos: Cumbaza y Huallaga</b>	Lamina Nº:	
	Sondaje:	Cálculo:	Coef. de Uniformidad:	Límite Líquido:
	Profundidad:	Revisado:	Coef. de Curvatura:	Límite Plástico:
	Operador: <b>Bach. ROGER MELENDEZ</b>	Fecha: <b>20 - 09 - '92</b>	Peso Específico de Sólidos:	Índice Plástico:





<b>CURVA GRANULOMETRICA</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FACULTAD DE ING CIVIL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	Proyecto: <i>Diseño Comparativo de Mezclas</i>	Ubicación: <i>Ríos: Cumbaza y Huallaga</i>	Lamina N°	
	Sondaje:	Calculo:	Coef. de Uniformidad:	Limite Líquido:
	Profundidad:	Revisado:	Coef. de Curvatura:	Limite Plástico:
	Operador: <i>Bach. ROGER MELENDEZ</i>	Fecha: <i>20 - 09 - '92</i>	Peso Especifico de Sólidos:	Indice Plástico:

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

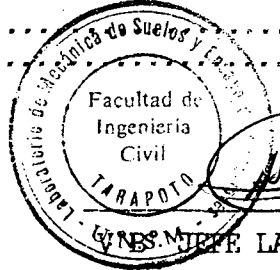
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza)  
 TIPO DE ENSAYO: PROBETAS DE PRUEBA INICIAL ..... SLUMP .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	18 - 04 - '94	07	15.24	32,500	14,772.7	182.4	81.0	175	46
02	18 - 04 - '94	14	15.24	48,000	21,818.2	182.4	119.6	175	68
03	18 - 04 - '94	28	15.24	61,500	27,954.5	182.4	153.3	175	88
04	18 - 04 - '94	28	15.24	60,000	27,272.7	182.4	149.5	175	85

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Volado Poco Poco  
 Tec Const. Lab. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

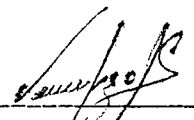
  
 JES. JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

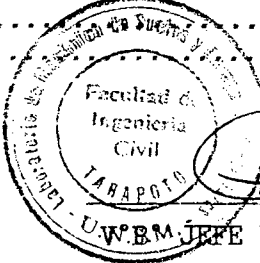
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza).  
 TIPO DE ENSAYO: PROBETAS DE PRUEBA INICIAL ..... SLUMP .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	21 - 04 - '94	07	15.24	39,500	17,954.5	182.4	98.4	210	47
02	21 - 04 - '94	14	15.24	55,500	25,227.3	182.4	138.3	210	66
03	21 - 04 - '94	28	15.24	72,500	32,954.5	182.4	180.7	210	86
04	21 - 04 - '94	28	15.24	71,000	32,272.7	182.4	176.9	210	84

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pezo Pezo  
 Tce Const. Lab. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 TARAPOTO  
 U.N.S.M. JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO: ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : ..... I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : ..... Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : ..... Río Huallaga (Distrito de Shapaja) .....  
 TIPO DE ENSAYO: ..... PROBETAS DE PRUEBA INICIAL ..... SLUMP .....  
 TIPO DE CEMENTO : ..... Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : ..... Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	26 - 04 - '94	07	15.24	43,500	19,772.7	182.4	108.4	175	62
02	26 - 04 - '94	14	15.24	55,000	25,000.0	182.4	137.1	175	78
03	26 - 04 - '94	28	15.24	64,500	29,318.2	182.4	160.7	175	92
04	26 - 04 - '94	28	15.24	63,500	28,863.6	182.4	158.2	175	90

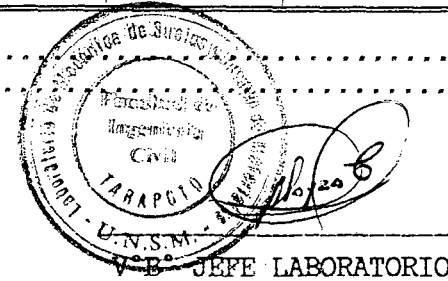
OBSERVACIONES : .....

  
SUPERVISOR

*Volardo Pero Porca*

Tec. Const. Lab. Suelos  
Concreto y Asfalto

  
OPERADOR



## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

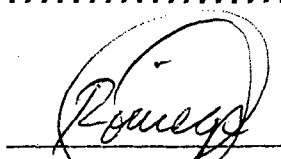
PROYECTO: ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : ..... I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : ..... Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : ..... Río Huallaga (Distrito de Shapaja)  
 TIPO DE ENSAYO: ..... PROBETAS DE PRUEBA INICIAL ..... SLUMP .....  
 TIPO DE CEMENTO : ..... Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : ..... Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza

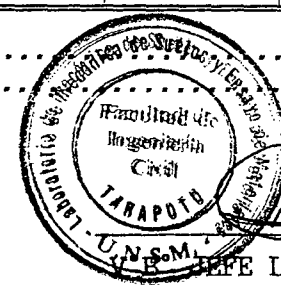
Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	29 - 04 - '94	07	15.24	54,500	24,772.7	182.4	135.8	210	65
02	29 - 04 - '94	14	15.24	68,000	30,909.1	182.4	169.5	210	81
03	29 - 04 - '94	28	15.24	79,000	35,909.1	182.4	196.9	210	94
04	29 - 04 - '94	28	15.24	80,000	36,363.6	182.4	199.4	210	95

OBSERVACIONES : .....

  
SUPERVISOR

*Velardo Pozo Perea*  
Tcc. Const. Lab. Suelos  
Concreto y Asfalto

  
OPERADOR

  
LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

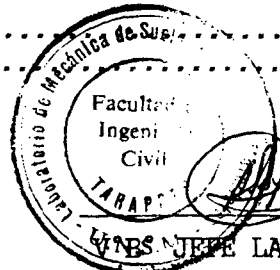
PROYECTO:..... **DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO** ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS :..... **I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"** .....  
 AGREGADO FINO :..... **Río Cumbaza (Puente Cumbaza)** ..... AGREGADO GRUESO :..... **Río Cumbaza (Puente Cumbaza)** .....  
 TIPO DE ENSAYO:..... **PROBETAS DE PRUEBA FINAL** ..... SLUMP.....  
 TIPO DE CEMENTO :..... **Cemento Portland tipo I** ..... OPERADOR :..... **Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza** .....

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	05 - 07 - '94	07	15.24	51,000	23,181.8	182.4	127	175	73
02	05 - 07 - '94	14	15.24	63,000	28,636.4	182.4	157	175	90
03	05 - 07 - '94	28	15.24	73,500	33,409.1	182.4	183	175	105
04	05 - 07 - '94	28	15.24	71,500	32,500.0	182.4	178	175	102

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
**Nelardo Pazo Paza**  
 Tec Const. Lab. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

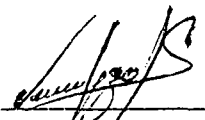
  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 TARAPOTO  
 JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

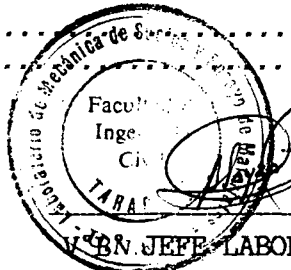
PROYECTO:..... **DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO**..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS :..... **I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"**.....  
 AGREGADO FINO :..... **Río Cumbaza** (Puente Cumbaza)..... AGREGADO GRUESO :..... **Río Cumbaza** (Puente Cumbaza).  
 TIPO DE ENSAYO:..... **PROBETAS DE PRUEBA FINAL**..... SLUMP.....  
 TIPO DE CEMENTO :..... **Cemento Portland tipo I**..... OPERADOR :..... **Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza**.....

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	04 - 07 - '94	07	15.24	60,000	27,272.7	182.4	149	210	71
02	04 - 07 - '94	14	15.24	80,000	36,363.6	182.4	199	210	95
03	04 - 07 - '94	28	15.24	89,000	40,454.5	182.4	222	210	106
04	04 - 07 - '94	28	15.24	88,000	40,000.0	182.4	219	210	104

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Poro Poro  
 Tec Const. Lab. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

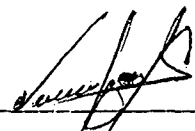
  
 Jefe Laboratorio

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO:..... **DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO** ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS :... **I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"** .....  
 AGREGADO FINO :..... **Río Cumbaza (Puente Cumbaza)** ..... AGREGADO GRUESO :..... **Río Huallaga (Distrito de Shapaja)** .....  
 TIPO DE ENSAYO:..... **PROBETAS DE PRUEBA FINAL** ..... SLUMP.....  
 TIPO DE CEMENTO :..... **Cemento Portland tipo I** ..... OPERADOR :..... **Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza** .....

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	22 - 06 - '94	07	15.24	51,000	23,181.8	182.4	127	175	73
02	22 - 06 - '94	14	15.24	63,500	28,863.6	182.4	158	175	90
03	22 - 06 - '94	28	15.24	71,500	32,500.0	182.4	178	175	102
04	22 - 06 - '94	28	15.24	70,000	31,818.2	182.4	174	175	99

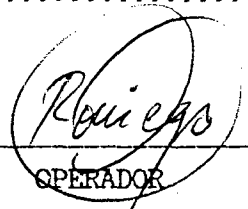
OBSERVACIONES : .....



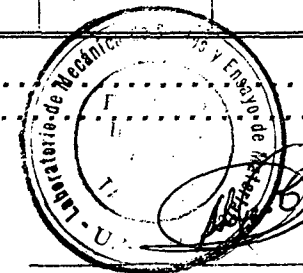
SUPERVISOR

*Velardo Pazo Pazo*

Tec. Const. Lab. Suelos  
Concreto y Asfalto



OPERADOR



V°B° JEFE LABORATORIO



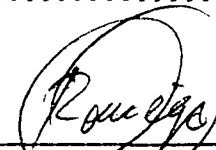
## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

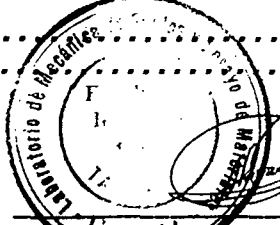
PROYECTO: ..... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.T. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : ..... Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : ..... Rio Huallaga (Distrito de Shapaja) .....  
 TIPO DE ENSAYO: ..... PROBETAS DE PRUEBA FINAL ..... SLUMP .....  
 TIPO DE CEMENTO : ..... Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : ..... Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	FECHA DE VACEO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
01	15 - 06 - '94	07	15.24	62,500	28,409.1	182.4	156	210	74
02	15 - 06 - '94	14	15.24	75,500	34,398.0	182.4	189	210	90
03	15 - 06 - '94	28	15.24	87,000	39,545.4	182.4	217	210	103
04	15 - 06 - '94	28	15.24	90,000	40,909.1	182.4	224	210	107

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Volardo Poxo Poxo  
 Tec Const. Lob. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

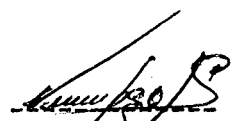
  
 V° B° INGENIERIA LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS



PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Huallaga (Distrito de Shapaja) .....  
 FECHA DE VACEO: 22-12-194 ..... FECHA DE ROTURA : 19-01-195 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 dias ..... SLUMP: 2.1/2" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	g
01	13,710	15.20	30.50	72,000	32,727.27	181.46	180.35	175	103
02	13,418	15.10	30.50	72,000	32,727.27	179.08	182.75	175	104
03	13,900	15.40	30.40	78,000	35,454.55	186.26	190.35	175	109
04	13,650	15.20	30.50	70,000	31,818.18	181.46	175.35	175	100
05	13,665	15.20	30.60	65,000	29,545.45	181.46	162.82	175	93
06	13,828	15.40	30.50	76,000	34,545.45	186.26	185.47	175	106
07	13,335	15.10	30.50	75,000	34,090.91	179.08	190.37	175	109
08	13,919	15.40	30.50	74,000	33,636.36	186.26	180.59	175	103
09	13,390	15.10	30.40	74,500	33,863.64	179.08	189.10	175	108
10	13,360	15.10	30.40	68,000	30,909.09	179.08	172.60	175	99

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Volardo Pozo Perea  
 Tec Const. Lab. Suelos

  
 OPERADOR


  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 TARAPOTO  
 U.N.S.M.  
 Jefe Laboratorio  


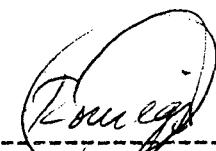
## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

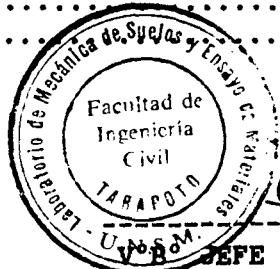
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Huallaga (Distrito de Shapaja) .....  
 FECHA DE VACEO: 23-12-94 ..... FECHA DE ROTURA : 20-01-'95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 2 1/2" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
11	13,350	15.10	30.40	68,500	31,136.36	179.08	173.87	175	99
12	13,360	15.10	30.40	70,000	31,818.18	179.08	177.68	175	102
13	13,410	15.40	30.50	78,000	35,454.55	186.26	190.35	175	109
14	13,390	15.10	30.50	69,000	31,363.64	179.08	175.14	175	100
15	13,880	15.20	30.60	73,000	33,181.82	181.46	182.86	175	104
16	13,950	15.40	30.50	77,000	35,000.00	186.26	187.90	175	107
17	13,910	15.40	30.40	72,000	32,727.27	186.26	175.71	175	100
18	13,330	15.10	30.50	68,000	30,909.09	179.08	172.60	175	99
19	13,460	15.20	30.50	66,000	30,000.00	181.46	165.33	175	94
20	13,480	15.20	30.50	72,000	32,727.27	181.46	180.36	175	103

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Volardo Pozo Pozo  
 Tec Const. Lab. Suelos

  
 OPERADOR

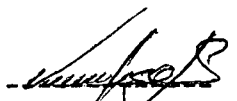
  
 JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

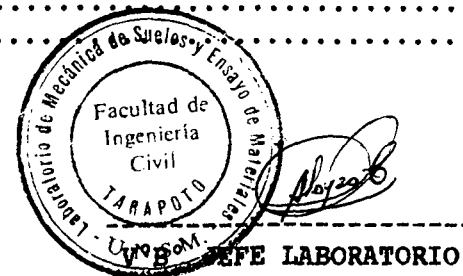
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Rio Huallaga (Distrito de Shapaja).  
 FECHA DE VACEO: 24-12-1994 ..... FECHA DE ROTURA : 21-07-1995  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 dias ..... SLUMP: 2 3/4"  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingenieria Civil Roger Meléndez Ganoza

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	ξ
21	13,515	15.20	30.40	74,000	33,636.36	181.46	185.36	175	106
22	13,800	15.40	30.50	80,000	36,363.64	186.26	195.23	175	112
23	13,815	15.40	30.50	77,000	35,000.00	186.26	187.91	175	107
24	13,790	15.40	30.50	80,000	36,363.64	186.26	195.23	175	112
25	13,601	15.20	30.50	74,000	33,636.36	181.46	185.36	175	106
26	13,380	15.10	30.50	68,000	30,909.09	179.08	172.60	175	99
27	13,607	15.20	30.50	72,000	32,727.27	181.46	180.35	175	103
28	13,391	15.10	30.50	65,000	29,545.45	179.08	164.98	175	94
29	13,401	15.10	30.40	71,000	32,272.73	179.08	180.21	175	103
30	13,410	15.10	30.45	73,000	33,181.82	179.08	185.29	175	106

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Poma Poma  
 Tec Const. Lob. Suelos

  
 OPERADOR

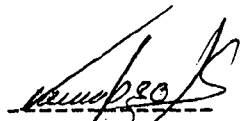


## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

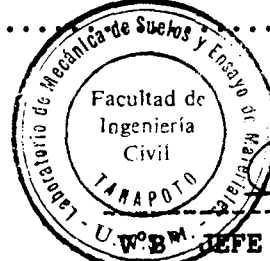
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.T. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Huallaga (Distrito de Shapaja).  
 FECHA DE VACEO: 26-12-94 ..... FECHA DE ROTURA : 23-01-95  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 2 3/4"  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	§
31	13,730	15.20	30.60	85,000	38,636.36	181.46	212.92	210	101
32	13,950	15.40	30.50	95,000	43,181.82	186.26	231.84	210	110
33	13,599	15.10	30.50	85,500	38,863.64	179.08	217.02	210	103
34	13,690	15.20	30.60	88,000	40,000.00	181.46	220.43	210	105
35	13,401	15.10	30.40	83,000	37,727.27	179.08	210.67	210	100
36	13,991	15.40	30.40	92,000	41,818.18	186.26	224.52	210	107
37	13,600	15.10	30.50	86,000	39,090.91	179.08	218.29	210	104
38	13,750	15.20	30.50	86,000	39,090.91	181.46	215.42	210	103
39	13,400	15.10	30.40	87,700	39,863.64	179.08	222.60	210	106
40	13,820	15.20	30.50	81,500	37,045.45	181.46	204.15	210	97

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pardo Pardo  
 Tec. Const. Lab. Suelos

  
 OPERADOR

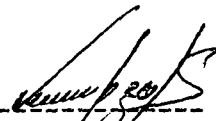
  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 TARAPOTO  
 U. W. B. M.  
 JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nqr. Oriental de la Selva".....  
 AGREGADO FINO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Rio Huallaga (Distrito de Shapaja).....  
 FECHA DE VACEO: 27-12-94 ..... FECHA DE ROTURA : 24-01-95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 dias ..... SLUMP: 3" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza.....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
41	13,610	15.40	30.50	98,000	44,545.45	186.26	239.16	210	114
42	13,700	15.20	30.60	83,000	37,727.27	181.46	207.91	210	99
43	13,910	15.40	30.50	99,000	45,000.00	186.26	241.60	210	115
44	13,450	15.10	30.50	80,000	36,363.64	179.08	203.06	210	97
45	13,990	15.40	30.40	87,000	39,545.45	186.26	212.31	210	101
46	13,720	15.20	30.50	86,000	39,090.91	181.46	215.42	210	103
47	13,480	15.10	30.40	85,000	38,636.36	179.08	215.75	210	103
48	13,500	15.10	30.40	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106
49	13,715	15.20	30.60	85,000	38,636.36	181.46	212.92	210	101
50	13,410	15.10	30.50	90,000	40,909.09	179.08	228.44	210	109

OBSERVACIONES : .....

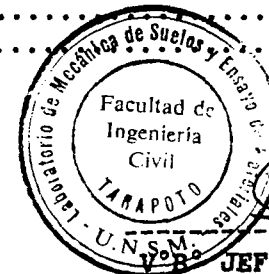


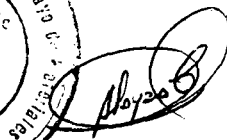
SUPERVISOR

*Velardo Pazo Pazo*



OPERADOR





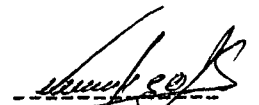
JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

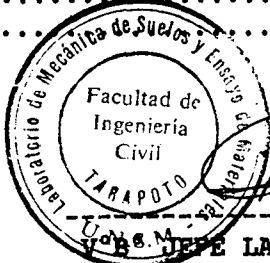
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS: I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO: Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO: Río Huallaga (Distrito de Shapaja) .....  
 FECHA DE VACEO: 28-12-94 ..... FECHA DE ROTURA: 25-01-'95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 2 1/2" .....  
 TIPO DE CEMENTO: Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR: Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	%
51	13,580	15.20	30.50	93,000	42,272.73	181.46	232.96	210	111
52	13,590	15.20	30.50	90,000	40,909.09	181.46	225.44	210	107
53	13,430	15.10	30.50	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106
54	13,986	15.40	30.40	99,000	45,000.00	186.26	241.60	210	115
55	13,912	15.40	30.50	97,000	44,090.91	186.26	236.72	210	113
56	13,737	15.20	30.60	90,000	40,909.09	181.46	225.44	210	107
57	13,575	15.10	30.50	83,700	38,045.45	179.08	212.45	210	101
58	13,986	15.40	30.50	92,000	41,818.18	186.26	224.52	210	107
59	13,405	15.10	30.40	90,000	40,909.09	179.08	228.44	210	109
60	13,585	15.10	30.40	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pico Pico  
 Tec Const. Lab. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR

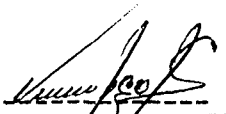
  
 Facultad de Ingeniería Civil  
 TARAPOTO  
 U.N.S.M. DE TARAPOTO  
 LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS: I.S.I. "Nor Oriental de la Selva"  
 AGREGADO FINO: Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO: Río Cumbaza (Puente Cumbaza)  
 FECHA DE VACEO: 30-12-194 ..... FECHA DE ROTURA: 27-01-195  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: ? 1/2"  
 TIPO DE CEMENTO: Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR: Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm2)	Kg/cm2	f'c	%
61	13,490	15.40	30.40	80,000	36,363.64	186.26	195.23	175	112
62	13,010	15.10	30.50	79,000	35,909.09	179.08	200.52	175	115
63	13,450	15.20	30.60	81,000	36,818.18	181.46	202.90	175	116
64	13,600	15.40	30.50	82,000	37,272.73	186.26	200.11	175	114
65	12,900	15.10	30.40	75,000	34,090.91	179.08	190.36	175	109
66	13,650	15.40	30.40	79,000	35,909.09	186.26	192.79	175	110
67	13,020	15.10	30.50	73,000	33,181.82	179.08	185.29	175	106
68	13,280	15.20	30.50	77,000	35,000.00	181.46	192.88	175	110
69	13,350	15.20	30.50	72,000	32,727.27	181.46	180.36	175	103
70	13,030	15.10	30.40	68,000	30,909.09	179.08	172.60	175	99

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pardo Torres  
 Tec Const. Lob. Suelos  
 Concreto y Asfalto

  
 OPERADOR



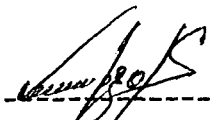


## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

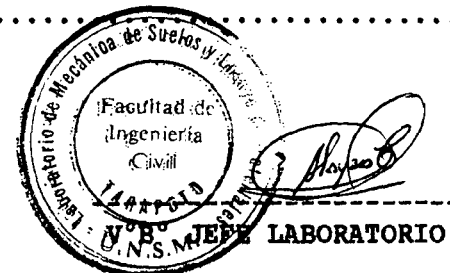
PROYECTO: ... DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : ... I.S.I. "Nor. Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : ... Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : ... Río Cumbaza (Puente Cumbaza). .....  
 FECHA DE VACEO: ... 31-12-194 ..... FECHA DE ROTURA : ... 28-01-195 .....  
 TIPO DE ENSAYO: ... DEFINITIVO ..... EDAD: ... 28 días ..... SLUMP: ... 2 3/4" .....  
 TIPO DE CEMENTO : ... Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : ... Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	ϕ
71	12,900	15.10	30.40	81,000	36,818.18	179.08	205.60	175	117
72	12,995	15.10	30.40	68,000	30,909.09	179.08	172.60	175	99
73	13,490	15.40	30.50	82,000	37,272.73	186.26	200.11	175	114
74	13,001	15.10	30.50	72,000	32,727.27	179.08	182.75	175	104
75	13,700	15.20	30.60	75,000	34,090.91	181.46	187.87	175	107
76	13,690	15.40	30.50	79,000	35,909.09	186.26	192.79	175	110
77	13,850	15.40	30.40	75,000	34,090.91	186.26	183.03	175	105
78	13,005	15.10	30.50	73,000	33,181.82	179.08	185.29	175	106
79	13,120	15.20	30.50	70,000	31,818.18	181.46	175.35	175	100
80	13,280	15.20	30.50	80,500	36,590.91	181.46	201.65	175	115

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Volardo Pardo Pardo  
 Tec Const. Lob. Suelos

  
 OPERADOR

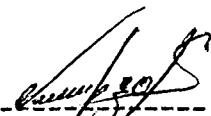


## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva".....  
 AGREGADO FINO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza).....  
 FECHA DE VACEO: 03-01-195 ..... FECHA DE ROTURA : 31-01-195 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 dias ..... SLUMP: 2. 3/4" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingenieria Civil Roger Meléndez Ganoza.....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	q
81	13,470	15.40	30.50	80,000	36,363.64	186.26	195.23	175	112
82	13,075	15.10	30.40	78,000	35,454.55	179.08	197.98	175	113
83	13,360	15.40	30.50	79,000	35,909.09	186.26	192.79	175	110
84	12,995	15.10	30.50	80,000	36,363.64	179.08	203.06	175	116
85	12,999	15.20	30.60	69,000	31,363.64	181.46	172.84	175	99
86	13,340	15.40	30.40	76,000	34,545.45	186.26	185.47	175	106
87	13,200	15.20	30.50	79,000	35,909.09	181.46	197.89	175	113
88	12,970	15.10	30.50	72,000	32,727.27	179.08	182.75	175	104
89	13,360	15.40	30.50	68,000	30,909.09	186.26	165.95	175	95
90	13,130	15.20	30.50	73,000	33,181.82	181.46	182.86	175	104

OBSERVACIONES : .....

  
SUPERVISOR

Velardo Pico Pico

  
OPERADOR

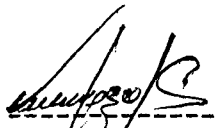
  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TARAPOTO  
1954  
JEFE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

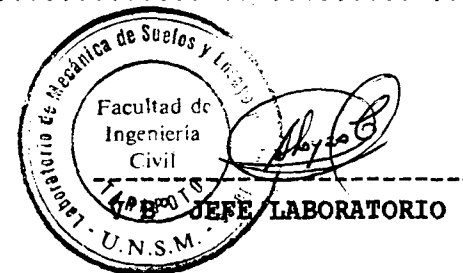
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor. Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) .....  
 FECHA DE VACEO: 04-01-95 ..... FECHA DE ROTURA : 01-02-95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 2 1/2" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganoza .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	¶
91	13,100	15.10	30.40	90,000	40,909.09	179.08	228.44	210	109
92	13,180	15.20	30.50	95,000	43,181.82	181.46	237.97	210	113
93	13,070	15.10	30.40	93,000	42,272.73	179.08	236.06	210	112
94	13,210	15.20	30.50	99,000	45,000.00	181.46	247.99	210	118
95	13,400	15.40	30.50	105,000	47,727.27	186.26	256.24	210	122
96	13,050	15.10	30.50	93,000	42,272.73	179.08	236.06	210	112
97	12,990	15.10	30.50	90,000	40,909.09	179.08	228.44	210	109
98	13,310	15.40	30.40	88,000	40,000.00	186.26	214.75	210	102
99	12,940	15.20	30.60	85,000	38,636.36	181.46	212.92	210	101
100	13,380	15.40	30.50	88,000	40,000.00	186.26	214.75	210	102

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pazo Pazo  
 Tec. Const. Lob. Suelos

  
 OPERADOR

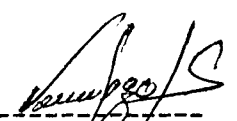


## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

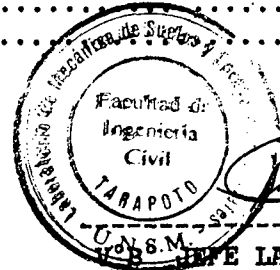
PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Río Cumbaza (Puente Cumbaza) .....  
 FECHA DE VACEO: 05-01-'95 ..... FECHA DE ROTURA : 02-02-'95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 3" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Meléndez Ganzo .....

Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm2)	Kg/cm2	f'c	%
101	13,300	15.10	30.40	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106
102	13,720	15.40	30.50	88,500	40,227.27	186.26	215.97	210	103
103	13,410	15.10	30.40	90,000	40,909.09	179.08	228.44	210	109
104	13,700	15.40	30.50	92,000	41,818.18	186.26	224.52	210	107
105	13,410	15.10	30.50	87,000	39,545.45	179.08	220.83	210	105
106	13,820	15.40	30.40	103,000	46,818.18	186.26	251.36	210	120
107	13,715	15.20	30.60	100,000	45,454.55	181.46	250.49	210	119
108	13,650	15.20	30.50	99,000	45,000.00	181.46	247.99	210	118
109	13,419	15.10	30.50	93,000	42,272.73	179.08	236.06	210	112
110	13,480	15.20	30.50	85,000	38,636.36	181.46	212.92	210	101

OBSERVACIONES : .....

  
 SUPERVISOR  
 Velardo Pazo Pardo  
 Tec Const. Lab. Suelos

  
 OPERADOR

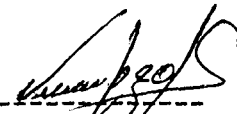
  
 TARE LABORATORIO

## RESULTADOS DE ROTURAS DE PROBETAS

PROYECTO: DISEÑO COMPARATIVO DE MEZCLAS DE CONCRETO ..... LUGAR EJECUCION DE PROBETAS : I.S.I. "Nor Oriental de la Selva" .....  
 AGREGADO FINO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) ..... AGREGADO GRUESO : Rio Cumbaza (Puente Cumbaza) .....  
 FECHA DE VACEO: 06-01-95 ..... FECHA DE ROTURA : 03-02-95 .....  
 TIPO DE ENSAYO: DEFINITIVO ..... EDAD: 28 días ..... SLUMP: 2 3/4" .....  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland tipo I ..... OPERADOR : Bach. Ingeniería Civil Roger Melendez Ganoza .....

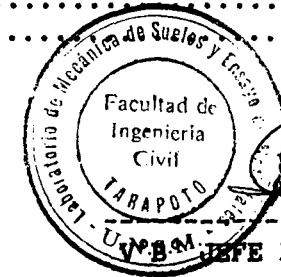
Nº DE PROBETA	PESO (gr.)	DIAMETRO (cm.)	ALTURA (cm.)	LIBRAS	KILO GRAMOS	AREA (cm <sup>2</sup> )	Kg/cm <sup>2</sup>	f'c	q
111	13,515	15.20	30.50	93,000	42,272.73	181.46	232.96	210	111
112	13,495	15.20	30.50	90,000	40,909.09	181.46	225.44	210	107
113	13,400	15.10	30.50	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106
114	13,790	15.40	30.40	100,000	45,454.55	186.26	244.04	210	116
115	13,820	15.40	30.50	99,000	45,000.00	186.26	241.60	210	115
116	13,650	15.20	30.60	90,000	40,909.09	181.46	225.44	210	107
117	13,460	15.10	30.50	88,000	40,000.00	179.08	223.36	210	106
118	13,715	15.40	30.50	93,000	42,272.73	186.26	226.96	210	108
119	13,480	15.10	30.40	80,000	36,363.64	179.08	203.06	210	97
120	13,500	15.10	30.40	83,000	37,727.27	179.08	210.67	210	100

OBSERVACIONES : .....

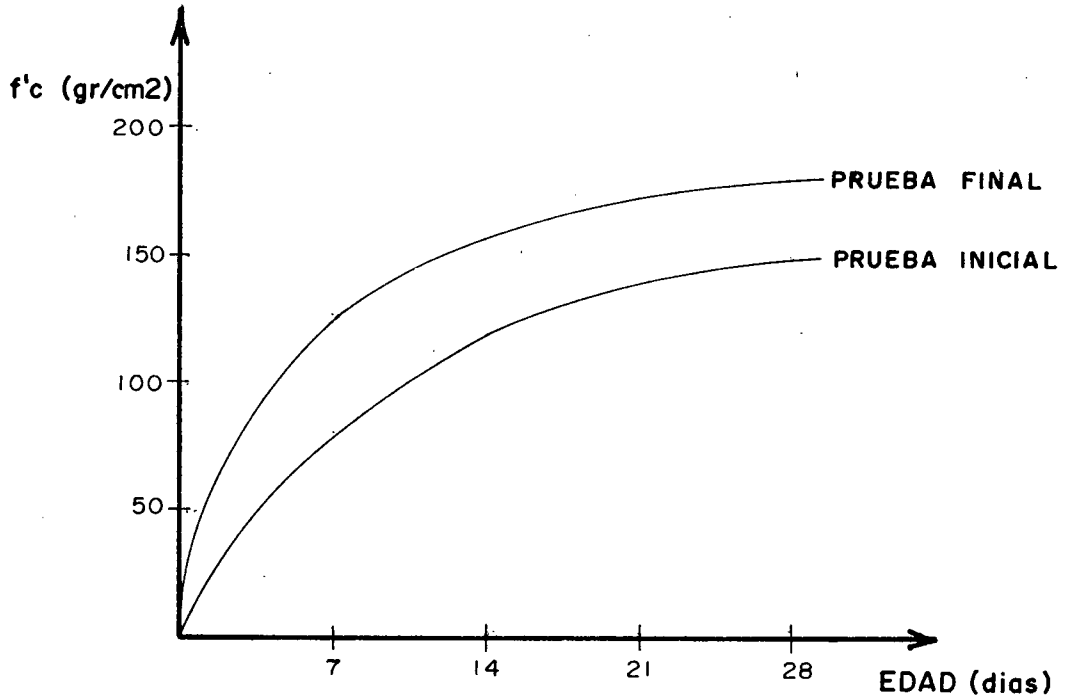
  
SUPERVISOR

*Velardo Pazo Pazo*  
Téc. Const. Lab. Suelos

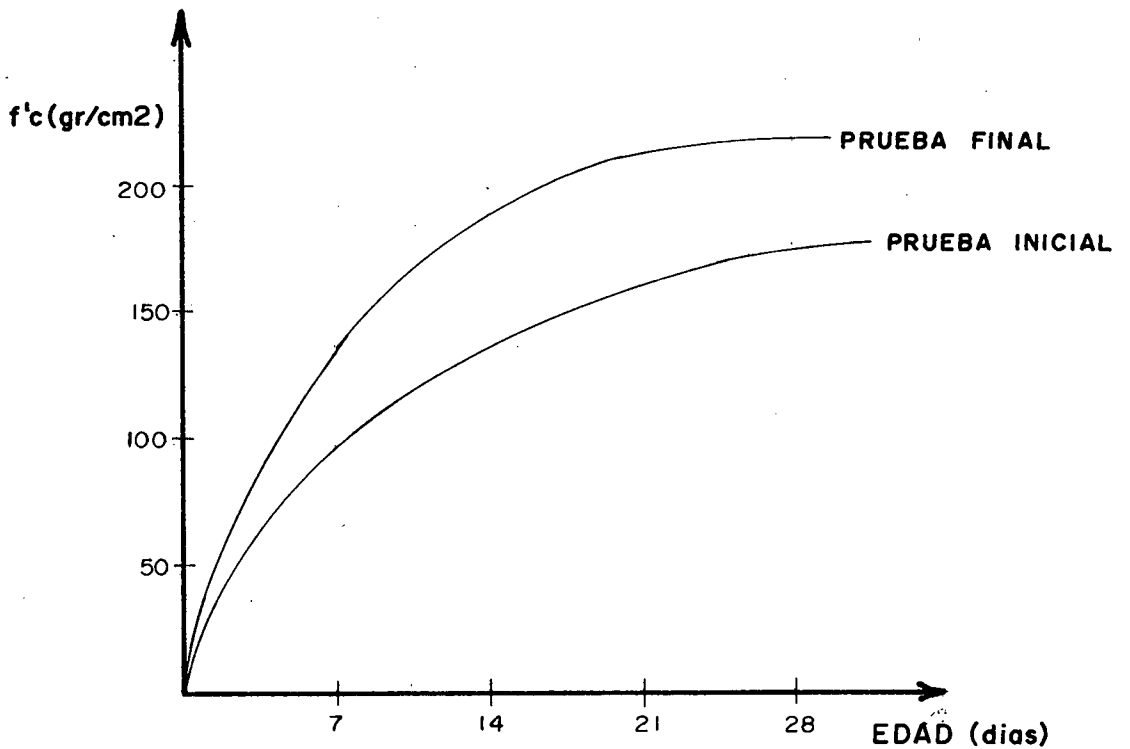
  
OPERADOR

  
Facultad de Ingeniería Civil  
TARAPOTO  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ASFALTO  
JEFE LABORATORIO

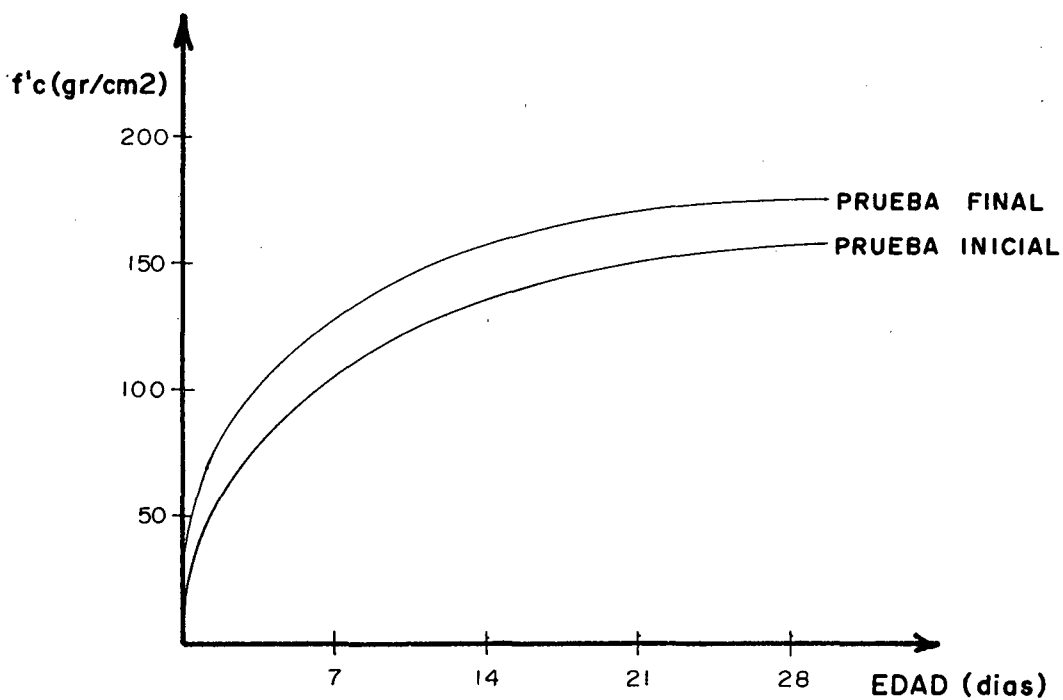
**GRAFICA N° 11.1 :** Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto utilizando agregados fino y grueso del río Cumbaza,  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$



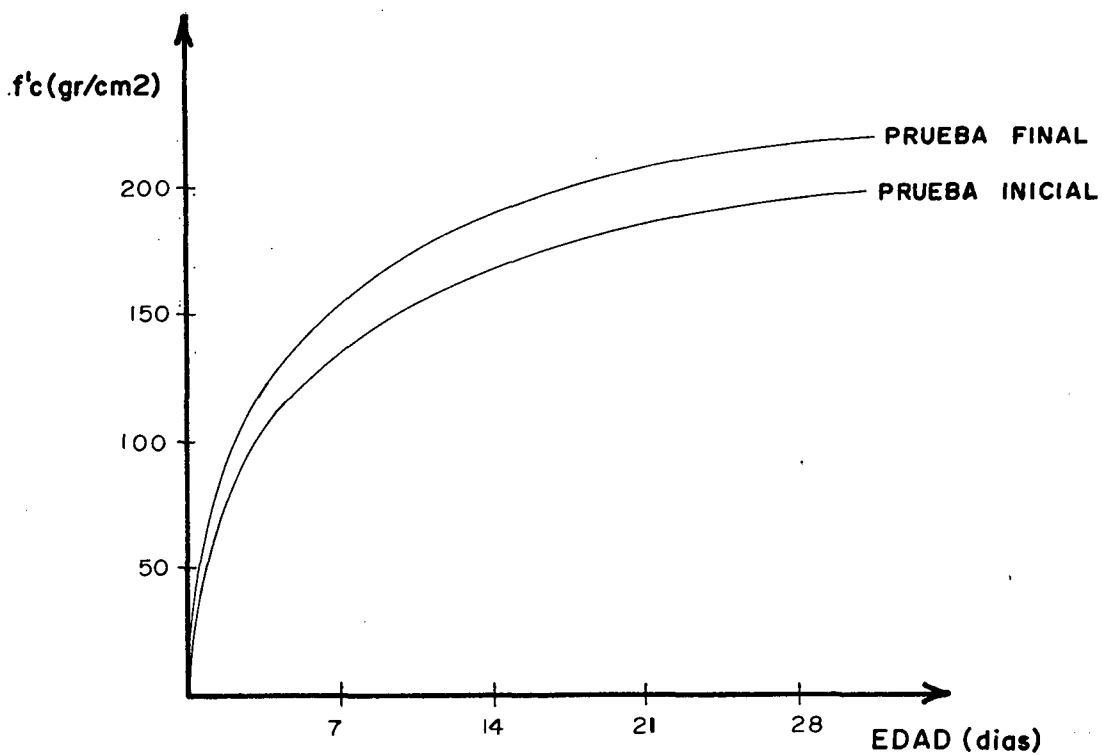
**GRAFICA N° 11.2 :** Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto utilizando agregados fino y grueso del río Cumbaza,  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$



**GRAFICA N° 11.3 :** Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto utilizando agregados fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con  $f'c = 175$   $kg/cm^2$



**GRAFICA N° 11.4 :** Curvas : Edad - Resistencia a la compresión de las probetas de concreto utilizando agregados fino del río Cumbaza y agregado grueso del río Huallaga, con  $f'c = 210$   $kg/cm^2$



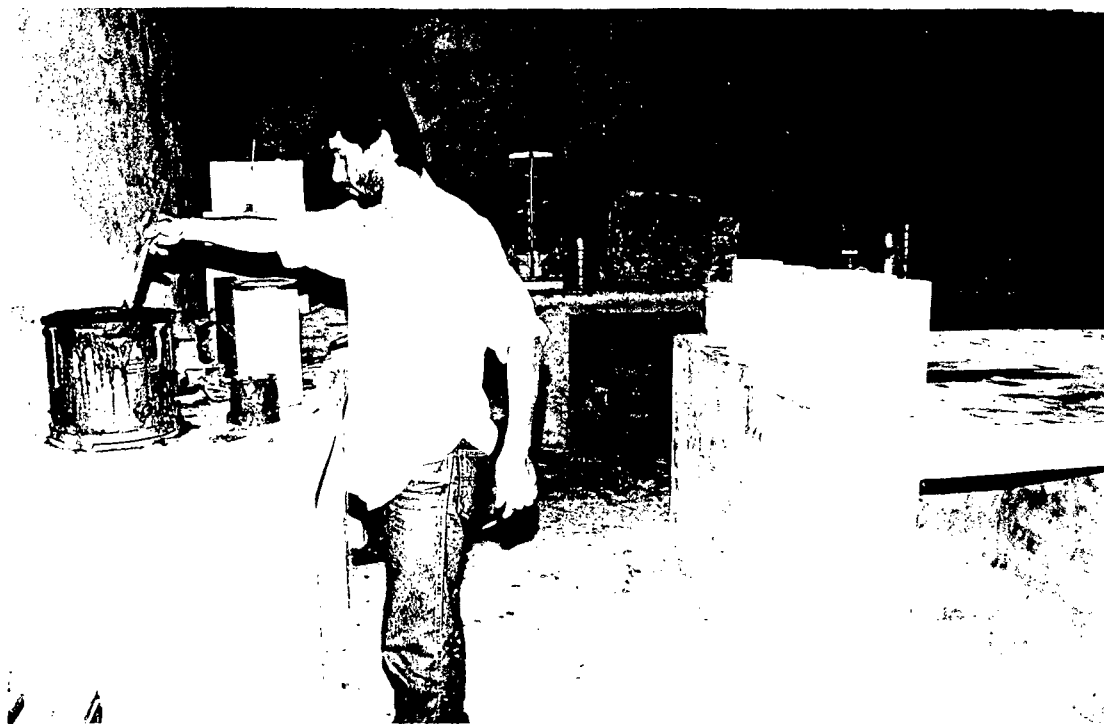


**VISTA FOTOGRAFICA N° 01 :** Primeras probetas de concreto definitivas ( del 11 al 20 ) capeadas, listas a ser sometidas a la prueba de ensayo de compresión en la prensa del laboratorio de Suelos y Concreto de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.S.M.



**VISTA FOTOGRAFICA N° 02 :** Probetas de concreto definitivas ( del 81 al 90 ) en proceso de capeado en el laboratorio de Suelos y Concreto del Departamento de Construcción Civil de I.S.T. "Nor Oriental de la Selva" - Banda de Shilcayo.





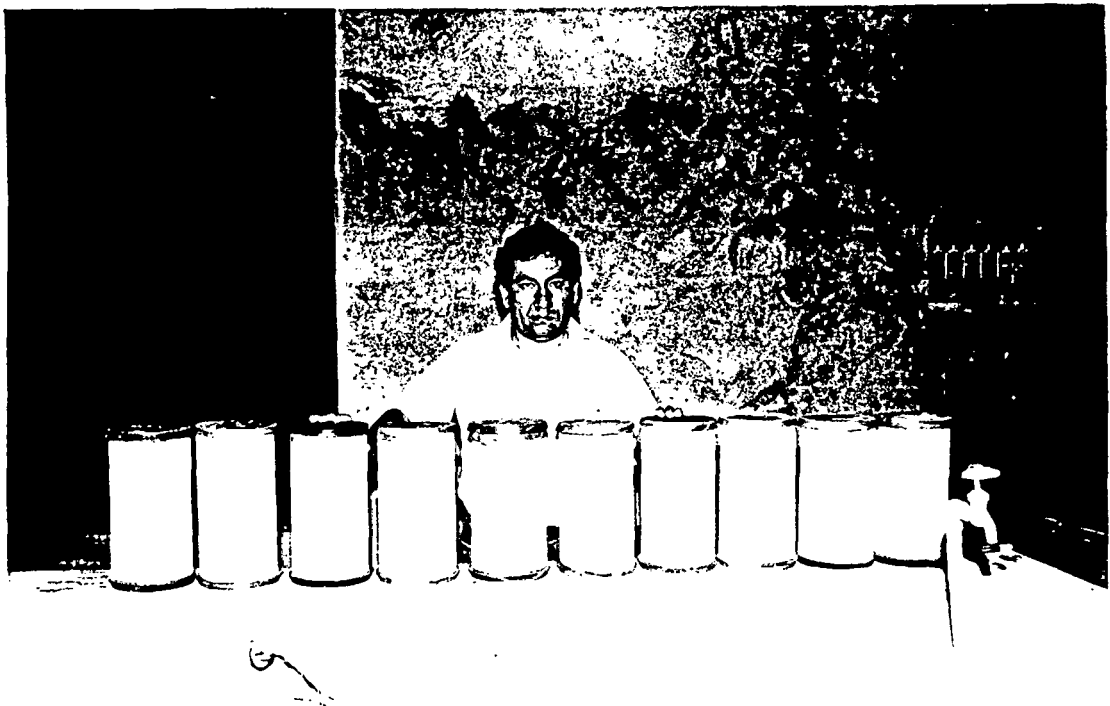
**VISTA FOTOGRAFICA Nº 03 :** Egresado de la carrera Tecnológica de Construcción Civil del I.S.T. “Nor Oriental de la Selva” que participó en los trabajos del estudio, en pleno proceso de batido del Caping en la olla eléctrica para realizar el capeado de las probetas.



**VISTA FOTOGRAFICA Nº 04 :** Responsable de la Tesis en compañía del Profesional Técnico en Construcción Civil, Velarde Pezo Perea, que también participó en el estudio, en pleno proceso de pesado de probetas de concreto, previo al capeado.



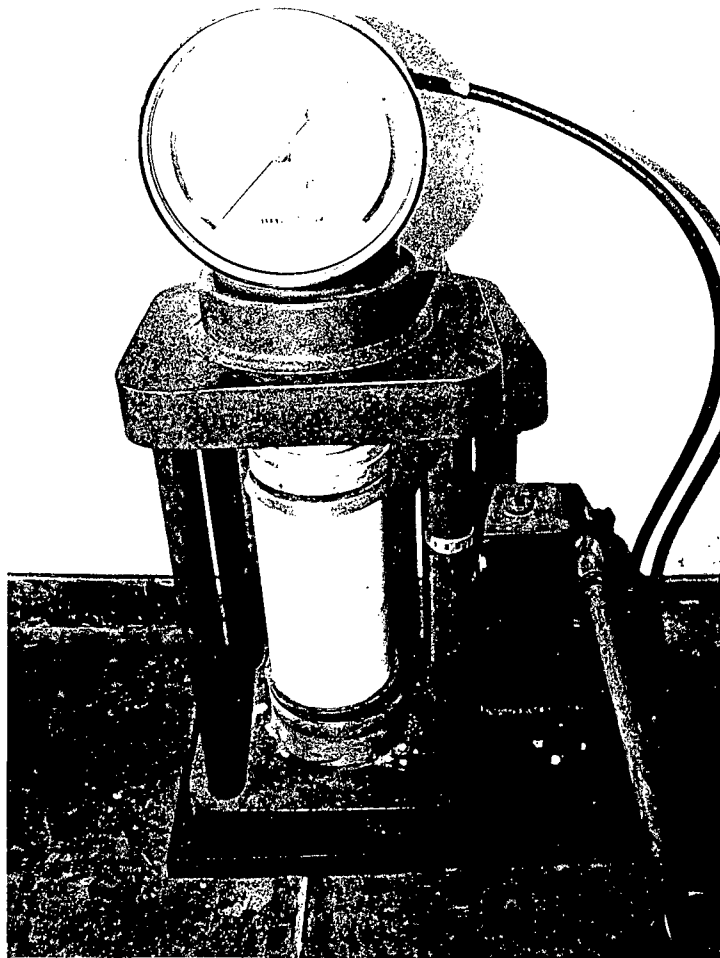
**VISTA FOTOGRAFICA N° 05** : El responsable de la Tesis conjuntamente con el Técnico Velardo Pezo Perea en pleno proceso de capeado a las bases de las probetas de concreto, con el Caping.



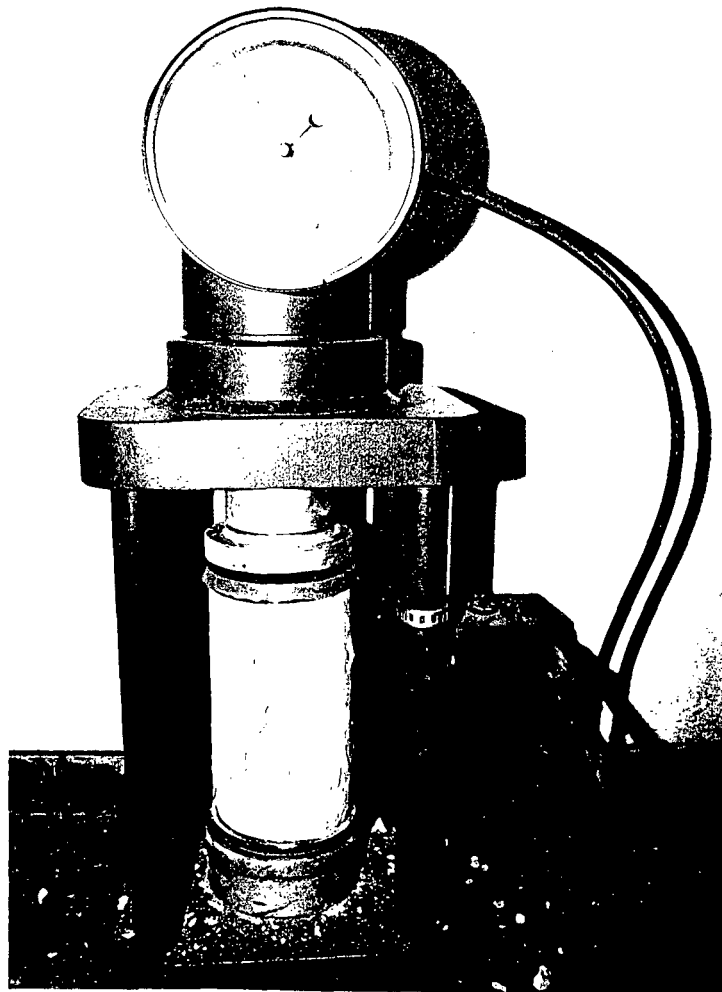
**VISTA FOTOGRAFICA N° 06** : El responsable de la Tesis con las probetas de concreto ya capeadas (del 101 al 110), listas para ser trasladados al laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.S.M. para realizar el ensayo de compresión.



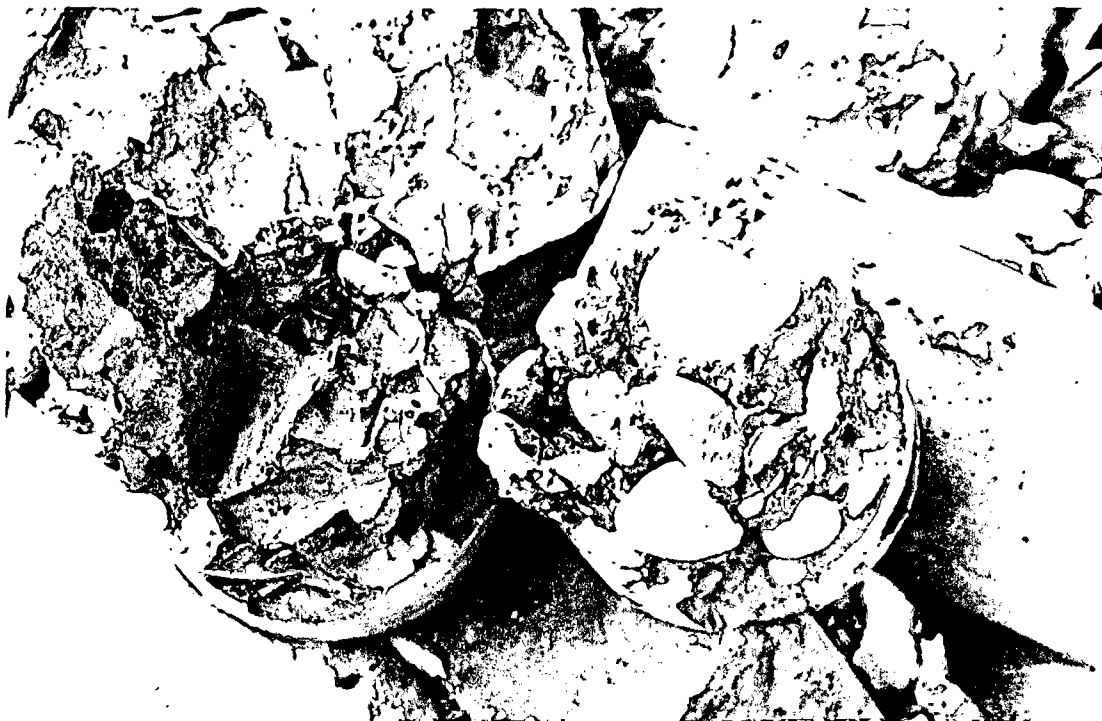
**VISTA FOTOGRAFICA N° 07 :** El responsable de la Tesis en proceso de ensayo de compresión a la probeta de concreto N° 102 en la prensa del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.S.M.



**VISTA FOTOGRAFICA N° 08 :** Probeta de concreto N° 102, ya sometida al ensayo de compresión en la prensa, donde se aprecia que la aguja negra ya regresó, en señal que ha concluido el ensayo, con la indicación de la aguja roja que indica la máxima resistencia soportada por la probeta, previa a la falla del concreto.



**VISTA FOTOGRAFICA N° 09 :** Probeta de concreto N° 106, ya sometida al ensayo de compresión en la prensa, donde se aprecia que la aguja negra ya regresó, en señal que ha concluido el ensayo, con la indicación de la aguja roja que indica la máxima resistencia soportada por la probeta previa a la falla del concreto.



**VISTA FOTOGRAFICA N° 10 :** Probetas de concreto fabricadas con agregado grueso del río Cumbaza después de ser sometidos al ensayo de compresión, donde se aprecia que las fallas del concreto se realiza en el mortero, en la zona de adherencia con el agregado grueso y en el mismo agregado grueso.



**VISTA FOTOGRAFICA N° 11 :** Probetas de concreto fabricadas con agregado grueso del río Huallaga después de ser sometidos al ensayo de compresión, donde se aprecia que las fallas del concreto se realiza en el mortero y en la zona de adherencia con el agregado grueso.