

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**OPTIMIZACIÓN DE DISEÑOS DE CONCRETO PREMEZCLADO CON AGREGADO
ZARANDEADO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

NILTON FREDDY BRAVO NOLASCO

Lima- Perú

2013

© 2013, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir el Informe de Suficiencia en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

- **Correo: nibrano@gmail.com**
- **Teléfonos: 6930478 - 990800598**

DEDICATORIA:

El Informe lo dedico exclusivamente a mis Padres: Lucas Bravo Huayllaro y María Concepciona Nolasco, por su apoyo incondicional; porque creyeron en mi, gracias a Ustedes puedo ver alcanzada mi meta.

A mis hermanos; especialmente a Littman que desde el cielo estuvo iluminándome; aunque no esta presente físicamente en este mundo puedo decirle misión cumplida hermano.

A mi esposa e hijo que estuvieron presentes con su aliento incondicional cuando parecía que me iba a rendir.

Marilyn y Littman Piero.

!!!!Gracias!!!!.

	Pag.
INDICE	1
RESUMEN	3
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I: ANTECEDENTES	
1.1 AGREGADOS.....	9
1.1.1 Definición.....	9
1.1.2 Clasificación de los agregados para concreto.....	9
1.1.3 Características físicas.....	10
1.1.4 Análisis granulométrico.....	12
1.1.5 Módulo de finura.....	13
1.1.6 Evaluación de la calidad y la gradación de agregados.....	13
1.1.7 Material más fino que la malla # 200.....	14
1.1.8 Impurezas orgánicas.....	14
1.1.9 Partículas ligeras, partículas blandas, lentes de arcilla.....	14
1.2 DISEÑOS DE MEZCLA.....	14
1.2.1 Diseño de mezclas de concreto normal.....	14
1.2.2 Parámetros básicos de los métodos de diseño de mezclas de concreto...	15
1.2.3 Pasos generales en los métodos de diseño de mezclas.....	17
CAPITULO II: ESTUDIO DE LOS AGREGADOS	
2.1 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN AGREGADO.....	22
2.2 AGREGADOS EN ESTUDIO.....	22
2.2.1 Definiciones.....	22
2.2.2 Preparación de la muestra para el laboratorio.....	23
2.2.3 Propiedades físicas de los agregados.....	24
2.2.4 Propiedades químicas de los agregados.....	26
CAPITULO III: ESTUDIO DE LOS DISEÑOS	
3.1 DISEÑOS DE CONCRETO EN ESTUDIO.....	30
3.2 CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	30
3.3 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	35

CAPITULO IV: EVALUACION DE COSTOS DE LOS DISEÑOS DE PRODUCCION

4.1	EVALUACIÓN DE COSTOS DE LOS DISEÑOS ACTUALES DE PRODUCCIÓN.....	41
4.2	OPTIMIZACIÓN DE LOS DISEÑOS DE PRODUCCIÓN CON EL MÉTODO DE LAS CURVAS TEÓRICAS Y MODULO DE FINURA.	42
4.2.1	Metodología y procedimiento.....	42
4.2.2	Propiedades físicas de las canteras a utilizar.....	45
4.2.3	Mezcla de agregados.....	46
4.2.4	Dosificación de la mezcla para 1 m ³ de concreto.....	48
4.2.5	Resultados de los ensayos a compresión de las muestras resultantes....	49
4.3	EVALUACIÓN DE COSTOS DE DISEÑOS PROPUESTOS OPTIMIZADOS.....	51
4.4	COMPARATIVO DE GANANCIAS REFERENCIALES RESPECTO A DISEÑOS DE PRODUCCION VS. PROPUESTOS.....	52

CAPITULO V: APLICACIÓN DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS EN PRODUCCION

5.1	PROCEDIMIENTO DE CARGA EN PLANTA LOS PESOS DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS.....	53
5.2	OPTIMIZACIÓN DE LOS DISEÑOS CARGADOS EN PLANTA.....	53
5.3	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO CARGADO EN PLANTA.....	59
5.4	RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS.....	59

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.....	62
6.2	RECOMENDACIONES.....	63
	BIBLIOGRAFIA.....	64
	ANEXOS.....	65

RESUMEN

En la actualidad, la demanda en la construcción ha generado una gran demanda del concreto. Las construcciones de mayor envergadura trabajan con concreto premezclado por el costo beneficio que genera el concreto premezclado, evitando perdidas en horas hombre, en materiales como arena y piedra, que normalmente son acumulados a pie de obra, evitando la contaminación de las calles y garantizando la calidad del concreto.

Esta demanda de la construcción es a nivel nacional, por ello las provincias del Perú también requieren un mayor desarrollo tecnológico para sus obras y el concreto premezclado es parte del mismo. Pero lamentablemente no existen canteras que exploten agregados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP).

Las canteras que formaran parte de este estudio son canteras que se encuentran en la ciudad de Trujillo, que obtienen sus agregados mediante el zarandeo.

Las concreteteras normalmente están acostumbradas hacer mezclas de concreto con arena gruesa que tenga buena gradación y piedra chancada de diferentes husos. Encontrar agregados zarandeados seria un reto y más si no tiene una estadística de las resistencias a 7 y 28 días, además es la primera vez que se trabajaría con Cemento Pacasmayo Tipo I.

La concretetera para entrar al mercado de la ciudad de Trujillo tuvo que bajar su precio de venta, sin tomar en cuenta el precio de venta final y evaluar los insumos que formaría el concreto, al final terminaría perdiendo mes a mes.

El presente Informe consta de dos partes importantes

La Primera parte consta de la recopilación de datos de las canteras que se están usando, estos agregados zarandeados fueron analizados en sus propiedades físicas y químicas, evaluándose la dosificación de las mezclas con estos agregados, los ensayos del concreto fresco y endurecido y los precios unitarios de los insumos que intervinieron en la dosificación para analizar y optimizar los diseños de producción

La segunda parte del informe presenta el estudio realizado para encontrar los mejores agregados para ser usados en los diseños. Realizándose los estudios físicos y químicos para seleccionar el más limpio y que presente una buena gradación.

El método elegido para la optimización de los diseños es el método de la curva teórica (curva de Bolomey) y Módulo de Finura. Este método toma como variable principal al agregado, evaluando su granulometría a efectos de poder optimizar sus propiedades, es un complemento de los métodos de los diseños utilizados, evalúa la calidad de la gradación del agregado mediante su curva granulométrica, y lo controla con el módulo de Finura que es un parámetro de mucha ayuda, que permite dar una trabajabilidad adecuada a la mezcla, y obtener un concreto compacto, con la menor cantidad de cemento posible.

Este método es teórico, en la práctica el Módulo de finura global puede variar fácilmente si no hay un control adecuado desde cantera, llegando a obtener concretos de poca trabajabilidad, poca consistencia y de resistencias a la compresión diferentes.

LISTA DE TABLA

	Pág.
Tabla 1.1 Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.....	16
Tabla 1.2 Relación a/c vs. f'c.....	17
Tabla 1.3 f'cr aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar.....	18
Tabla 1.4 Volumen de agregado compactado en seco por m ³ de concreto.....	19
Tabla 2.1 Resumen de las características del agregado fino.....	27
Tabla 2.2 Resumen de las características del agregado grueso.....	28
Tabla 3.1 Pruebas del concreto 210 kg/cm ² , en estado fresco I.....	30
Tabla 3.2 Pruebas del concreto 210 kg/cm ² , en estado fresco II.....	31
Tabla 3.3 Pruebas del concreto 210 kg/cm ² , en estado fresco III.....	31
Tabla 3.4 Pruebas del concreto 175 kg/cm ² , en estado fresco I.....	32
Tabla 3.5 Pruebas del concreto 175 kg/cm ² , en estado fresco II.....	32
Tabla 3.6 Pruebas del concreto 175 kg/cm ² , en estado fresco III.....	32
Tabla 3.7 Diseño f'c 210 kg/cm ² planteado por el diseñador de la empresa concretera.....	33
Tabla 3.8 Diseño f'c 175 kg/cm ² planteado por el diseñador de la empresa concretera.....	34
Tabla 3.9 Registro de temperatura de agregados.....	35
Tabla 3.10 Valores de t.....	36
Tabla 3.11 Resultado a compresión del diseño f'c 175 kg/cm ²	38
Tabla 3.12 Resultado a compresión del diseño f'c 210 kg/cm ²	39
Tabla 4.1 Precio unitario por m ³ del diseño f'c 175 kg/cm ²	41
Tabla 4.2 Precio unitario por m ³ del diseño f'c 210 kg/cm ²	42
Tabla 4.3 Consistencia del hormigón vs. valores de a.....	45
Tabla 4.4 Características físicas de la arena el milagro.....	46
Tabla 4.5 Características físicas de la piedra corazón de David.....	46
Tabla 4.6 Porcentajes de agregados para cada módulo de finura global.....	48
Tabla 4.7 Pesos para 1 m ³ , para el Diseño f'c 175 kg/cm ²	48
Tabla 4.8 Pesos para 1 m ³ , para el Diseño f'c 210 kg/cm ²	48

Tabla 4.9 Pesos para 80 l, para el Diseño f'c 175 kg/cm ²	49
Tabla 4.10 Pesos para 80l, para el Diseño f'c 210 kg/cm ²	49
Tabla 4.11 Resultados a compresión a 7 y 28 días de los diseños f'c 175 kg/cm ² f'c 210 kg/cm ²	49
Tabla 4.12 Determinación experimental del agua a utilizar.....	50
Tabla 4.13 Costo final para el diseño f'c 175 kg/cm ²	51
Tabla 4.14 Costo final para el diseño f'c 210 kg/cm ²	52
Tabla 4.15 Cuadro comparativo de ganancias para cada diseño.....	52
Tabla 5.1 Diseño f'c 175 kg/cm ² final para 1 m ³ de concreto cargado en planta dosificadora.....	56
Tabla 5.2 Diseño f'c 210 kg/cm ² final para 1m ³ de concreto cargado en planta dosificadora.....	59
Tabla 5.3 Resistencia a la compresión de los diseños óptimos.....	59
Tabla 5.4 Características del concreto fresco para los diseños f'c 175 kg/cm ² y f'c 210 kg/cm ²	60
Tabla 5.5 Expectativa de falla para cada diseño.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Condiciones de saturación de una partícula ideal de saturación.....	10
Figura 1.2 Criterio de balance de volúmenes absolutos.....	15
Figura 3.1 Comportamiento gráfico de las roturas a 7 y 28 días del diseño f'c 175 kg/cm2.....	40
Figura 3.2 Comportamiento gráfico de las roturas a 7 y 28 días del diseño f'c 210 kg/cm2.....	40
Figura 4.1 Comparación NTP vs. Curvas teóricas.....	44
Figura 4.2 Curva de Bolomey VS Curva de los agregados globales.....	47
Figura 5.1 Resistencia a la compresión vs. Tiempo diseño f'c 175 kg/cm2.....	61
Figura 5.2 Resistencia a la compresión vs. Tiempo diseño f'c 210 kg/cm2.....	61

INTRODUCCION

A la fecha son pocos e insuficientes los estudios sobre selección de materiales, diseño de mezcla, producción y curado del concreto que obedezcan a características tanto de nuestros materiales como de nuestro clima.

Estos factores han generado que en la mayoría de las construcciones la calidad del concreto obtenido en obra sea menor a la resistencia especificada por el diseño, reflejando esta deficiencia en testigos que no llegan a la resistencia especificada.

Este trabajo tiene como propósito reducir las causas que generan que la tecnología del concreto en nuestro medio se realice informalmente, en producción pequeña o producción masiva como es el caso de una concretera, nos garantizara un producto satisfactorio en estado fresco, endurecido y económicamente aceptable.

Para lograr lo dicho, utilizaremos un agregado global que resulta de la combinación de las canteras que proporcione buenos materiales, agregados que resulten con ensayos granulométricos aceptables.

Los diseños que se estudiara en esta ocasión, son diseños normales, de resistencias a la compresión, que normalmente es usado en las construcciones de viviendas y en obras de mayor envergadura, es usado en estructuras de poca a mediana importancia.

Los diseños en estudio se realizaran con cemento Pacasmayo del tipo I

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con Huso 57, slump 2 1/2" – 4"

$F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ con Huso 57, slump 2 1/2" – 4"

CAPITULO I ANTECEDENTES

1.1 AGREGADOS

1.1.1 DEFINICIÓN

A los agregados se define como elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente.

Ocupa las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total, la calidad de estos tiene importancia en el producto final.

1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO

A) Por su procedencia

A.1) Agregados Naturales

Son formados por los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, y que son extraídos, seleccionados, y procesados para optimizar su empleo en la producción de concreto

A.2) Agregados artificiales

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios, con tratamiento adicional se mejora para su uso en el concreto.

Algunos agregados de este tipo están formados por la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la microsilice, etc.

B) Por su gradación

La gradación es la distribución volumétrica de las partículas. Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y menores de la malla Standard ASTM #4

C) Por su Densidad

Densidad o Gravedad específica (peso entre el volumen de sólidos referido a la densidad del agua).

Normales con $G_e = 2.5$ a 2.75 , ligeros con $G_e < 2.5$ y pesados con $G_e > 2.75$, cada uno de ellos marca comportamientos distintos en relación al concreto.

1.1.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A) Condiciones de Saturación

En la Fig. 1.1 se esquematiza las condiciones de saturación de una partícula ideal de agregado, partiendo de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial, donde se visualiza los conceptos de saturación en sus diferentes etapas.

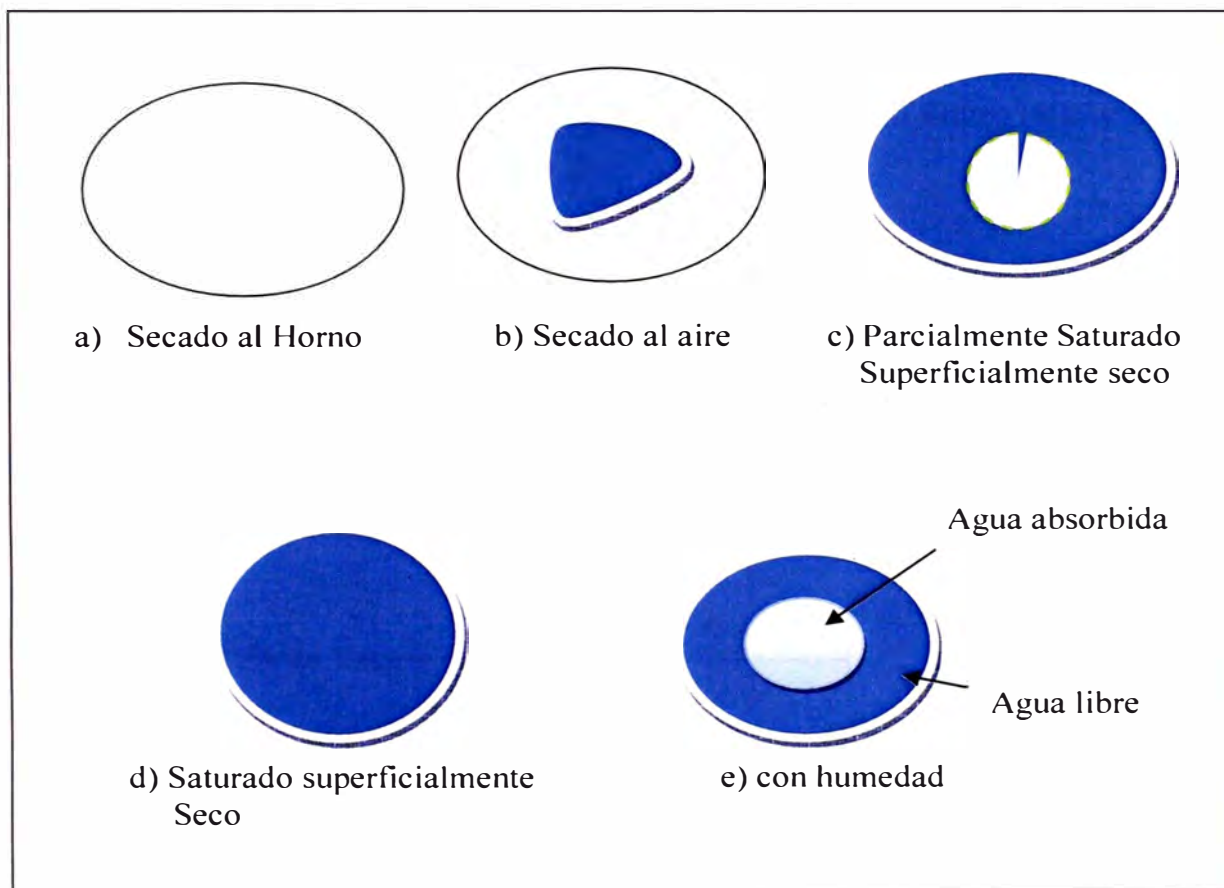


Figura 1.1 Condiciones de saturación de una partícula ideal de agregado

B) Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las Normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio. Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 Kg/m³.

C) Peso unitario

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. La Norma ASTM C-29, define el método estándar para evaluarlo, en condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico con una varilla de 5/8" en 3 capas con 25 golpes cada capa. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1500 y 1700 Kg/m³.

D) Porcentaje de vacíos

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de los agregados. Depende también del acomodo entre partículas.

La norma ASTM C-29 establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico y peso unitario estándar.

$$\% \text{ de Vacios} = 100 \left[\frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right]$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

M = Peso unitario compactado seco

E) Absorción

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas, produciéndose por capilaridad y no llegando a llenarse los poros pues siempre queda aire atrapado.

Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, pues es necesario tener en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Las normas ASTM C-127 Y 128, establece la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

F) Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida por las partículas de los agregados en un momento determinado.

Es una característica importante contribuye a incrementar el agua de la mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta junto con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas.

La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

1.1.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Para medir los volúmenes de los diferentes tamaños de las partículas, se usa una manera indirecta, lo cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

La serie de tamices estándar ASTM para concreto tiene la particularidad de que empieza por el tamiz de abertura cuadrada 3" y el siguiente tiene una abertura igual a la mitad de la anterior. A partir de la malla 3/8" se mantiene la misma

secuencia, pero el nombre de las mallas se establece en función del número de aberturas por pulgada cuadrada. En la tabla 2.1 se consignan los tamices estándar ASTM.

El tamaño máximo, es el menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

El tamaño máximo nominal, el correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

1.1.5 MÓDULO DE FINURA

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

Es un criterio que se aplica a la piedra y a la arena, y sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto.

La base experimental que apoya al concepto de Modulo de finura es que granulometrías que tengan igual módulo de finura, independientemente de la gradación individual, requiere la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia, convirtiéndose en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas.

1.1.6 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y LA GRADACIÓN DE AGREGADOS

Lo importante en cuanto a la granulometría es la gradación total por lo que puede darse el caso de agregados que no entren en los husos y que sin embargo mezclándolos adecuadamente, suministren una distribución de partículas eficiente. La Norma C-33 admite que se podrán emplear agregados que no cumplan los requerimientos, si se demuestra que con ellos se obtienen concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto que se trate.

Para evaluar las granulometrías totales se hace uso de las curvas teóricas y husos totales.

1.1.7 Material más fino que la malla #200

Tiene trascendencia en la adherencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia. Las mezclas requieren una mayor cantidad de agua

1.1.8 Impurezas Orgánicas

Influye en modificar los tiempos de endurecimiento y desarrollo de resistencia, puede provocar manchas o afectar la durabilidad se encuentra en grandes cantidades.

1.1.9 Partículas ligeras, partículas blandas, lentes de arcilla

Si están presentes en grandes cantidades, provocaría la localización de zonas débiles y pueden interferir con la durabilidad.

1.2 DISEÑO DE MEZCLA

Dosificación de mezclas de concreto

El concreto está constituido de cemento, agua, agregados y en este caso aditivos. El cemento, agua y aditivos se considera constante, la calidad de los agregados representa la variable para fines del estudio. Esta es la condición de diseño para la cual determinaremos los porcentaje de agregados fino y grueso en las cuales adecuaremos para obtener concretos más satisfactorios.

Descripción del método

Basado en la granulometría resultante de la mezcla en proporciones adecuadas de agregado fino y grueso, para esto usaremos como base una curva teórica de referencia que representa la gradación óptima del agregado global

1.2.1 DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL

Es la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos.

Concretos normales se refieren a concreto cuyas densidades están entre los 2300 a 2400 Kg/cm² y resistencias máximas del orden 350 a 400 Kg/cm²

1.2.2 PARÁMETROS BÁSICOS DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

A) El Principio de los volúmenes absolutos

Todos los métodos de diseño de mezclas exactos, se basan en el principio de considerar en el cálculo, los volúmenes de los componentes sin incluir los vacíos entre ellos, sumados con el aire que atrapa el concreto suministra la unidad de medida que usualmente es 1m³.

En los cálculos se trabaja con el peso específico de los sólidos, también llamado gravedad específica o peso específico de masa, sea en condición seca o saturada o saturada superficialmente seca, para obtener volúmenes sólidos de los componentes para dosificar adecuadamente y lograr la unidad volumétrica de medida. En la fig. 1.2 se puede apreciar un esquema que ilustra lo indicado.

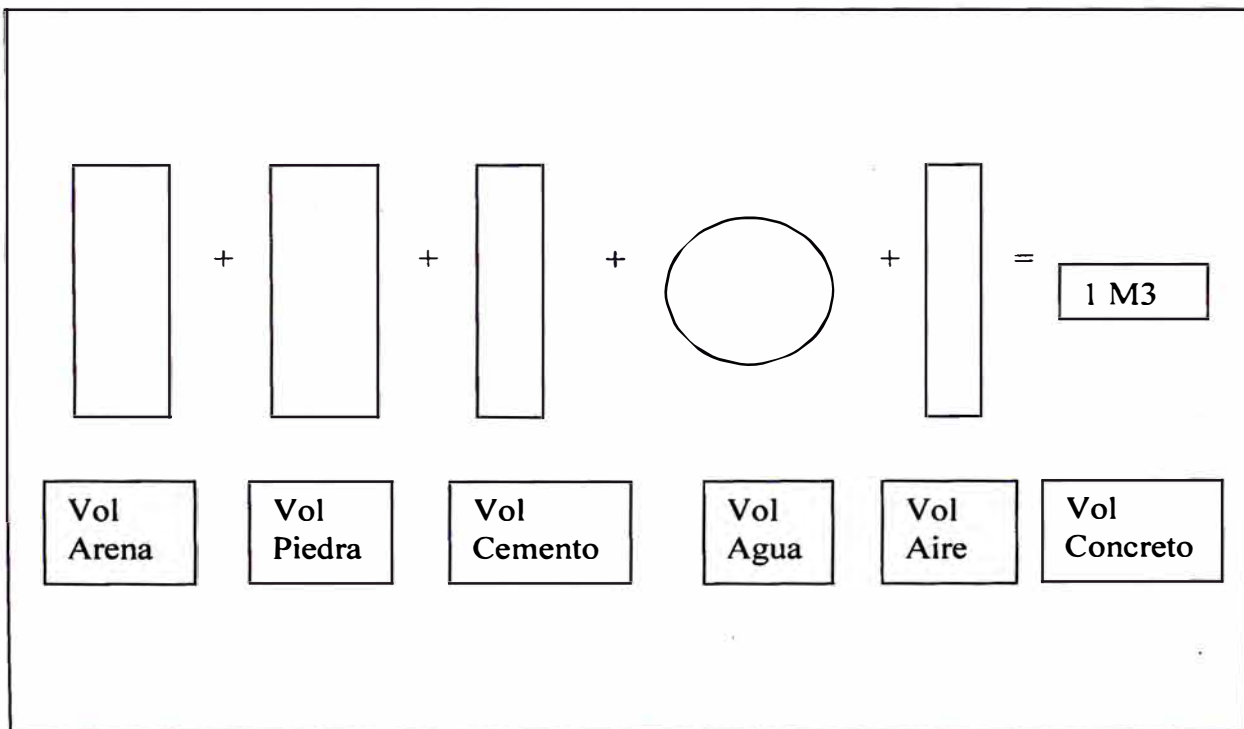


Fig. 1.2 Criterio de balance de volúmenes absolutos

B) La resistencia en compresión y la relación agua/cemento

Un parámetro ineludible en el diseño de mezclas es la relación agua/cemento, este parámetro regula el comportamiento de los materiales en el concreto.

Las condiciones de durabilidad de las estructuras de concreto por circunstancias de exposición y agresividad extrema al medio ambiente y las características de operatividad o uso, motivan que independientemente del f'_{cr} , se deba asumir una relación agua/cemento muy baja que optimice la impermeabilidad, la abrasión, el desgaste y la resistencia a la agresión química etc. Y que estará asociada consecuentemente a una resistencia en compresión generalmente superior a la necesaria por requerimientos estructurales.

En la tabla 1.1 se establece cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes tamaño máximos y sentamientos en concretos con y sin aire incorporados, indicándose en cada caso el % de aire correspondiente referido a la unidad de medida de volumen

Tabla 1.1 Cantidades aproximadas de agua de amasado para diferentes slump, tamaño máximo de agregado y contenido de aire.

Slump	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% Aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	
% de Aire incorporado en función del agregado de exposición								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Según ACI-211.1-91

En la tabla 1.2 se establece relaciones agua/cemento vs f'_{c} a 28 días para concreto con y sin aire incorporado, que pueden usarse sin problemas para diseños de mezcla iniciales.

Los valores se han determinado experimentalmente para concretos sin aire incorporado con hasta 2% de aire atrapado y tiene validez para concretos hasta con 6% de aire incorporado.

Tabla 1.2 Relación agua/cemento vs $f'c$.

$f'c$ a 28 Dias (Kg/cm ²)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	
400	0.42	
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

Según ACI-211.1-91

C) La granulometría de los agregados y el tamaño máximo de la piedra

El criterio de utilizar las granulometrías o gradaciones de agregados que provean el mejor acomodo entre las partículas crea una estructura muy densa, resistente e impermeable y favoreciendo la trabajabilidad.

Existe una gran variedad de opciones en cuanto a cómo evaluar dichas gradaciones y como combinarlas, dependen de la mayor o menor confiabilidad que se le asigne al sustento técnico de cada una.

Dentro de la granulometría, un factor importante, es el tamaño máximo del agregado y su forma. Está justificado experimentalmente que este factor influya en la cantidad de agua que requiere la mezcla para satisfacer condiciones de trabajabilidad, y así cuanto mayor sea el tamaño del agregado y más redondeado, menor será el requerimiento de agua

1.2.3 PASOS GENERALES EN LOS MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLAS

- 1) Definición de parámetros básicos: $f'c$, peso específico de todos los materiales, TM del agregado, slump, relación a/c y % de aire
- 2) Averiguar todo lo referente al proyecto: condiciones climáticas, tipo de estructuras, sistema de vaciado, sistema de curado, sistema de control de calidad, etc.

3) Estimar la cantidad de agua/m³ y el % de aire. En base a Tabla 1.1 del ACI

4) Definir la relación a/c. En base a f'cr y tabla ACI. Tabla 1.2

f'cr aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación estándar.

Tabla 1.3 f'cr aplicable cuando no se dispone de resultados para definir la desviación standard.

f' cr ESPECIFICADO	f' cr (Kg/cm ²)
Menos de 210	f'c + 70
210 - 350	f'c + 84
Mayor de 350	f'c + 98

Según ACI 318

Calcular el cemento en peso y volumen absoluto

Peso cemento en Kg = Peso agua en Kg/ (relación a/c)

Volumen Cemento en m³ = Peso cemento en Kg / p. esp. Cemento en Kg/m³.

5) Calcular los aditivos en volumen absoluto y peso:

Peso aditivo en Kg = Dosis en % x peso cemento en Kg / 100

Volumen aditivo en m³ = peso aditivo en Kg / P. especifico aditivo en Kg / m³

6) Hacer balance de pesos y volúmenes absolutos de lo ya calculado: cemento, agua, aire, aditivo y calcular por diferencia con 1 m³ el volumen ppr completar con agregados.

7) Calcular los agregados en volumen absoluto y peso Tabla ACI 1.3

Tabla 1.4 Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto.

Tamaño Máximo de agregado	Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de la arena			
	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"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Según ASTM C-33

NOTA: El volumen absoluto se calcula multiplicando el de la tabla por el peso unitario compactado en seco de la piedra y dividiendo por su peso específico seco.

- 8) Repartir el volumen remanente entre los % determinados para la arena y piedra y calcular los pesos.

$$\text{Vol. Arena} = \% \text{ Arena} \times \text{Vol. remanente}$$

$$\text{Peso Arena} = \text{Vol. Arena} \times \text{P.e arena}$$

$$\text{Vol. Piedra} = \% \text{ Piedra} \times \text{Vol. Remanente}$$

$$\text{Peso piedra} = \text{Vol. Piedra} \times \text{P.e piedra.}$$

- 9) Revisar que el balance final cuadre para 1 m³ y que el peso unitario este dentro de lo normal (2300 Kg/m³ a 2400 Kg/m³ con agregados normales).

El diseño está completo para condición de laboratorio, hay que corregirlo para Obra.

ANÁLISIS DE CORRECCIÓN DE MEZCLA SECA CUANDO LA HUMEDAD ES < QUE LA ABSORCIÓN

Para corregir el agua de diseño hay que tomar en cuenta que los agregados parcialmente saturados le quitan agua a la mezcla, por lo que se debe añadir la diferencia entre el agua de absorción y la de humedad para mantener la relación a/c constante

$$\text{Peso de agua corregido} = A_c$$

$$A_c = A_{\text{diseño}} + (A_{\text{absorción}} - A_{\text{humedad}})$$

$$A_c = A_{\text{diseño}} + A_{\text{absorción}} - A_{\text{humedad}}$$

Para corregir el agregado seco a su condición real hay que tomar en cuenta que lo que se debe mantener constante en este caso es el volumen absoluto, por lo que tenemos que pesarlo en la práctica con su humedad total.

$$\text{Peso de agregado corregido} = A_{gc}$$

$$A_{gc} = \text{Agregado seco} + \text{Agua de humedad}$$

$$A_{gc} = A_{\text{gseco}} + A_{\text{humedad}}$$

ANÁLISIS DE CORRECCIÓN DE MEZCLA CUANDO LA HUMEDAD > QUE LA ABSORCIÓN

Para corregir el agua de diseño hay que tomar en cuenta que está sobrando agua que procede de la diferencia entre el agua de humedad y la de absorción, por lo que hay que restarla para mantener la relación agua/cemento constante.

Peso de agua corregido = A_c

$A_c = A_{\text{diseño}} - (A_{\text{humedad}} - A_{\text{absorción}})$

$A_c = A_{\text{diseño}} - A_{\text{humedad}} + A_{\text{absorción}}$

Para corregir el agregado seco a su condición real hay que tomar en cuenta que; lo que se debe mantener constante en este caso es el volumen absoluto, por lo que tenemos que pesarlo en la práctica con su humedad total

Peso de agregado corregido = A_{gc}

$A_{gc} = \text{Agregado seco} + \text{Agua de humedad}$

$A_{gc} = A_{\text{gseco}} + A_{\text{humedad}}$

CAPITULO II ESTUDIO DE LOS AGREGADOS

2.1 REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL AGREGADO

Es importante que los agregados cumplan con la NORMA TECNICA PERUANA 2001 establecidas a fin de asegurar la calidad del concreto producido

Las normas necesarias para el estudio son:

NTP 400.010 Extracción y preparación de las muestras

NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

NTP 400.018 Determinación del material que pasa el tamiz normalizado #200

2.2 AGREGADOS EN ESTUDIO

2.2.1 Definiciones

En la ciudad de Trujillo existen varias canteras de agregados que abastecen a las obras, este abastecimiento de material se realiza sin ningún control técnico, y los constructores lo reciben y usan como llega el material a Obra.

La extracción de material se realiza por zarandeo

Para el estudio se tomo tres canteras, las más representativas basadas en el volumen de producción.

- a) Cantera Corazón de David
- b) Cantera San Martín
- c) Cantera el Milagro

Tomaremos como referencia la planta de concreto, está ubicado en la Av. Dos de Mayo S/N Distrito de Larco Herrera Trujillo – La Libertad a 15 minutos de la plaza de armas de Trujillo

a) CANTERA EL MILAGRO

Se encuentra a 40 Km. de la Planta de concreto, margen izquierdo de la Panamericana Norte, es de formación fluvial. Se obtiene arena y piedra por zarandeo. La producción de esta cantera es aproximadamente de 150 m³ de piedra y arena y el dueño de esta cantera es el Sr. Luis Velásquez

a) CANTERA SAN MARTIN

Se encuentra a 25 Km de Planta es de formación aluvial, la cual se extrae piedra y arena. Está ubicado en el Margen izquierdo de la Carretera Panamericana Norte, pertenece al lecho del río seco, cerca a la Playa Huanchaco, y el dueño de la cantera es el Sr. Carlos Chunga

b) CANTERA CORAZÓN DE DAVID

Se encuentra en el distrito de EL Milagro, Panamericana Norte Km 572, a 50 minutos de la ciudad de Trujillo. A 80 Km de la Planta, esta cantera se encuentra en la cabecera del río Seco, la producción de esta cantera es aproximadamente 200 m³ de arena y piedra, se obtiene por zarandeo. El dueño de la cantera es el Sr. José Aybar

2.2.2 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA EL LABORATORIO

La extracción de la muestra deberá ser con cuidado porque la muestra debe ser representativa de todo el material para que los ensayos arrojen resultados coherentes con la realidad.

Se llevó a laboratorio muestras de 100 a 200 kilos por cada material. Se tomó la muestra de los montículos de material, teniendo en cuenta que sean aleatorios y de lugares diversos.

Con la muestra representativa se formó un montículo que se extendió con una pala hasta darle base circular y espesor uniforme, se divide el material en cuatro partes aproximadamente iguales (cuarteo), se tomaron dos partes opuestas se mezclaron y se volvió a cuartear, se repite la operación hasta que se obtiene lo necesario para los ensayos.

2.2.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

El objetivo de estos ensayos, es conocer las propiedades físicas de los agregados y verificar si están aptas para la producción de concreto

- ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Código: NTP 400.012: 2001

Titulo : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Resumen: Establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado. Los valores deben ser considerados como estándar.

- PESO UNITARIO DEL AGREGADO

Código: NTP 400.017:1999

Titulo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

Resumen: Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario de suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación.

Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal 150 mm

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Código: NTP 400.010

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

Para el proporcionamiento de los componentes del concreto, se considera al agregado en condiciones de saturado y superficialmente seco, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Código: NTP 400.021

Relación a una temperatura estable del peso en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Código: NTP 400.022

Establece el método de ensayo para determinar el peso específico (densidad); peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas en agua del agregado fino.

DETERMINACIÓN DE LA MALLA 200

El material que pasa la malla 200, en exceso es nocivo para el concreto ya que disminuye la adherencia del agregado con la pasta e incrementa los requisitos requeridos de agua y puede afectar la resistencia.

Código: NTP 400.018: 2002

Titulo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μ m (200) por lavado en agregados

Resumen: Establece el procedimiento para determinar por vía húmeda el contenido de polvo o material que pasa por tamiz normalizado de 75 μ m (n° 200), en el agregado a emplearse en la elaboración de concreto y morteros. Las partículas de arcilla y otras partículas de agregado que son dispersas por el agua, así como los materiales solubles en agua, serán removidas del agregado durante el ensayo.

2.2.4 PROPIEDADES QUÍMICAS

CONTENIDO DE CLORURO Y SULFATOS

Código : NTP 400.014: 1977

Título : AGREGADOS. Método de ensayo para determinación cualitativa de cloruros y sulfatos

Resumen : Establece un método de ensayo para la determinación cualitativa de cloruros y sulfatos en los agregados usados para elaborar concretos y morteros.

Código : NTP 400.024:1999

Título : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.

Resumen Establece un método de ensayo que cubre los procedimientos para una determinada aproximada de la presencia de impurezas orgánicas dañinas en el agregado fino que va a ser usado en concretos o morteros de cemento hidráulico.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

A continuación se presenta un cuadro resumen, de los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los agregados de las canteras en estudio.

Para la granulometría se realizo tres ensayos con muestras obtenidas de las canteras.

Tabla 2.1 Resumen de las características del Agregado Fino

Ensayo	Requisito	Cantera El Milagro	Cantera Corazón de David	Cantera San Martin
Peso específico de masa	>2.50	2.663	2.691	2.665
Absorción	< 2%	1.019	1.019	0.90
Granulometría		Mala	Buena	Mala
Modulo de Finura	Af > 2.3	2.19	2.84	2.02
Malla 200	Max 5%	3.39	2.64	6.33
Peso Unitario suelto	1500 – 1750	1589	1652.9	1650
Peso unitario compacto	1500 – 1750	1729	1823.6	1740
Sales solubles totales en agua de agregados	1300 Max ppm	309.6	96.5	350
Cloruros Solubles en agua de agregados	600 Max ppm	35.7	8.1	50
Sulfatos solubles en agua de agregados	1000 Max ppm	50	90	100

Tabla 2.2 Resumen de las características del Agregado Grueso

Ensayo	Requisito	Cantera El Milagro	Cantera Corazón de David	Cantera San Martin
Peso específico de masa	>2.50	2.695	2.71	2.68
Absorción	< 2%	1.172	1.018	0.29
Granulometría		regular	Buena	buena
Modulo de Finura	Af > 2.3	7.14	7.62	6.93
Malla 200	Max 1%	0.66	0.3	1.09
Peso Unitario suelto	1500 – 1750	1503.9	1504	1500
Peso unitario compacto	1500 – 1750	1646.4	1636	1650
Sales solubles totales en agua de agregados	1300 Max ppm	160	58	30
Cloruros Solubles en agua de agregados	600 Max ppm	34.9	9	10
Sulfatos solubles en agua de agregados	1000 Max ppm	55	25	30

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

ARENA

Cantera Corazón de David

Granulometría: presenta buena gradación

Modulo de Finura: se encuentra dentro de los parámetros que indica la Norma.

Malla 200: es la más baja en comparación de las canteras El Milagro y San Martín

Cantera El Milagro

Granulometría: presenta mala gradación

Modulo de Finura: está por debajo del mínimo permitido por la norma

Malla 200: Está por debajo del valor mínimo permitido por la Norma

Cantera San Martín

Granulometría: Mala gradación.

Modulo de Finura: el valor está por debajo del mínimo permitido por la Norma

Malla 200: No cumple, tiene alto % de malla 200, para la Norma probablemente está contaminado con arcilla y polvo.

PIEDRA

Cantera Corazón de David

Granulometría: Buena gradación, curva esta dentro del Huso 57

Modulo de Finura: Aceptable

Malla 200: Aceptable

Cantera El Milagro

Granulometría: Mala gradación, curva no está dentro del Huso 57, predominan piedras de $\frac{3}{4}$ "

Modulo de Finura: Aceptable

Malla 200: Aceptable

CAPITULO III ESTUDIO DE LOS DISEÑOS

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cemento Pacasmayo tipo I, huso 57, slump 21/2" – 4"

$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, cemento Pacasmayo tipo I, huso 57, slump 21/2" - 4"

3.1 Diseños de concreto en estudio

Diseños: $f'c$ 210 kg/cm²; $f'c$ 175 kg/cm²

Cemento: Pacasmayo Tipo I

Agregados: Cantera el Milagro; arena gruesa y piedra huso 57

Aditivo: Polyheed 770 R

Pruebas en Trompo de 60 L. de capacidad

3.2 Concreto en estado fresco

Diseño: $f'c$ 210 kg/cm².

Muestreo del concreto NTP 339.036

Medición del Asentamiento (Slump) NTP 339.035

Determinación de la Temperatura del Concreto NTP 339.184

Determinación del Peso Unitario y rendimiento del concreto NTP 339.046

Medición del Contenido de aire del concreto NTP 339.046

A continuación 3 ejemplos del concreto en estado fresco en fechas diferentes

Tabla 3.1 Pruebas del concreto en estado fresco I

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE AIRE (%)		P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.		T°A	T°C			
26.3	28.1	5 1/4	1.4	2371	2355	1.007	
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD							
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C			
03:15:00 p.m.		5 1/4"	26.3	28.1			
03:45:00 p.m.		3"	26.4	28.1			
04:15:00 p.m.		1 1/2"	26.2	28.5			
04:45:00 p.m.		0"	26	28.8			
05:15:00 p.m.		0"	26.8	27			

Según: Empresa concretera

Tabla 3.2 Pruebas del concreto en estado fresco II

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE AIRE (%)	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.					
26	28.1	5"	1.5	2360	2356	1.002
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C		
02:15:00 p.m.		5"	26.0	28.1		
02:45:00 p.m.		3 1/2"	26.1	28.1		
03:15:00 p.m.		1/2"	26.2	28.5		
03:45:00 p.m.		0"	26	27		
04:15:00 p.m.		0"	25.8	27		

Según: Empresa concretera

Tabla 3.3 Pruebas del concreto en estado fresco III

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE AIRE (%)	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.					
26.5	28.1	4 1/4	1.6	2363	2360	1.001
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD						
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C		
01:15:00 p.m.		4 1/4"	26.5	28.1		
01:45:00 p.m.		1 1/2"	26.4	28.1		
02:15:00 p.m.		1/2"	25.5	28.5		
02:45:00 p.m.		0"	25	28.8		
03:15:00 p.m.		0"	24	27		

Según: Empresa concretera

Diseño: f'c 175 kg/cm²

Muestreo del concreto NTP 339.036

Medición del Asentamiento (Slump) NTP 339.035

Determinación de la Temperatura del Concreto NTP 339.184

Determinación del Peso Unitario y rendimiento del concreto NTP 339.046

Medición del Contenido de aire del concreto NTP 339.046

A continuación 3 ejemplos del concreto en estado fresco en fechas diferentes.

Tabla 3.4 Pruebas del concreto en estado fresco I

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE		P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.		AIRE (%)				
19.3	20.1	5 1/4	1.4		2359	2355	1.002
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD							
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C			
03:15:00 p.m.		5 1/4"	19.3	20.1			
03:45:00 p.m.		3 1/2"	19.4	20.1			
04:15:00 p.m.		2 1/2"	19.2	20.5			
04:45:00 p.m.		1 1/4"	19	20.8			
05:15:00 p.m.		0"	18.8	21			

Según: Empresa concretera

Tabla 3.5 Pruebas del concreto en estado fresco II

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE		P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.		AIRE (%)				
26.3	28.1	4 1/4	1.3		2363	2365	0.999
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD							
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C			
02:15:00 p.m.		5 1/4"	26.3	28.1			
02:45:00 p.m.		3 1/2"	26.4	29.1			
03:15:00 p.m.		2 1/2"	26.2	29.5			
03:45:00 p.m.		1 1/4"	25	28.8			
04:15:00 p.m.		0"	25.1	28			

Según: Empresa concretera

Tabla 3.6 Pruebas del concreto en estado fresco III

TEMP. (°C)		SLUMP (pulg)	CONTENIDO DE		P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO
Amb.	Concr.		AIRE (%)				
26.0	28.1	4"	1.5		2360	2359	1.000
PERDIDA DE TRABAJABILIDAD							
Tiempo (horas)		Slump (pulg)	T°A	T°C			
01:15:00 p.m.		4"	26.0	28.1			
01:45:00 p.m.		1 1/2"	26.4	28.1			
02:15:00 p.m.		1/2"	26.2	28.5			
02:45:00 p.m.		0"	25.5	28.8			
03:15:00 p.m.		0"	25.4	29			

Según: Empresa concretera

Tabla 3.7 DISEÑO f'c 210 kg/cm2

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	Pacasmayo T-I	3130			341	0.10895	341	341.0	20.46	kg
Agua	Planta Trujillo	1000			200.00	0.20000	220	204.86	12.29	L
Arena	El Milagro	2663	1.150	1.019	808.11	0.30346	816	817.40	49.04	kg
Piedra # 57	Cant. El Milagro Zaranda Rural	2695	0.580	1.172	999.55	0.37089	1010	1005.35	60.32	kg
Polyheed 770R	Basf	1120			1.91	0.00171	1.91	1.91	0.1023	L
Aire					1.50%	0.0150				
TOTAL						1.0000		2370.5		

Según: Empresa concretera

Tabla 3.8 DISEÑO f'c 175 kg/cm2

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL.	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	Pacasmayo T-I	3130			294	0.09393	294	294.0	17.64	kg
Agua	Planta Trujillo	1000			200.00	0.20000	220	201.73	12.10	L
Arena	El milagro	2663	1.460	1.019	918.20	0.34480	927	931.61	55.90	kg
Piedra # 57	Cant. El Milagro Zaranda Rural	2695	0.550	1.172	929.24	0.34480	939	934.35	56.06	kg
Polyheed 770R	Basf	1120			1.65	0.00147	1.65	1.65	0.0882	L
Aire					1.50%	0.0150				
TOTAL						1.0000		2363.3		

Según: Empresa concretera

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO

Se puede apreciar que la Temperatura Ambiente influye en la pérdida de trabajabilidad de los diferentes diseños, esto debido a que la Producción o pedido de concreto se realizaba a partir de la 1 de la tarde, sumado a que los agregados llegaban a temperaturas de 30, 30.8 °c, como indica en la tabla 3.9, registro de temperaturas de agregados, resultando un producto poco trabajable, llegando a la necesidad de regular con aditivo plastificante aumentando el costo de Producción.

Tabla 3.9 Registro de temperatura de agregados (Cantera El Milagro)

HORA	ARENA (°C)	HUSO 57 (°C)	HUSO 67 (°C)
16:30	27.4	29.7	30.8
09:15	28.8	27.4	26.8
12:15	30.5	28.8	29.7
12:00	30.2	29.2	29.5
09:15	29.6	23.5	23.1

Según: Empresa concretera

El acopio de agregados se realizaba en la parte posterior de la Planta. El cargador solo transporta el material a la faja de alimentación y no uniformiza.

Los agregados no cuentan con divisiones entre husos y están expuestos directamente al sol, no se usaba aspersores ni humedecía el material para control de temperatura.

El rendimiento de los diseños está dentro de lo permitido por la norma ASTM C-138

3.3 Concreto en estado Endurecido

Valor promedio de ensayar dos probetas cilíndricas de 6" de diámetro por 12" de altura, que han sido muestreadas, moldeadas, curadas y ensayadas bajo condiciones estándares controlados. NTP 339.034

El promedio de resultados no es estadísticamente importante si no está asociado a la dispersión entre los valores y la evaluación de aquellos que están por debajo del $f'c$ especificado.

El valor de D_s en la fórmula 1, y tabla 3.10 corresponde a por lo menos 30 testigos de un mismo tipo de concreto en obra representado a 30 tandas diferentes, como en nuestro caso, los cuadros presentan 40 pares de testigos.

Tabla 3.10 Valores de t.

% DE PRUEBAS DENTRO DE LOS LIMITES $\mu \pm tD_s$	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR	t
40.00	3 en 10	0.52
50.00	2.5 en 10	0.67
60.00	2 en 10	0.84
68.27	1 en 6.3	1.00
70.00	1.5 en 10	1.04
80.00	1 en 10	1.28
90.00	1 en 20	1.65
95.00	1 en 40	1.98
95.45	1 en 44	2.00
98.00	1 en 100	2.33
99.00	1 en 200	2.58
99.73	1 en 741	3.00

Según ACI 318

$$F'_{cr} = f'c + t D_s \quad \dots\dots\dots (1)$$

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

RESULTADO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS TESTIGOS

A continuación se presenta un cuadro resumen, de los ensayos realizados a los testigos de los diseños de resistencias 175 y 210 Kg/cm².

Se Observa los resultados de resistencia a los 7 y 28 días, de los concretos 175 kg/cm² y 210 kg/cm².

- Para el Diseño 175 kg/cm², de los resultados de rotura de los testigos a 28 días se detalla los siguientes datos:

F'c promedio: 226 Kg/cm²

Ds: 15.88 Kg/cm²

F'cr ACI 318: 196 Kg/cm²

t: 3.21 expectativa de falla: 1 en 741

Mezcla segura, bajar resistencia promedio. Bajar Cemento!!!

- Para el diseño 210 kg/cm², de los resultados de rotura de los testigos a 28 días se detalla los siguientes datos:

F'c promedio: 233 Kg/cm²

Ds: 14.29 Kg/cm²

F'cr ACI 318: 229 Kg/cm²

t: 1.61 expectativa de falla: 1 en 20

Mezcla insegura por la expectativa de falla.

Hay que optimizar la mezcla y subir el cemento.

Tabla 3.11 Resultado a compresión del diseño f_c 175 Kg/cm²

Edad: 7 días				Edad: 28 días				
Resistencia Promedio:		185	kg/cm ²	Resistencia Promedio:		226	kg/cm ²	
Desviación Estándar:		14.09	kg/cm ²	Desviación Estándar:		15.88	kg/cm ²	
N° de muestras:		40		Expectativa falla individual:		1:3		
Tendencia:				N° de muestras:		40		
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)				Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)				
GUIA	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	GUIA	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	Promedio Consecutivo
1	192	198	195	1	220	220	220	
2	172	171	172	2	207	207	207	
3	178	176	177	3	217	220	219	215
4	216	219	218	4	230	235	233	219
5	175	180	178	5	206	204	205	219
6	202	203	203	6	238	242	240	226
7	204	203	204	7	246	247	247	231
8	196	200	198	8	231	234	233	240
9	210	212	211	9	223	226	225	235
10	198	200	199	10	225	229	227	228
11	186	187	187	11	233	229	231	228
12	175	171	173	12	212	214	213	224
13	174	168	171	13	216	216	216	220
14	170	175	173	14	212	204	208	212
15	166	170	168	15	214	215	215	213
16	193	189	191	16	221	220	221	214
17	193	185	189	17	246	242	244	226
18	175	178	177	18	237	241	239	235
19	161	160	161	19	209	218	214	232
20	172	169	171	20	225	226	226	226
21	170	169	170	21	229	231	230	223
22	179	185	182	22	223	222	223	226
23	185	190	188	23	224	226	225	226
24	189	191	190	24	228	231	230	226
25	175	183	179	25	227	219	223	226
26	178	180	179	26	218	221	220	224
27	214	208	211	27	246	246	246	230
28	166	172	169	28	208	216	212	226
29	177	181	179	29	220	223	222	227
30	186	190	188	30	243	226	235	223
31	188	184	186	31	229	225	227	228
32	175	181	178	32	200	201	201	221
33	184	187	186	33	218	221	220	216
34	194	194	194	34	215	221	218	213
35	184	183	184	35	213	224	219	219
36	163	161	162	36	216	212	214	217
37	212	210	211	37	296	298	297	243
38	182	183	183	38	228	233	231	247
39	176	180	178	39	225	227	226	251
40	192	193	193	40	223	235	229	229

Tabla 3.12 Resultado a compresión del diseño f'c 210 Kg/cm²

Edad: 7 días				Edad: 28 días				
Resistencia Promedio:		187	kg/cm ²	Resistencia Promedio:		233	kg/cm ²	
Desviación Estándar:		9.10	kg/cm ²	Desviación Estándar:		14.29	kg/cm ²	
N° de muestras:		40		Expectativa falla individual:		1:2		
Tendencia:				N° de muestras:		40		
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)				Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)				
GUIA	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	GUIA	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	Promedio Consecutivo
1	184	185	185	1	237	241	239	
2	178	177	178	2	220	210	215	
3	181	182	182	3	220	219	220	225
4	176	180	178	4	227	239	233	223
5	171	179	175	5	227	233	230	228
6	185	189	187	6	218	226	222	228
7	194	193	194	7	213	214	214	222
8	182	187	185	8	214	213	214	216
9	196	198	197	9	210	213	212	213
10	194	196	195	10	230	219	225	217
11	189	184	187	11	210	215	213	216
12	193	198	196	12	230	220	225	221
13	152	154	153	13	210	213	212	216
14	190	189	190	14	222	219	221	219
15	189	190	190	15	220	220	220	217
16	179	176	178	16	221	222	222	221
17	184	189	187	17	232	227	230	224
18	182	193	188	18	225	227	226	226
19	175	170	173	19	220	234	227	228
20	192	182	187	20	238	252	245	233
21	195	193	194	21	237	240	239	237
22	180	193	187	22	239	239	239	241
23	188	193	191	23	234	239	237	238
24	198	198	198	24	254	254	254	243
25	189	187	188	25	241	236	239	243
26	189	187	188	26	231	232	232	241
27	198	199	199	27	246	244	245	238
28	194	198	196	28	267	274	271	249
29	194	194	194	29	231	229	230	249
30	195	185	190	30	246	243	245	248
31	170	173	172	31	240	230	235	237
32	183	185	184	32	230	250	240	240
33	188	196	192	33	240	230	235	237
34	179	183	181	34	269	259	264	246
35	178	177	178	35	231	233	232	244
36	181	175	178	36	233	236	235	244
37	195	185	190	37	227	232	230	232
38	190	195	193	38	238	242	240	235
39	196	194	195	39	247	242	245	238
40	194	199	197	40	263	263	263	249

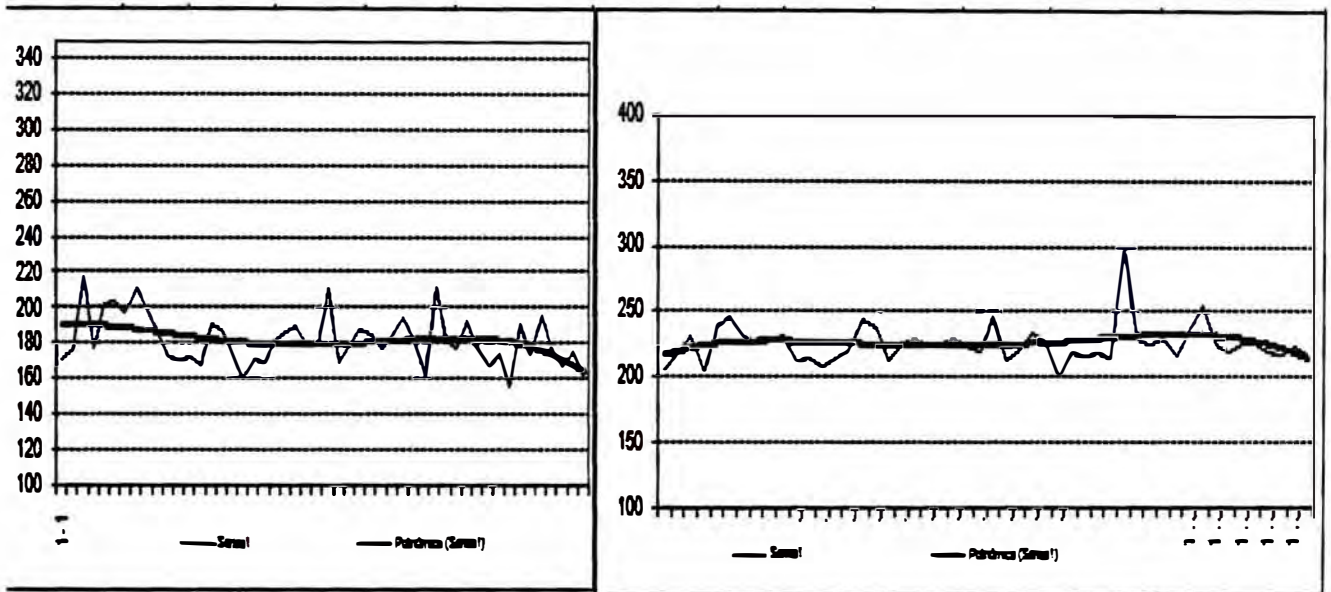


Figura 3.1: Comportamiento gráfico de las roturas a 7 y 28 días del diseño
f'c 175 kg/cm2

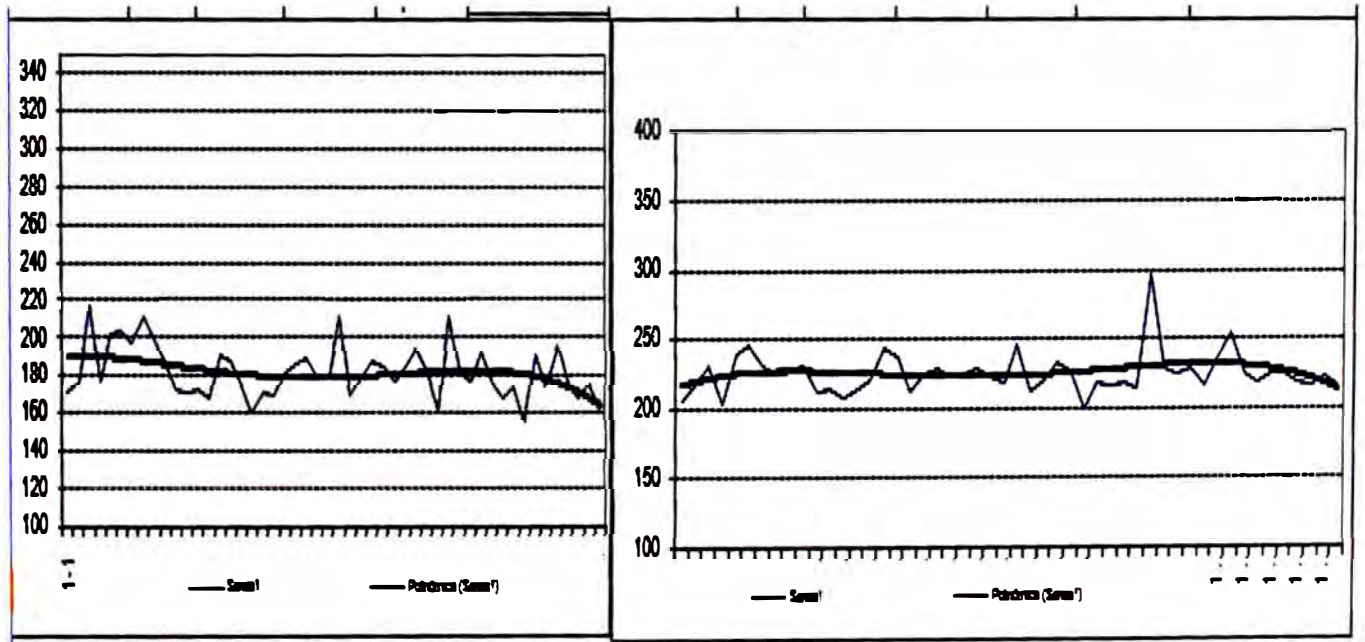


Figura 3.2: Comportamiento gráfico de las roturas a 7 y 28 días del diseño
f'c 210 kg/cm2

CAPITULO IV EVALUACIÓN DE COSTOS DE LOS DISEÑOS DE PRODUCCIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE COSTOS DE LOS DISEÑOS ACTUALES EN PRODUCCIÓN

Se recopila información de los precios por m³ de los insumos que forman parte del concreto, esta recopilación de información es a través de proveedores y la misma Concretera.

El precio que se indica para cada diseño, es el precio que costaba producir 1 m³.

A continuación presentaremos dos cuadros, donde se indicara al final el precio unitario de Producción

Tabla 4.1 Precio unitario por m³ del diseño f'c 175 Kg/cm²

INSUMO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	TANDA M3	COSTO M3
Cemento Pacasmayo TIPO I	Kg	0.433	294	127.302
Agua Trujillo	L	0.006	201.73	1.21038
Arena El Milagro	Kg	0.006	931.61	5.58966
Piedra Huso 57 El Milagro	Kg	0.014	934.35	13.0809
Aditivo Polyheed 770 R	L	2.985	1.11	3.31335
Aditivo Rheobuild 1000	L	4.366	2.01	8.77566
			S/.	159.27

Según: Empresa concretera

Tabla 4.2 Precio unitario por m3 del diseño f'c 210 Kg/cm²

INSUMO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	TANDA M3	COSTO M3
Cemento Pacasmayo TIPO I	Kg	0.433	341	147.653
Agua Trujillo	L	0.006	204.86	1.22916
Arena El Milagro	Kg	0.006	817.4	4.9044
Piedra Huso 57 El Milagro	Kg	0.014	1005.35	14.0749
Aditivo Polyheed 770 R	L	2.985	1.71	5.10435
Aditivo Rheobuild 1000	L	4.366	2.01	8.77566
			S./	181.74

Según: Empresa concretera

4.2 OPTIMIZACIÓN DE LOS DISEÑOS DE PRODUCCIÓN CON EL MÉTODO DE LAS CURVAS TEORICAS Y MÓDULO DE FINURA

4.2.1 METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO

Como sabemos el concreto está constituido básicamente de cemento, agua y agregados, por lo tanto la calidad y tipo de estos materiales representan tres variables que van incidir dependiendo de su calidad y relación entre ellos en las propiedades del concreto. El cemento y el agua se consideran constantes, la calidad del agregado representa una variable para fines de estudio, esta es la condición de los diseños pues determinaremos para que porcentajes de agregado grueso y fino obtendremos concretos más satisfactorio

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Este método tiene que ver con la granulometría resultante de la mezcla en proporciones adecuadas de agregado fino y grueso, para esto se utilizara una curva teórica de referencia que representara la gradación optima del agregado global o también haciendo uso de los limites granulométricos para los agregados globales, controlándolo con un parámetro que será de mucha ayuda que es el Módulo de finura siendo este un parámetro adimensional.

Para encontrar la combinación granulométrica más adecuada utilizaremos: una curva ideal que representa la granulometría ideal del agregado, los límites que nos establece las Normas agregado global y un parámetro de control que es el Modulo de Finura global, se obtiene de las investigaciones realizadas por Stanton Walker y un grupo de investigadores de la Universidad de Meryland las cuales son:

$$\mathbf{MfAG = \%Af \times Mfaf + \%Ag \times Mfag} \quad \text{..... (4.1)}$$

$$\mathbf{1 = \%Af + \%Ag}$$

MfAG = Modulo de finura del agregado global

Mf af = Modulo de finura del agregado fino

Mfag = Modulo de finura del agregado grueso

%Af = Porcentaje del agregado fino con relación al volumen absoluto total del agregado

%Ag = Porcentaje del agregado grueso con relación al volumen absoluto total del agregado

Se puede apreciar que las constantes que obtendremos del análisis granulométrico son los módulos de finura del agregado grueso y fino. Los porcentajes que intervienen del agregado fino y grueso son variables y estarán en función del modulo de finura del agregado global y esto se obtendrá al ajustar la curva granulométrica resultante de la mezcla de agregados a una curva ideal como lo siguiente:

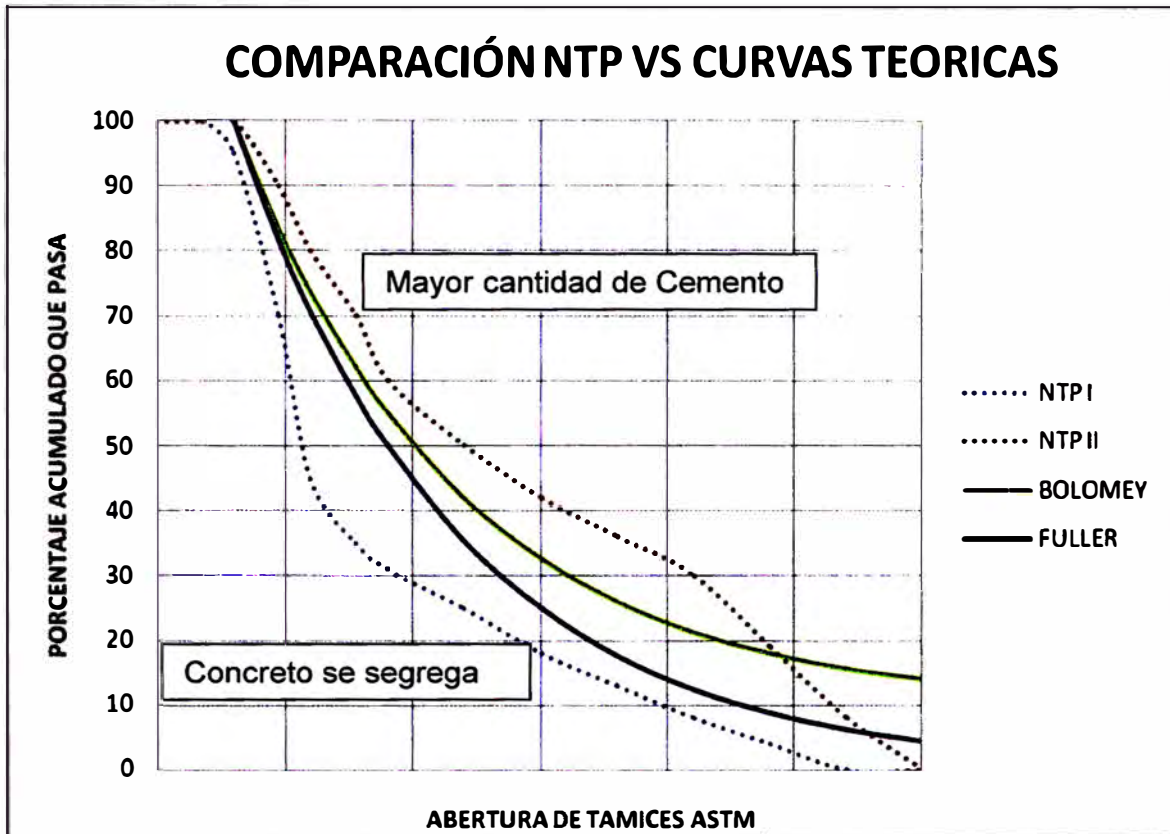


Fig. 4.1 Comparación NTP Vs. Curvas teóricas

En la Figura 4.1 apreciamos que la curva de Bolomey se ajusta más a la parte central de los límites de la Norma, y la curva de Fuller esta próximo a la zona donde los concretos tienden a segregar y a ser menos trabajable, tomando en cuenta esta observación se optara de realizar la mezcla de los agregados tomando como referencia la curva de Bolomey.

La ecuación general de la parábola de Bolomey es:

$$Y = a + (100 - a) \times (d/D)^{0.5} \dots\dots\dots(4.2)$$

- Donde: Y = % en peso que pasa cada tamiz
- D = Tamaño Máximo del agregado
- d = Abertura del diámetro de cada tamiz

El valor de "a" es una constante que depende de la forma del agregado y consistencia de la mezcla, se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 4.3 Consistencia del Hormigón vs. Tipo de agregados

CONSISTENCIA DEL HORMIGON	VALORES DE a	
	Agregado Redondeado	Agregado Chancado
SECA Y PLASTICA	10	12
BLANDA	11	13
FLUIDA	12	14

Según: Montoya, Meseguer, Morán. Hormigón Armado I

Para nuestro caso contamos con un agregado subredondeado y una consistencia del concreto plástico, por lo que el valor de "a" será 10. Obteniendo la ecuación siguiente:

$$Y = 10 + 90 \times (d/D)^{0.5} \dots\dots\dots (4.3)$$

Las curvas mezcla de agregados se tratara de ajustar al máximo a la curva de Bolomey, y estarán dentro de los límites de la Norma para agregados globales

4.2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CANTERAS A UTILIZAR

De las tablas 2.1 y 2.2 observamos que los agregados más óptimos a ser usados son:

Arena Gruesa: Cantera El Milagro

Se escoge esta cantera porque la malla 200 de cantera San Martín supera el 5%, probablemente contaminado con arcillas y terrones, y el modulo de finura del agregado Corazón de David es muy grueso tomando en cuenta que la Piedra de la cantera mas optima a ser usada es también gruesa, estaríamos frente a un concreto poco trabajable de mala apariencia.

Piedra Huso 57: Cantera Corazón de David

Se escoge esta cantera, porque malla 200 de la cantera El Milagro esta elevado, presenta bastante material fino, no tiene buena granulometría y la piedra de la cantera San Martín es escasa, no es confiable.

A continuación un resumen de las propiedades físicas de los agregados a ser usados en la mezcla del agregado Global.

Características físicas de la arena
Tabla 4.4 El Milagro

P.E =	2663	Kg/m ³
P.U.S =	1589	Kg/m ³
P.U.C =	1729	Kg/m ³
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

Características físicas de la piedra
Tabla 4.5 Corazón David

P.E =	2710	Kg/m ³
P.U.S =	1504	Kg/m ³
P.U.C =	1636	Kg/m ³
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Según: Laboratorio de empresa concretera

4.2.3 MEZCLA DE AGREGADOS

Teniendo definido las canteras que se utilizara para los agregados fino y grueso, procedemos al mezclado para generar un agregado global, luego lo comparamos con la curva de Bolomey, la curva que más se acerca a la curva de Bolomey es la que será elegida para el Diseño de Mezcla.

Presentamos 6 diferentes mezcla de agregados, se puede apreciar cada uno de ellos en el anexo IV

A continuación se presenta la curva de Bolomey vs Mezcla del agregado global, conformada por la arena de la cantera El Milagro y la piedra de Huso 57 de cantera Corazón de David

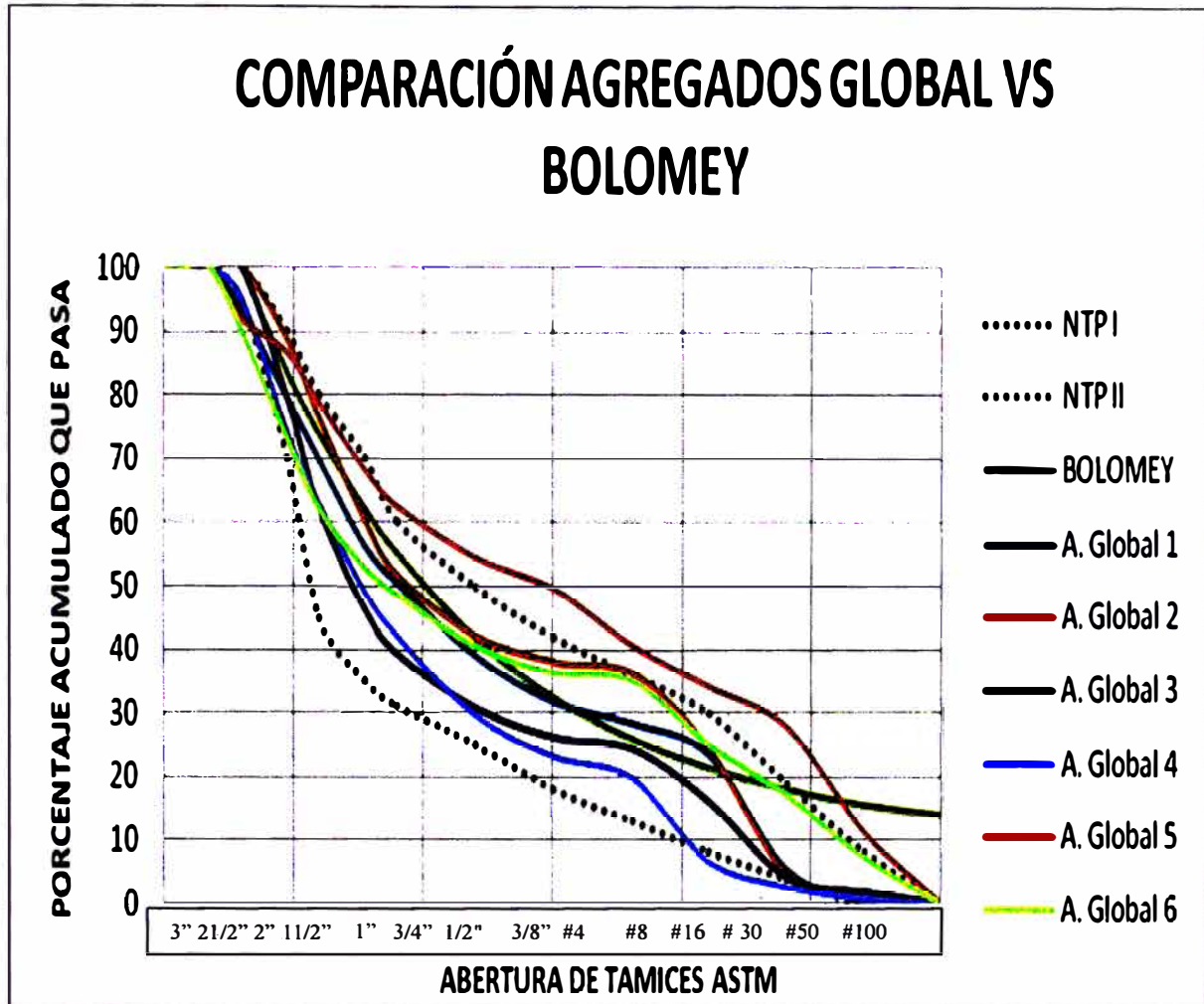


Fig. 4.2 Curva de Bolomey Vs. Curvas de los agregados globales

De las granulometrías Agregado global (Anexo IV), obtenemos los siguientes valores

MFG1 = 5.58	MFG2 = 5.25
MFG3 = 5.95	MFG4 = 6.17
MFG5 = 4.49	MFG6 = 5.38

De la fórmula 4.1 y valores de las tablas 4.4 y 4.5, obtenemos los porcentajes de los agregados para cada MF Global

Tabla 4.6 Porcentajes de agregados para cada módulo de finura global

Agregados	M. F.G	% Arena	% Piedra
A. Global1	5.58	38%	62%
A. Global2	5.25	44%	56%
A. Global3	5.95	31%	69%
A. Global4	6.17	27%	73%
A. Global5	4.49	58%	42%
A. Global6	5.38	41%	59%

4.2.4 DOSIFICACIÓN DE LA MEZCLA PARA 1 M3 DE CONCRETO

Para la dosificación de la mezcla se tomara los porcentajes de arena y piedra del A. Global1 de Módulo de Finura 5.58 (Tabla 4.6); porque en la figura 4.2 se aprecia que la curva de este A. Global es la que más se acerca a la curva de Bolomey

Tabla 4.7 DISEÑO 175 kg/cm²

Agua =	199	Kg
Cemento =	292	Kg
Piedra =	1183.69	Kg
Arena =	721.79	Kg
Aditivo =	1.17	Kg
Total =	2398	Kg

Tabla 4.8 DISEÑO 210 kg/cm²

Agua =	201	Kg
Cemento =	329	Kg
Piedra =	1122.76	Kg
Arena =	744.69	Kg
Aditivo =	1.32	Kg
Total =	2397	Kg

Para ambos diseños la cantidad de agua se obtuvo experimentalmente, pero se partió de la cantidad teórica que nos proporciona la tabla del ACI, para un Tamaño Máximo de 1 1/2" y una consistencia plástica se utilizó para ambos diseños 181 l/m³. Para ambos casos se obtuvo un asentamiento seco, sin slump, entonces aumentamos el agua hasta encontrar la cantidad exacta.

Los diseños se puede observar en el anexo V.

Las pruebas se realizarán en un trompo cuya capacidad es de 80 Litros, en la tabla 4.11, se observa la determinación experimental para obtener la utilización del agua en cada uno de los diseños.

Tabla 4.9 Diseño f'c 175 Kg/cm²Tabla 4.10 Diseño f'c 210 Kg/cm²

Insumo	Dosificación	Unidad	Insumo	Dosificación	Unidad
Agua =	15.93	L	Agua =	16.04	L
Cemento =	23.36	Kg	Cemento =	26.32	Kg
Piedra =	94.70	Kg	Piedra =	89.82	Kg
Arena =	57.74	Kg	Arena =	59.58	Kg
Aditivo =	0.09	L	Aditivo =	0.11	L

4.2.5 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS RESULTANTES

Tabla 4.11 Resultados a compresión f'c 175 kg/cm² y f'c 210 kg/cm²

Diseño	Relación A/C	F'c a 7 Días (Kg/cm ²)	F'c a 28 Días (Kg/cm ²)
210kg/cm²	0.57	-	-
	0.58	198	299
	0.58	195	298
	0.61	189	289
175kg/cm²	0.64	-	-
	0.66	200	245
	0.67	192	229
	0.68	185	230

Estos diseños serán cargados en Planta para su optimización final.

Tabla 4.12 Determinación experimental del agua a utilizar

Diseño	Relación A/C	Agua de Diseño L	Asentamiento	M. de Finura	Observaciones
210 kg/cm ²	0.57	187	0	5.58	sin plasticidad, mezcla seco
	0.58	191	2"	5.58	sin plasticidad, poca consistencia
	0.58	191	3"	5.58	de buena plasticidad poco consistente
	0.61	201	4 1/2"	5.45	Consistencia de buena plasticidad
175 kg/cm ²	0.64	187	0	5.58	sin plasticidad, mezcla seco
	0.66	192	2"-3"	5.58	con poca plasticidad y poco consistente
	0.67	196	3"-4"	5.58	buena plasticidad, poco consistente
	0.68	199	4"-5"	5.58	Consistencia de buena plasticidad

4.3 EVALUACIÓN DE COSTOS DE DISEÑOS PROPUESTOS OPTIMIZADOS

Tomando como referencia los mismos precios unitarios de los insumos por m³.

Obteniendo la proporción adecuada de los insumos para cada uno de los diseños, esta proporción adecuada se obtiene luego de varios ensayos mezclando para una relación a/c varios % de agregados y de esa manera mantener la resistencia y buscar una mejor consistencia y trabajabilidad en cada uno de los diseños de Producción.

A continuación se presenta dos cuadros, para cada uno de los diseños, indicando la proporción adecuada y el precio final de producción de cada uno de ellos.

De las tablas 5.1 y 5.2 tendremos lo siguiente:

Tabla 4.13 Precio final para el diseño f'c 175 kg/cm²

INSUMO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	TANDA M3	COSTO M3
Cemento Pacasmayo TIPO I	Kg	0.433	292	126.436
Agua Trujillo	L	0.006	201	1.206
Arena El Milagro	Kg	0.006	719.34	4.31604
Piedra Huso 57 C. de David	Kg	0.015	1179.66	17.6949
Aditivo Polyheed 770 R	L	2.985	1.61	4.80585
				154.46

Tabla 4.14 Precio final para el diseño f'c 210 kg/cm²

INSUMO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	TANDA M3	COSTO M3
Cemento Pacasmayo TIPO I	Kg	0.433	329	142.457
Agua Trujillo	L	0.006	207	1.242
Arena El Milagro	Kg	0.006	646.46	3.87876
Piedra Huso 57 C. de David	Kg	0.015	1206.71	18.10065
Aditivo Polyheed 770 R	L	2.985	1.81	5.40285
				171.08

4.3 COMPARATIVO DE GANANCIAS REFERENCIALES RESPECTO A DISEÑOS EN PRODUCCIÓN VS PROPUESTOS

En el siguiente cuadro se aprecia los precios de Producción de los diseños en estudio, estos precios son actuales y propuestos u optimizados, y se observa que hay una diferencia de precios por m³ que es considerable.

Para el diseño 175 kg/cm², con la optimización se está ganando o ahorrando s/. 4.81

Para el diseño 210kg/cm², con la optimización se está ganando o ahorrando s/. 10.66

Tabla 4.15 Cuadro comparativo de ganancias para cada diseño

DISEÑOS	175 kg/cm ²	210 kg/cm ²
ACTUALES	159.27	181.74
PROPUESTOS	154.46	171.08
DIFERENCIA	4.81	10.66

CAPITULO V APLICACIÓN DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS EN PRODUCCIÓN

5.1 PROCEDIMIENTO DE CARGA DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS EN PLANTA

La carga en Planta se realiza en dos partes:

- Primera Parte:

50% del peso total de Piedra, 50% del peso total de la arena, 50% del cemento, $\frac{3}{4}$ del agua total de la mezcla más el aditivo

- Segunda Parte:

El 50% restante de la piedra, el 50 % restante de la arena, 50% del cemento y lo que falta el peso del agua.

- Se descarga en el camión mezclador que está bajo Planta, la demora en cargar un camión mezclador de 8 m³ es de 15 minutos.
- Sale el camión mezclador al área de regulación o inspección del concreto.
- Si el concreto cargado esta conforme a lo requerido por el cliente, se traslada el camión mezclador a Obra, sin dejar de rotar el trompo mezclador para evitar que el concreto se segregue.

Los Diseños a cargar Tabla 4.7 y 4.8

5.2 OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO CARGADO EN PLANTA DOSIFICADORA

Se realizan varios cambios al diseño, debido a la trabajabilidad y consistencia.

El concreto que se aprecia después de la carga al camión, será inspeccionado antes de ser enviado a Obra.

En el siguiente cuadro apreciaremos los cambios que se tuvo que hacer para que el diseño sea trabajable y consistente, cambios que reflejan en la carga 05 para el Diseño 175 kg/cm² y carga 06 para el diseño 210kg/cm²

A continuación los diseños optimizados, las demás pruebas se encuentran en el anexo V

Paso 1 DATOS DISEÑO f'c 175kg/cm2

Proporción de los agregados

% piedra =	62	0.62
% arena =	38	0.38

féc. =	175	Kg/cm2
Slump =	3" - 4"	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3

»»»

f'cr =	245	Kg/cm2
--------	-----	--------

Tabla 1.3 ACI

P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3
----------------	------	-------

Características físicas de la arena

El Milagro

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

Características físicas de la piedra

Corazón de David

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	195	L	»»»
Volumen del cemento	a/c =	0.67	
Volumen de aire atrapado	0.01	m3	»»»
Volumen del Aditivo	1.606	Kg	»»»

0.195	m3
-------	----

Tabla 1.1

292	Kg	»»»
-----	----	-----

0.09329	m3
---------	----

Tabla 1.2

Tabla 1.1

0.001	m3
-------	----

Volumen de los agregados

Cemento =	0.09329	m3			
Agua =	0.19500	m3	A + P =	0.70028	m3
Aditivo =	0.00143	m3	A/P =	0.61290	
Arena =	A	m3	A =	0.26610	m3
Piedra =	P	m3	P =	0.43417	m3
Aire =	0.01000	m3			
Total =	1	m3			

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)		
Agua	0.195	1000	195.00	Piedra Húmeda =	1179.66 Kg
Cemento	0.093	3130	292.00	Arena húmeda =	719.34 Kg
Piedra (Seca)	0.434	2710	1176.60		
Arena (Seca)	0.266	2663	708.64		
Aire	0.010				
Aditivo	0.001	1120	1.61		
Total	1.00				

Balace de agua en los agregados	Arena =	0.005	»»»»»	3.53	Kg Contribución de agua
	Piedra =	-0.008	»»»»»	-9.67	Kg Resta agua
El agua de Mezcla corregida será =	201	Kg			

Tabla 5.1 Diseño Final para 1 M3 de concreto
Cargado en Planta dosificadora

Agua =	201	Kg
Cemento =	292	Kg
Piedra =	1179.66	Kg
Arena =	719.34	Kg
Aditivo =	1.61	Kg
Total =	2394	Kg

Paso 1 DATOS DISEÑO $f'c$ 210 kg/cm²

Proporción de los agregados

% piedra =	65	0.65
% arena =	35	0.35

$f'c$ =	210	Kg/cm ²
Slump =	3" - 4"	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m ³

»»»»

$f'cr$ =	294	Kg/cm ²
P.E. Aditivo =	1120	Kg/m ³

Tabla 1.3
ACI

Características físicas de la arena

El Milagro

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

Características físicas de la piedra

Corazón de David

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2

CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	200	L	»»»»	0.2	m3	Tabla 1.1
Volumen del cemento	a/c =	0.61	329	Kg	»»»»	0.105 m3 Tabla 1.2
Volumen de aire atrapado	0.01	m3	»»»»	Tabla 1.1		
Volumen del Aditivo	1.810	Kg	»»»»	0.002	m3	

Volumen de los agregados

Cemento =	0.105	m3		
Agua =	0.2	m3	A + P =	0.683 m3
Aditivo =	0.002	m3	A/P =	0.538
Arena =	A	m3	A =	0.239 m3
Piedra =	P	m3	P =	0.444 m3
Aire =	0.01	m3		
Total =	1	m3		

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen					
	Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)			
Agua	0.2	1	0.2	Piedra Húmeda =	1206.71	Kg
Cemento	0.105	3130	329	Arena húmeda =	646.46	Kg
Piedra (Seca)	0.444	2710	1203.58			
Arena (Seca)	0.239	2663	636.84			
Aire	0.01					
Aditivo	0.002	1120	1.81			
Total	1					

Balance de agua en los agregados Arena = 0.00491 »»»» 3.1741212 Kg Contribución de agua
 Piedra = -0.0082 »»»» -9.895054 Kg Resta agua

El agua de Mezcla corregida será = 207 Kg

Tabla 5.2 Diseño final para 1 M3 de concreto
cargado en planta dosificadora

Agua =	207	Kg
Cemento =	329	Kg
Piedra =	1206.71	Kg
Arena =	646.46	Kg
Aditivo =	1.81	Kg
Total =	2389	Kg

5.3 CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO CARGADOS EN PLANTA

En la tabla 5.4, se aprecia el comportamiento en estado fresco de los diseños en estudio.

5.4 RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS DISEÑOS OPTIMIZADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en el anexo V.

A continuación se presenta un cuadro resumen donde se presenta los resultados a compresión promedio de los diseños optimizados a 7 y 28 días

Tabla 5.3 Resistencia a la compresión promedio de los diseños óptimos

DISEÑO	F'c prom a 7 días Kg/cm ²	F'c prom a 28 días Kg/cm ²
175kg/cm ²	192	229
210kg/cm ²	193	308

Para cada diseño tenemos 40 ensayos, de las cuales se puede apreciar lo siguiente:

La resistencia promedio del diseño 175 kg/cm², tiende a mantenerse constante,

La resistencia promedio del diseño 210 kg/cm², tiende a crecer en el tiempo, se aprecia que este diseño tiene valores altos y bajos.

Aparentemente no hay riesgo de que el diseño no cumpla con lo requerido.

Como ya tenemos 40 ensayos, analizaremos a través de la desviación estándar (tabla 5.5)

Tabla 5.4 Características del concreto fresco para los diseños f'c 175 kg/cm² y f'c 210 kg/cm²

INSUMO	PROCEDENCIA	175 kg/cm ²				210 kg/cm ²			
		Carga 01	Carga 03	Carga 04	Carga 05	Carga 01	Carga 02	Carga 05	Carga 06
Cemento Tipo I	Pacasmayo								
Propiedades									
Relación promedio		0.66	0.68	0.68	0.67	0.59	0.64	0.64	0.64
Incidencia AF/AG		38/62	38/62	38/62	38/62	40/60	40/60	40/60	35/65
Polyheed 770R		4	4	4.5	5.5	4	5	5.5	5.5
Resultados en estado fresco									
Temperatura Ambiente (°C)		29.1	31.1	26.4	31.5	31.5	28.6	26.9	32
Temperatura Concreto (°C)		33.2	35.5	32.4	29.4	29	26.6	31.7	30.7
Slump (Pulg)		2	4	4 1/2	5	4 1/2	4	4 1/2	5
Aire (%)		1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.5
Peso Unitario Real (Kg/m ³)		2355	2355	2370	2383	2373	2405	2354	2357
Rendimiento		0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99
Perdida de Trabajabilidad									
00:00		2	4	4 1/2	5	4 1/2	4	4 1/2	5
00:30		1	3	3 1/4	4 1/2	2	3	3	4 1/2
01:00		0	1	2	4	0	2	2	4
01:30		0	0	1	3 1/4	0	1	1	3 1/2
Temperatura Concreto (°C)									
00:00		33.2	35.5	32.4	29.4	29	26.6	31.7	30.7
00:30		32	33	32	29	30	26	31	31
01:00		32	32	31	29.5	31	25	30	31.5
01:30		31	31	30	30	30	28	31	31
Temperatura Ambiente (°C)									
00:00		29.1	31.1	26.4	31.5	31.5	28.6	26.9	32
00:30		29	31	26	31	32	28.9	28	31
01:00		28.5	31	26	31.5	31	28.8	29	30
01:30		28	30	25.8	32	30	30	29.5	30

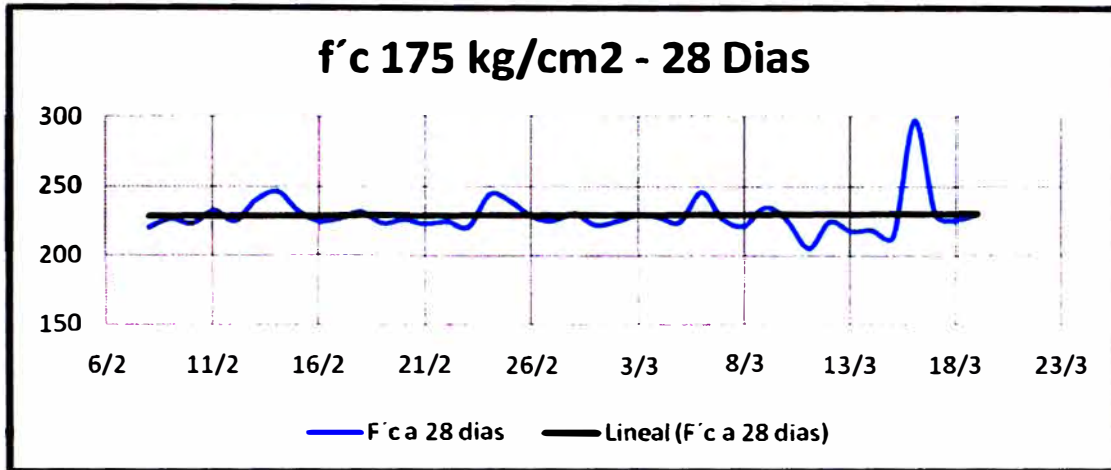


Fig. 5.1 Diseño $f'c$ 175 kg/cm². Resistencia a la compresión Vs. tiempo

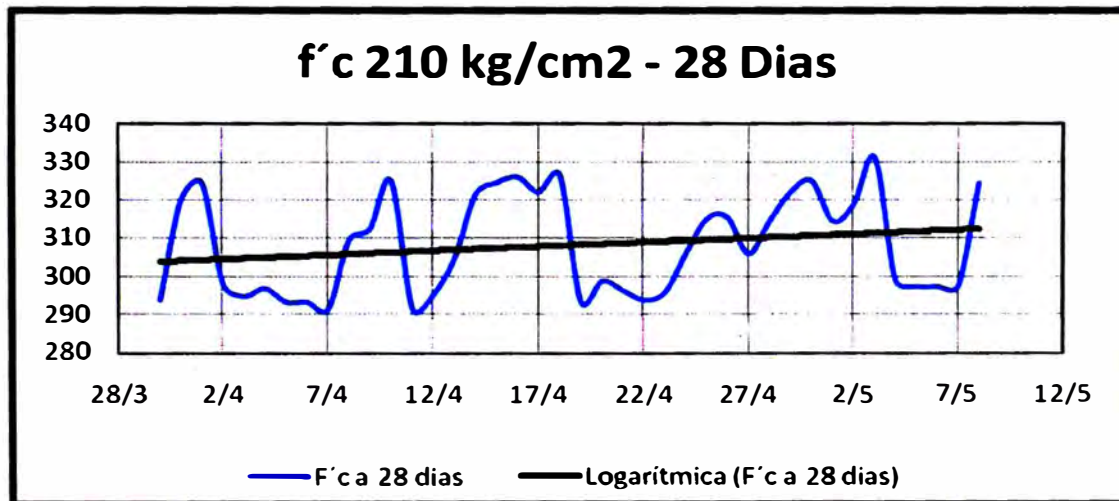


Fig. 5.2 Diseño $f'c$ 210 kg/cm². Resistencia a la compresión Vs. tiempo

Tabla 5.5 Expectativas de falla para cada diseño

Diseño	$f'c$ (Kg/cm ²)	$f'cr$ (Kg/cm ²)	Numero de muestras	D_s	t	Espectativa de falla	Conclusión
210kg/cm ²	210	227	40	12.95	7.59	1 en 741	Bajar Cemento
175kg/cm ²	175	193	40	13.63	3.96	1 en 741	Bajar Cemento

Ambos diseños pide bajar cemento

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La calidad de material que suministra el proveedor no es constante, es necesario tomar control del material desde cantera
- Los agregados presentaban temperaturas altas, obteniendo concreto con temperatura elevada y de esa manera perdida de trabajabilidad y slump. Para evitar esto se tuvo que controlar la temperatura de los agregados colocando sombra sobre ellos.
- El uso de los métodos “curvas teóricas y Modulo de Finura” permite una eficiente optimización de la dosificación de los diseños
- El método para diseño de los concretos utilizado para este informe es teórico, en la práctica el resultado de Modulo de Finura Global cambia constantemente. Pero nos da como referencia en qué proporción de agregados grueso y fino estará compuesto nuestra mezcla.
- Para la optimización de los diseños se usó 1% más de aditivo polyheed 770 R que los límites permisibles por la Norma. Probablemente funcione ahora en verano, cuando la temperatura es elevada, pero para la época de invierno, cuando la temperatura ambiente desciende es necesario hacer las pruebas nuevamente.
- El uso del aditivo permite retardar el inicio de fragua en el concreto, de esa manera da más tiempo en Obra para la descarga.
- Los diseños optimizados, tiene como resultados altas resistencias a la compresión.
- En los nuevos diseños no fue necesario la utilización de un aditivo plastificante, para obtener una mezcla trabajable.

RECOMENDACIONES

- Asignar un personal técnico para control de los agregados desde cantera.
- Mantener siempre al concreto fresco bajo control de temperatura, slump y consistencia, debido a que el agregado no es estable en cuanto a la calidad.
- De igual manera para la rotura de probetas, controlar y alertar cuando descienda la resistencia promedio.
- Realizar otras pruebas combinando los agregados de las otras canteras. Por disponibilidad, en volumen de atención, se eligió las canteras El Milagro y Corazón de David para arena y piedra respectivamente.
- De acuerdo al resultado final de los diseños optimizados, se recomienda bajar más el contenido de cemento, teniendo cuidado de mantener un factor de seguridad en obra debido a que el personal generalmente tiende a aumentar agua a la mezcla.
- Realizar las pruebas de los diseños óptimos cuando la temperatura ambiente descienda en época de invierno.

BIBLIOGRAFÍA

- Cachay Huamán Rafael, Diseño de Mezclas – Método de agregado global y Modulo de Finura, para Concretos de mediana a alta resistencia, Tesis para titulación profesional FIC - UNI, 1995
- Cornelio Chamorro René Oscar, Evaluación y verificación de las propiedades de los agregados de las nuevas canteras de Lima, Tesis para titulación profesional FIC – UNI, 2008
- López Nizama José del Carmen, Investigación del Agregado Global en Diseño de Concreto, Tesis para Titulación profesional FIC – UNI, 1982
- Pasquel Carbajal Enrique, Tópicos de Tecnología del concreto, Segunda Edición, CIP – PERU Lima, 1998
- Quispe Ccalluari, Evaluación de canteras de agregados para concreto en la ciudad del cusco, Informe de Suficiencia para Titulación Profesional FIC – UNI, 2005
- NTP 400.010, Extracción y Preparación de las muestras.
- NTP 400.012, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
- NTP 400.018, Determinación del material que pasa el tamiz normalizado 75 μ m (N° 200)

ANEXO II



Cantera El Milagro: Extracción del Hormigón del banco de material y cargado al camión, para ser trasladado al punto de zarandeo

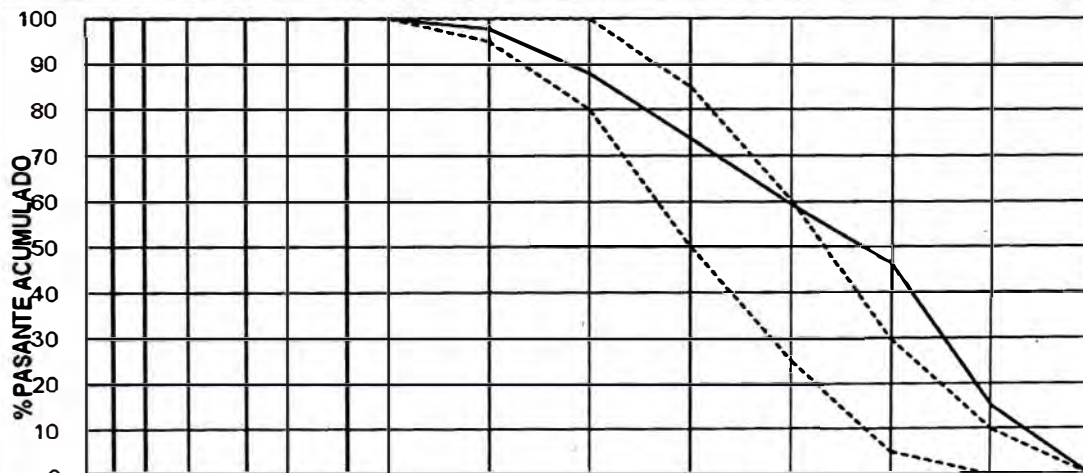


Cantera El Milagro: Camión descargando el hormigón en la zaranda artesanal para su selección en arena y piedra



Cantera El Milagro: Separación del material en los puntos de acopio, arena vista izquierda y piedra vista derecha

					INFORME DE ENSAYO DE AGREGADOS		Pag 1 de 1
N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :		
MUESTRA : AGREGADO FINO					FECHA DE RECEPCIÓN : 10/02/2011		
PROCEDENCIA : CANT EL MILAGRO					FECHA DE ENTREGA : 14/02/2011		
PETICIONARIO : NILTON BRAVO					TÉCNICO : JCA		
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA		2.19
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO		3/8"
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO		
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS		2.663
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION		1.019
1"		0.0	0.0	100.0	% PASANTE DE MALLA # 200		3.39
3/4"		0.0	0.0	100.0	% ABRASIÓN Los Ángeles		
1/2"		0.0	0.0	100.0	% EQUIVALENTE DE ARENA		
3/8"		0.0	0.0	100.0	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA		
# 4	19.8	2.2	2.2	97.8	% PARTÍCULAS LIGERAS		
# 8	90.5	9.9	12.1	87.9	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio		
# 16	129.2	14.2	26.3	73.7	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)		1589.00
#30	132.4	14.5	40.8	59.2	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)		1729.00
#50	114.9	12.6	53.4	46.6	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		
#100	285.2	31.3	84.7	15.3	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)		309.6
fondo	139.3	15.3	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)		
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)		35.7
					IMPUREZAS ORGÁNICAS		NO CONTIENE
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)		
					IMPUREZAS ORGÁNICAS		
					% HUMEDAD		1.51
TOTAL	911.3	100.0	MODULO FINEZA	2.19	VALOR AZUL		



TAMICES STANDARD ASTM

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADOS PARA PLANTAS					Pág. 1 de 1	
MUESTRA: ARENA			FECHA DE MUESTREO: 11/01/2020			
CANTEIRA: San Martín			MUESTRO: M. PASTOR			
PLANTA: TRUJILLO						
GRANULOMETRÍA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	MODULO DE FINEZA	2.02
5		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	3.8"
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g):	168.9
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda (g):	1782.1
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca (g):	1782.7
1"		0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD	0.34
3/4"		0.0	0.0	100.0	$(B-C) * 100 / (C-A)$	
1/2"		0.0	0.0	100.0	(D) peso de tara (g):	168.9
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	(E) peso de muestra seca (g):	1782.7
#4	17.1	1.3	1.3	98.7	(F) peso de muestra después de lavado seco (g):	1697.8
#8	102.3	9.0	10.3	89.7	% PASANTE DE M # 200	6.33
#16	99.8	8.8	19.1	80.9	$(E-F) * 100 / (E-D)$	
#30	129.3	11.0	30.1	69.9	OBSERVACIONES	
#50	249.2	21.3	51.4	48.6		
#100	422.5	37.2	88.6	11.4		
FONDO	125.2	11.0	100.0	0.0		
TOTAL	1132.5		MODULO FINEZA	2.02		

El módulo de fineness = % retenido acumulado en las mallas (T + 1/2" + 1" + 1 1/2" + 2" + 2 1/2" + 3" + 3 1/2" + 4" + 4 1/2" + 5" + 6" + 8" + 10" + 12" + 15" + 19" + 25" + 30" + 37.5" + 47.5" + 60" + 75" + 95" + 119" + 150" + 190" + 250" + 300" + 375" + 475" + 600" + 750" + 950" + 1190" + 1500" + 1900" + 2500" + 3000" + 3750" + 4750" + 6000" + 7500" + 9500" + 11900" + 15000" + 19000" + 25000" + 30000" + 37500" + 47500" + 60000" + 75000" + 95000" + 119000" + 150000" + 190000" + 250000" + 300000" + 375000" + 475000" + 600000" + 750000" + 950000" + 1190000" + 1500000" + 1900000" + 2500000" + 3000000" + 3750000" + 4750000" + 6000000" + 7500000" + 9500000" + 11900000" + 15000000" + 19000000" + 25000000" + 30000000" + 37500000" + 47500000" + 60000000" + 75000000" + 95000000" + 119000000" + 150000000" + 190000000" + 250000000" + 300000000" + 375000000" + 475000000" + 600000000" + 750000000" + 950000000" + 1190000000" + 1500000000" + 1900000000" + 2500000000" + 3000000000" + 3750000000" + 4750000000" + 6000000000" + 7500000000" + 9500000000" + 11900000000" + 15000000000" + 19000000000" + 25000000000" + 30000000000" + 37500000000" + 47500000000" + 60000000000" + 75000000000" + 95000000000" + 119000000000" + 150000000000" + 190000000000" + 250000000000" + 300000000000" + 375000000000" + 475000000000" + 600000000000" + 750000000000" + 950000000000" + 1190000000000" + 1500000000000" + 1900000000000" + 2500000000000" + 3000000000000" + 3750000000000" + 4750000000000" + 6000000000000" + 7500000000000" + 9500000000000" + 11900000000000" + 15000000000000" + 19000000000000" + 25000000000000" + 30000000000000" + 37500000000000" + 47500000000000" + 60000000000000" + 75000000000000" + 95000000000000" + 119000000000000" + 150000000000000" + 190000000000000" + 250000000000000" + 300000000000000" + 375000000000000" + 475000000000000" + 600000000000000" + 750000000000000" + 950000000000000" + 1190000000000000" + 1500000000000000" + 1900000000000000" + 2500000000000000" + 3000000000000000" + 3750000000000000" + 4750000000000000" + 6000000000000000" + 7500000000000000" + 9500000000000000" + 11900000000000000" + 15000000000000000" + 19000000000000000" + 25000000000000000" + 30000000000000000" + 37500000000000000" + 47500000000000000" + 60000000000000000" + 75000000000000000" + 95000000000000000" + 119000000000000000" + 150000000000000000" + 190000000000000000" + 250000000000000000" + 300000000000000000" + 375000000000000000" + 475000000000000000" + 600000000000000000" + 750000000000000000" + 950000000000000000" + 1190000000000000000" + 1500000000000000000" + 1900000000000000000" + 2500000000000000000" + 3000000000000000000" + 3750000000000000000" + 4750000000000000000" + 6000000000000000000" + 7500000000000000000" + 9500000000000000000" + 11900000000000000000" + 15000000000000000000" + 19000000000000000000" + 25000000000000000000" + 30000000000000000000" + 37500000000000000000" + 47500000000000000000" + 60000000000000000000" + 75000000000000000000" + 95000000000000000000" + 119000000000000000000" + 150000000000000000000" + 190000000000000000000" + 250000000000000000000" + 300000000000000000000" + 375000000000000000000" + 475000000000000000000" + 600000000000000000000" + 750000000000000000000" + 950000000000000000000" + 1190000000000000000000" + 1500000000000000000000" + 1900000000000000000000" + 2500000000000000000000" + 3000000000000000000000" + 3750000000000000000000" + 4750000000000000000000" + 6000000000000000000000" + 7500000000000000000000" + 9500000000000000000000" + 11900000000000000000000" + 15000000000000000000000" + 19000000000000000000000" + 25000000000000000000000" + 30000000000000000000000" + 37500000000000000000000" + 47500000000000000000000" + 60000000000000000000000" + 75000000000000000000000" + 95000000000000000000000" + 119000000000000000000000" + 150000000000000000000000" + 190000000000000000000000" + 250000000000000000000000" + 300000000000000000000000" + 375000000000000000000000" + 475000000000000000000000" + 600000000000000000000000" + 750000000000000000000000" + 950000000000000000000000" + 1190000000000000000000000" + 1500000000000000000000000" + 1900000000000000000000000" + 2500000000000000000000000" + 3000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000" + 4750000000000000000000000" + 6000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000" + 9500000000000000000000000" + 11900000000000000000000000" + 15000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000" + 30000000000000000000000000" + 37500000000000000000000000" + 47500000000000000000000000" + 60000000000000000000000000" + 75000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000" + 150000000000000000000000000" + 190000000000000000000000000" + 250000000000000000000000000" + 300000000000000000000000000" + 375000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000" + 600000000000000000000000000" + 750000000000000000000000000" + 950000000000000000000000000" + 1190000000000000000000000000" + 1500000000000000000000000000" + 1900000000000000000000000000" + 2500000000000000000000000000" + 3000000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000000" + 4750000000000000000000000000" + 6000000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000000" + 9500000000000000000000000000" + 11900000000000000000000000000" + 15000000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000000" + 30000000000000000000000000000" + 37500000000000000000000000000" + 47500000000000000000000000000" + 60000000000000000000000000000" + 75000000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000000" + 150000000000000000000000000000" + 190000000000000000000000000000" + 250000000000000000000000000000" + 300000000000000000000000000000" + 375000000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000000" + 600000000000000000000000000000" + 750000000000000000000000000000" + 950000000000000000000000000000" + 1190000000000000000000000000000" + 1500000000000000000000000000000" + 1900000000000000000000000000000" + 2500000000000000000000000000000" + 3000000000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000000000" + 4750000000000000000000000000000" + 6000000000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000000000" + 9500000000000000000000000000000" + 11900000000000000000000000000000" + 15000000000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000000000" + 30000000000000000000000000000000" + 37500000000000000000000000000000" + 47500000000000000000000000000000" + 60000000000000000000000000000000" + 75000000000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000000000" + 150000000000000000000000000000000" + 190000000000000000000000000000000" + 250000000000000000000000000000000" + 300000000000000000000000000000000" + 375000000000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000000000" + 600000000000000000000000000000000" + 750000000000000000000000000000000" + 950000000000000000000000000000000" + 1190000000000000000000000000000000" + 1500000000000000000000000000000000" + 1900000000000000000000000000000000" + 2500000000000000000000000000000000" + 3000000000000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000000000000" + 4750000000000000000000000000000000" + 6000000000000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000000000000" + 9500000000000000000000000000000000" + 11900000000000000000000000000000000" + 15000000000000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000000000000" + 30000000000000000000000000000000000" + 37500000000000000000000000000000000" + 47500000000000000000000000000000000" + 60000000000000000000000000000000000" + 75000000000000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000000000000" + 150000000000000000000000000000000000" + 190000000000000000000000000000000000" + 250000000000000000000000000000000000" + 300000000000000000000000000000000000" + 375000000000000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000000000000" + 600000000000000000000000000000000000" + 750000000000000000000000000000000000" + 950000000000000000000000000000000000" + 1190000000000000000000000000000000000" + 1500000000000000000000000000000000000" + 1900000000000000000000000000000000000" + 2500000000000000000000000000000000000" + 3000000000000000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000000000000000" + 4750000000000000000000000000000000000" + 6000000000000000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000000000000000" + 9500000000000000000000000000000000000" + 11900000000000000000000000000000000000" + 15000000000000000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000000000000000" + 30000000000000000000000000000000000000" + 37500000000000000000000000000000000000" + 47500000000000000000000000000000000000" + 60000000000000000000000000000000000000" + 75000000000000000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000000000000000" + 150000000000000000000000000000000000000" + 190000000000000000000000000000000000000" + 250000000000000000000000000000000000000" + 300000000000000000000000000000000000000" + 375000000000000000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000000000000000" + 600000000000000000000000000000000000000" + 750000000000000000000000000000000000000" + 950000000000000000000000000000000000000" + 1190000000000000000000000000000000000000" + 1500000000000000000000000000000000000000" + 1900000000000000000000000000000000000000" + 2500000000000000000000000000000000000000" + 3000000000000000000000000000000000000000" + 3750000000000000000000000000000000000000" + 4750000000000000000000000000000000000000" + 6000000000000000000000000000000000000000" + 7500000000000000000000000000000000000000" + 9500000000000000000000000000000000000000" + 11900000000000000000000000000000000000000" + 15000000000000000000000000000000000000000" + 19000000000000000000000000000000000000000" + 25000000000000000000000000000000000000000" + 300" + 37500000000000000000000000000000000000000" + 47500000000000000000000000000000000000000" + 600" + 75000000000000000000000000000000000000000" + 95000000000000000000000000000000000000000" + 119000000000000000000000000000000000000000" + 1500" + 1900" + 2500" + 3000" + 375000000000000000000000000000000000000000" + 475000000000000000000000000000000000000000" + 6000" + 7500" + 9500" + 11900" + 15000" + 19000" + 25000" + 300" + 37500" + 47500" + 600" + 750000000

ANEXO III



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002 -
Versión 01

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 01 de Febrero 2011

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	1.6	Máximo 6.0
SO3	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	2.7	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	%	0.80	Máximo 0.75

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	6	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	4130	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.13	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm ²)	28.3 (289)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm ²)	34.9 (356)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (kg/cm ²)	38.6 (394)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	147	Mínimo 45
Fraguado Final	min	282	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despaquetado durante el periodo del 01-01-2011 al 31-01-2011.
La resistencia a compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2010.
(*) Requisito opcional.

Ing. Eduardo Vásquez Cuno
Jefe de Control de Calidad

Ing. Kelly Cueva Delgado
Superintendente de Materiales y Procesos

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.



www.basf.com

**CERTIFICADO
 CONTROL DE CALIDAD**

PRODUCTO:	POLYHEED 770 R	
LOTE:	PE-01321-R11	VENCE: MAYO 2012
FECHA:	20 JUNIO 2011	

EL PRODUCTO CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS

PARAMETRO	LOTE	ESPECIFICACIONES
ASPECTO FISICO	Líquido	Líquido (BCC - ME 1.01)
COLOR	Marrón	Marrón (BCC - ME 1.18)
DENSIDAD	1.12	Mín: 1.10 Máx: 1.13 @ 24 - 26°C (BCC - TM 293)
%RESIDUO INSOLUBLE	0.05	Mín: 0.00 Máx: 0.50 (por vol) (BCC - TM 527)
pH	10.73	Mín: 9.00 Máx: 12.00 @ 24 - 25°C (BCC - TM 112)

Los datos técnicos solamente reflejan los resultados de los controles realizados sobre una muestra representativa.

La empresa no se hace responsable por el uso que se haga del producto ya de la información suministrada. La calidad de nuestros productos está garantizada bajo nuestras Condiciones Generales de Venta.

Este certificado es válido electrónicamente por el laboratorio de Control de Calidad por lo que no requiere firma.

BASF Construction Chemicals Peru S.A. cuenta con certificación ISO 9001 y 14001.

BASF Construction Chemicals Peru S.A

Jr. Plácido Jiménez N° 630
 Lima Cercado

Teléfono: 219-0630

Fax: 219-0650

		INFORME DE ENSAYOS QUÍMICOS	Pág 1 de 1
--	--	--	------------

SOLICITUD N° 4196
TIPO DE MUESTRA AGUA
PROCEDENCIA PTA TRUJILLO
METODO DE ENSAYO VARIOS
SOLICITADO POR NILTON BRAVO
FECHA RECEPCIÓN 30/05/2011
FECHA DE ENTREGA 31/05/2011

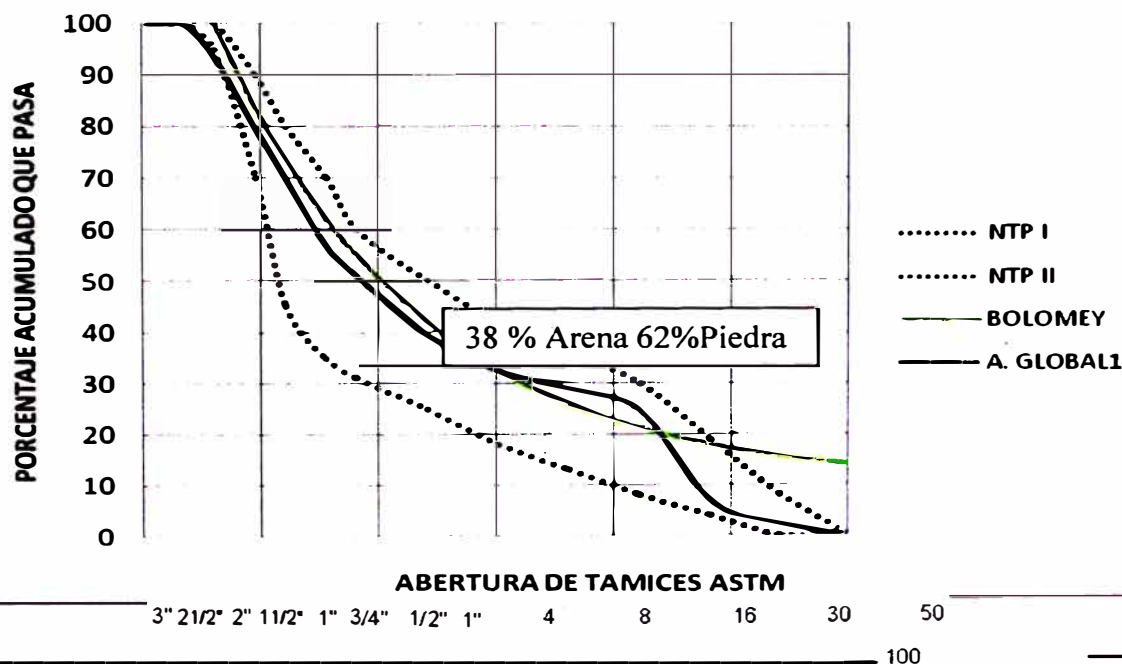
ENSAYO	AGUA	Límites Permisible	REFERENCIA METODO
Residuos sólidos totales (ppm)	1310.7	5000 Max	NTP 339.071
Contenido de sulfatos (ppm)	612.5	1000 Max	NTP 339.074
Contenido de cloruros (ppm)	149.3	1000 Max	NTP 339.076
pH 23.8 °C	7.40	5.5 Min	NTP 339.073
Alcalinidad 23.8°C (ppm)	385.1	1000 Max	ASTM D 1067

~~_____

_____~~

N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :	
MUESTRA	:	AG. GLOBAL 1"	FECHA DE RECEPCIÓN	:	20/03/2011	
PROCEDENCIA	:	INRETAIL GUIA 1430	FECHA DE ENTREGA	:	23/03/2011	
PETICIONARIO	:	NILTON BRAVO	TÉCNICO	:	J.O	
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	5.58
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	NA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1 1/2"	65.0	6.5	6.5	93.5	% ABSORCION	
1"	140.0	14.0	20.5	79.5	% PASANTE DE MALLA # 200	
3/4"	98.0	9.8	30.3	69.7	% ABRASIÓN Los Ángeles	
1/2"	133.0	13.3	43.6	56.4	% EQUIVALENTE DE ARENA	
3/8"	59.0	5.9	49.5	50.5	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 4	115.0	11.5	61.0	39.0	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 8	71.0	7.1	68.1	31.9	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 16	35.0	3.5	71.6	28.4	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	
#30	49.0	4.9	76.5	23.5	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#50	180.0	18.0	94.5	5.5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
#100	50.0	5.0	99.5	0.5	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
fondo	5.0	0.5	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	1000.0	100.0	MODULO FINEZA	5.58		

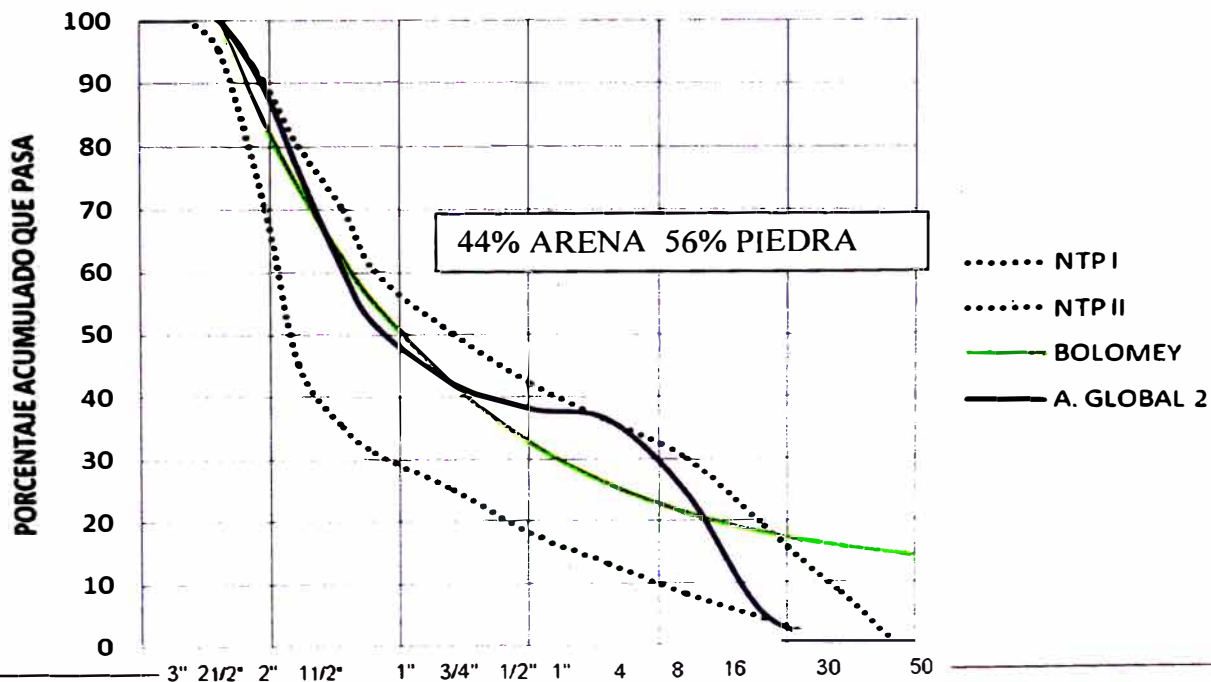
COMPARACIÓN NTP, BOLOMEY VS AGREGADO GLOBAL 1 MF = 5.58



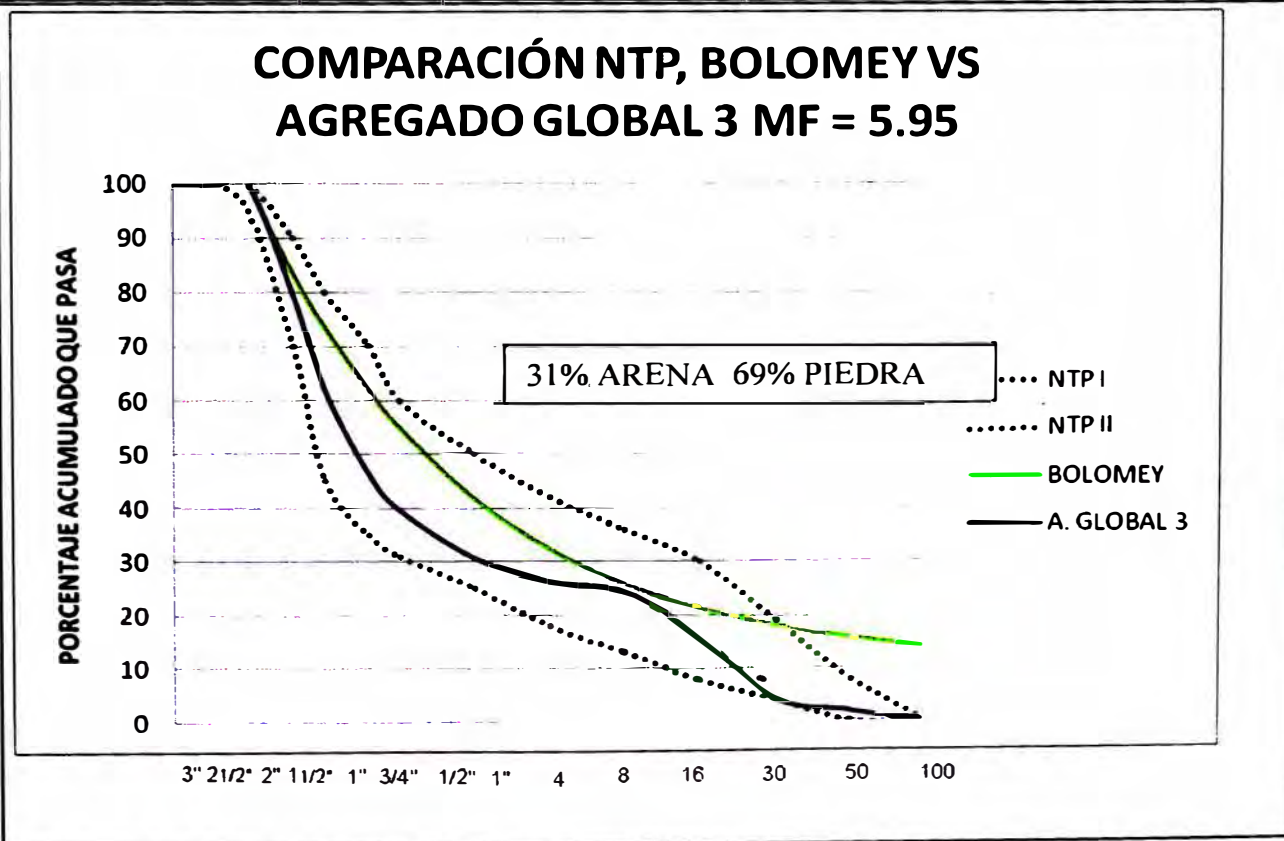
MUESTRA : AG. GLOBAL 2"
 PROCEDENCIA : TRUJILLO
 PETICIONARIO : NILTON BRAVO
 FECHA DE RECEPCIÓN : 20/03/2011
 FECHA DE ENTREGA : 23/03/2011
 TÉCNICO : J.O

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.		
3"		0.0	0.0	100.0	MODULO DE FINEZA	5.25
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MAXIMO	NA
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1"	495.0	11.1	11.1	88.9	% ABSORCION	
3/4"	563.0	12.6	23.7	76.3	% PASANTE DE MALLA # 200	
1/2"	723.0	16.2	39.8	60.2	% ABRASIÓN Los Angeles	
3/8"	383.0	8.6	48.4	51.6	% EQUIVALENTE DE ARENA	
# 4	422.0	9.4	57.8	42.2	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 8	181.0	4.0	61.9	38.1	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 16	81.0	1.8	63.7	36.3	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
#30	532.0	11.9	75.6	24.4	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	
#50	878.0	19.6	95.2	4.8	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#100	167.0	3.7	98.9	1.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
fondo	47.0	1.1	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	4472.0	100.0	MODULO FINEZA	5.25		

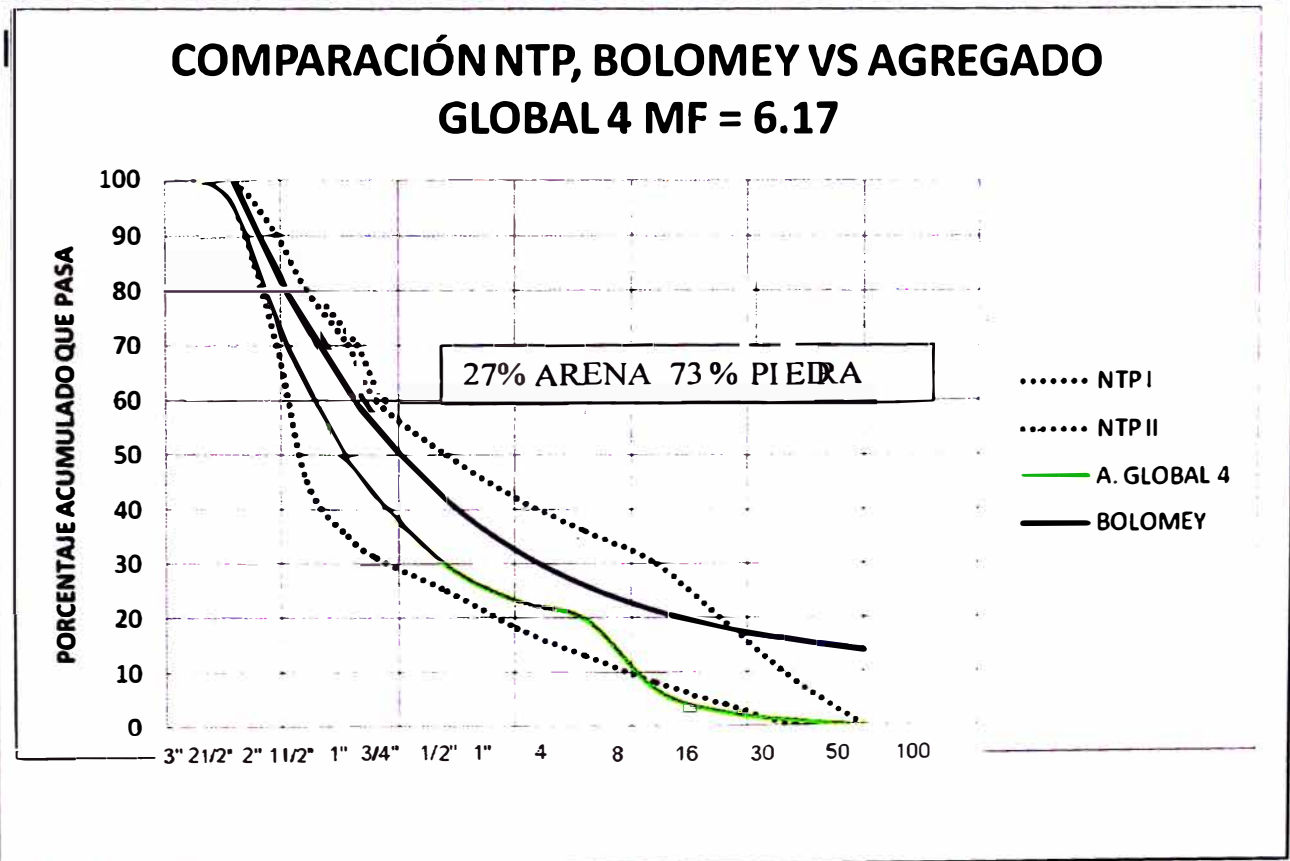
COMPARACIÓN NTP, BOLOMEY VS AGREGADO GLOBAL 2 MF = 5.25



N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :	
MUESTRA :		AG. GLOBAL 3"			FECHA DE RECEPCIÓN : 20/03/2011	
PROCEDENCIA :		TRUJILLO			FECHA DE ENTREGA : 23/03/2011	
PETICIONARIO :		NILTON BRAVO			TÉCNICO : J.O	
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	5.95
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	NA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	% ABSORCION	
1"	1132.0	20.4	20.4	79.6	% PASANTE DE MALLA # 200	
3/4"	976.0	17.6	38.0	62.0	% ABRASIÓN Los Ángeles	
1/2"	866.0	15.6	53.6	46.4	% EQUIVALENTE DE ARENA	
3/8"	380.0	6.8	60.4	39.6	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 4	486.0	8.8	69.2	30.8	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 8	254.0	4.6	73.8	26.2	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 16	102.0	1.8	75.6	24.4	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	
#30	460.0	8.3	83.9	16.1	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#50	666.0	12.0	95.9	4.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
#100	122.0	2.2	98.1	1.9	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
fondo	106.0	1.9	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	5550.0	100.0	MODULO FINEZA	5.95		

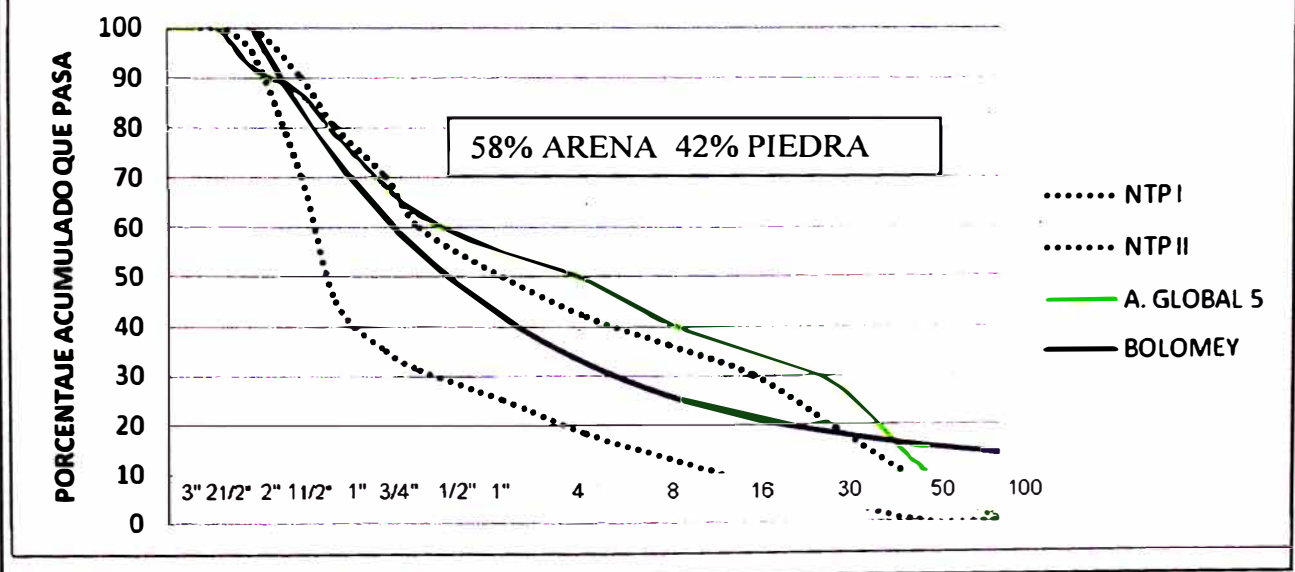


N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :	
MUESTRA : AG. GLOBAL 4"		FECHA DE RECEPCIÓN : 20/03/2011		FECHA DE ENTREGA : 23/03/2011		
PROCEDENCIA : TRUJILLO		TÉCNICO : J.O				
PETICIONARIO : NILTON BRAVO						
GRANULOMETRÍA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	6.17
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	NA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1 1/2"	300.0	4.9	4.9	95.1	% ABSORCION	
1"	1272.0	20.7	25.6	74.4	% PASANTE DE MALLA # 200	
3/4"	710.0	11.5	37.1	62.9	% ABRASIÓN Los Angeles	
1/2"	845.0	13.7	50.9	49.1	% EQUIVALENTE DE ARENA	
3/8"	427.0	6.9	57.8	42.2	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 4	766.0	12.5	70.3	29.7	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 8	405.0	6.6	76.9	23.1	% INALTERABILIDAD	
# 16	212.0	3.4	80.3	19.7	por medio de sulfato de magnesio	
#30	798.0	13.0	93.3	6.7	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	
#50	258.0	4.2	97.5	2.5	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#100	105.0	1.7	99.2	0.8	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
fondo	50.0	0.8	100.0	0.0	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
					SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	6148.0	100.0	MODULO FINEZA	6.17		

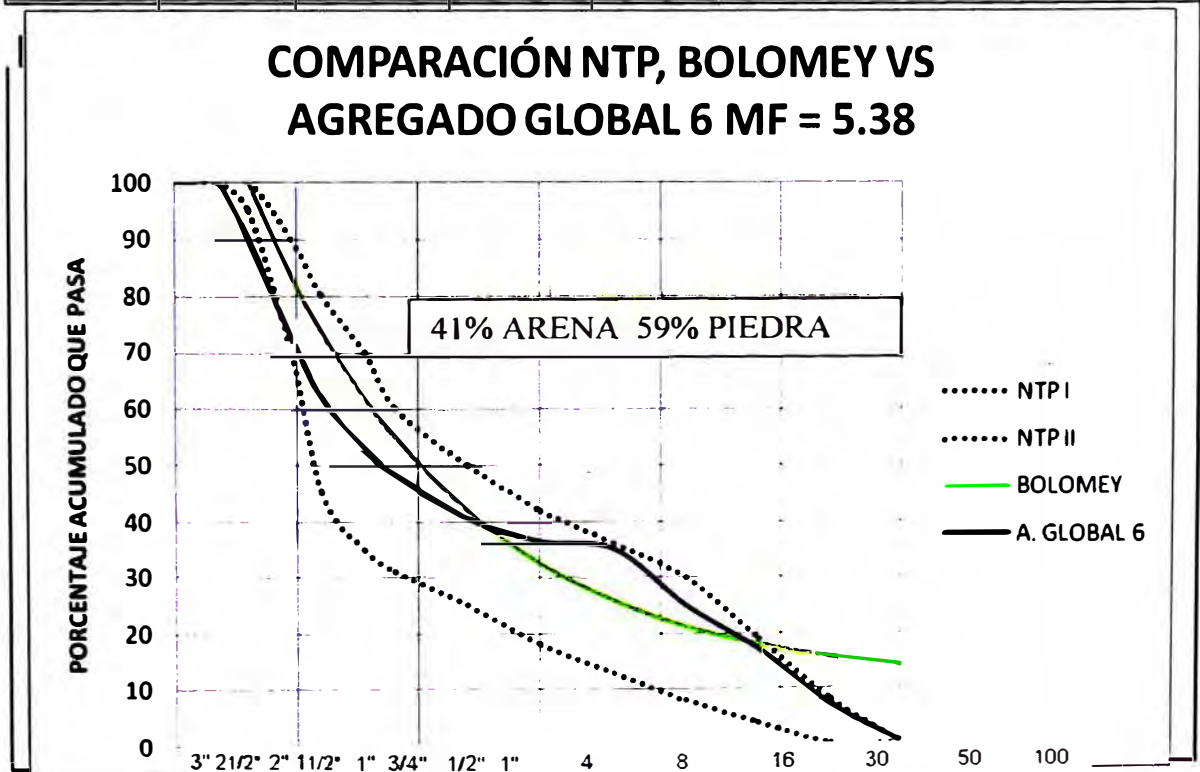


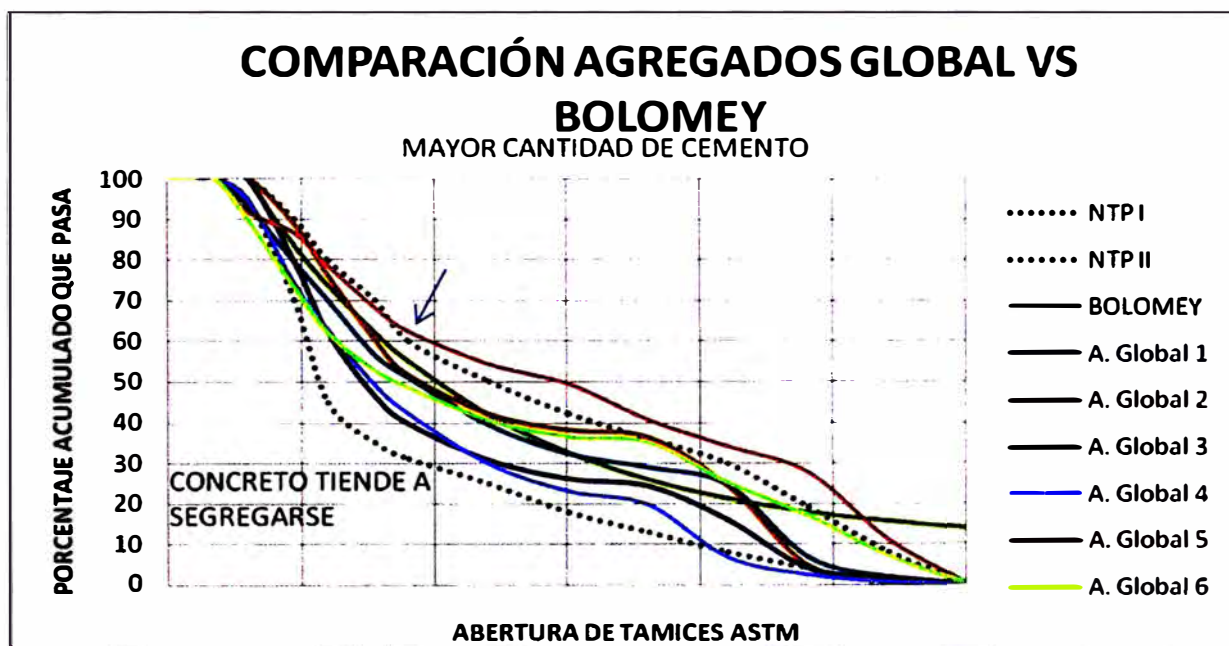
N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :	
MUESTRA : AG. GLOBAL 5"		FECHA DE RECEPCIÓN : 20/03/2011		FECHA DE ENTREGA : 23/03/2011		
PROCEDENCIA : TRUJILLO		TÉCNICO : J.O				
PETICIONARIO : NILTON BRAVO						
GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	4.49
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	NA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1 1/2"	80.0	8.0	8.0	92.0	% ABSORCION	
1"	53.0	5.3	13.3	86.7	% PASANTE DE MALLA # 200	
3/4"	80.0	8.0	21.3	78.7	% ABRASIÓN Los Ángeles	
1/2"	106.0	10.6	31.9	68.1	% EQUIVALENTE DE ARENA	
3/8"	56.0	5.6	37.5	62.5	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TERRONES DE ARCILLA	
# 4	80.0	8.0	45.5	54.5	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 8	51.0	5.1	50.6	49.4	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 16	88.0	8.8	59.4	40.6	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	
#30	64.0	6.4	65.8	34.2	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#50	64.0	6.4	72.2	27.8	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
#100	166.0	16.6	88.8	11.2	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
fondo	112.0	11.2	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	1000.0	100.0	MODULO FINEZA	4.49		

COMPARACIÓN NTP, BOLOMEY VS AGREGADO GLOBAL 5 MF = 4.49



N° SOLICITUD :					INSPECCIÓN :	
MUESTRA :		AG. GLOBAL 6"			FECHA DE RECEPCIÓN : 20/03/2011	
PROCEDENCIA :		TRUJILLO			FECHA DE ENTREGA : 23/03/2011	
PETICIONARIO :		NILTON BRAVO			TÉCNICO : J.O	
GRANULOMETRÍA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	5.38
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	NA
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SECO	
2"		0.0	0.0	100.0	PESO ESPECIFICO SSS	
1 1/2"	100.0	10.0	10.0	90.0	% ABSORCION	
1"	170.0	17.0	27.0	73.0	% PASANTE DE MALLA # 200	
3/4"	110.0	11.0	38.0	62.0	% ABRASIÓN Los Angeles	
1/2"	91.0	9.1	47.1	52.9	% EQUIVALENTE DE ARENA	
3/8"	44.0	4.4	51.5	48.5	% PARTÍCULAS FRIABLES Y TIRONES DE ARCILLA	
# 4	80.0	8.0	59.5	40.5	% PARTÍCULAS LIGERAS	
# 8	40.0	4.0	63.5	36.5	% INALTERABILIDAD por medio de sulfato de magnesio	
# 16	14.0	1.4	64.9	35.1	PESO UNITARIO SUELTO(kg/m3)	
#30	100.0	10.0	74.9	25.1	PESO UNITARIO COMPAC (kg/m3)	
#50	80.0	8.0	82.9	17.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	
#100	100.0	10.0	92.9	7.1	SALES SOLUB. TOTALES (ppm)	
fondo	71.0	7.1	100.0	0.0	SULFATOS SOLUBLES (ppm)	
					CLORUROS SOLUBLES (ppm)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					CLORUROS SOLUBLES (mg/Kg)	
					IMPUREZAS ORGÁNICAS	
					Otros	
TOTAL	1000.0	100.0	MODULO FINEZA	5.38		





Para el cálculo de cada una de las figuras se toma la fórmula 4.3, y tabla 4.1; donde a es 10, para agregados redondeados.

Tomando como referencia el Huso 57 y curva de Bolomey, elegiremos el agregado global más cercano a la curva de Bolomey.

De la figura de comparación de agregados global Vs Bolomey, se observa que la curva más cercana a la curva de Bolomey es la curva del agregado global 1, cuyo Modulo de Finura (MF) es 5.58

ANEXO V

Paso 1 DATOS DISEÑO f'c 175 Kg/cm2 PRIMER DISEÑO

Proporción de los agregados	% piedra =	62	0.62		
	% arena =	38	0.38		
	f'c =	175	Kg/cm2	»»»	f'cr = 245 Kg/cm2 Tabla 1.3 ACI
	Slump =	3" - 4"			
	P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3		P.E. Aditivo = 1120 Kg/m3

Características físicas de la arena

El Milagro

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

Características físicas de la piedra

Corazón de David

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	198	L	»»»	0.198	m3	Tabla 1.1
Volumen del cemento	a/c =	0.68		292	Kg	»»» 0.09329 m3 Tabla 1.2
Volumen de aire atrapado	0.01	m3	»»»	Tabla 1.1		
Volumen del Aditivo	1.168	Kg	»»»	0.001	m3	

Volumen de los agregados

Cemento =	0.09329	m3	
Agua =	0.19800	m3	A + P = 0.69767 m3
Aditivo =	0.00104	m3	A/P = 0.61290
Arena =	A	m3	A = 0.26511 m3
Piedra =	P	m3	P = 0.43255 m3
Aire =	0.01000	m3	
Total =	1	m3	

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)				
Agua	0.198	1000	198.00				
Cemento	0.093	3130	292.00				
Piedra (Seca)	0.433	2710	1172.22	Piedra Húmeda =	1175.27	Kg	
Arena (Seca)	0.265	2663	706.00	Arena húmeda =	716.66	Kg	
Aire	0.010						
Aditivo	0.001	1120	1.17				
Total	1.00						
Balance de agua en los agregados			Arena =	0.005	»»»»»	3.52	Kg Contribución de agua
El agua de Mezcla corregida será =			Piedra =	-0.008	»»»»»	-9.64	Kg Resta agua
				204			

DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

Agua =	204	Kg
Cemento =	292	Kg
Piedra =	1175.27	Kg
Arena =	716.66	Kg
Aditivo =	1.17	Kg
Total =	2389	Kg

Paso 1 DATOS DISEÑO f'c 175 Kg/cm2 SEGUNDO DISEÑO

Proporción de los agregados	% piedra =	62	0.62
	% arena =	38	0.38

f'c =	175	Kg/cm2	»»»	f'cr =	245	Kg/cm2	Tabla 1.3 ACI
Slump =	3" - 4"			P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3					

**Características físicas de la arena
El Milagro**

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

**Características físicas de la piedra
Corazón de David**

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	198	L	»»»	0.198	m3	Tabla 1.1		
Volumen del cemento	a/c =		0.68	292	Kg	»»»	0.09329 m3	Tabla 1.2
Volumen de aire atrapado		0.01	m3	»»»				
Volumen del Aditivo		1.314	Kg	»»»				
				0.001	m3			

Volumen de los agregados

Cemento =	0.09329	m3
Agua =	0.19800	m3
Aditivo =	0.00117	m3
Arena =	A	m3
Piedra =	P	m3
Aire =	0.01000	m3
Total =	1	m3

A + P =	0.69754	m3
A/P =	0.61290	
A =	0.26506	m3
P =	0.43247	m3

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)
Agua	0.198	1000	198.00
Cemento	0.093	3130	292.00
Piedra (Seca)	0.432	2710	1172.00
Arena (Seca)	0.265	2663	705.86
Aire	0.010		
Aditivo	0.001	1120	1.31
Total	1.00		

Piedra Húmeda = 1175.05 Kg
 Arena húmeda = 716.52 Kg

Balance de agua en los agregados
 El agua de Mezcla corregida será =

Arena =	0.005	»»»»	3.52	Kg Contribución de agua
Piedra =	-0.008	»»»»	-9.64	Kg Resta agua
	204			

DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

Agua =	204 Kg
Cemento =	292 Kg
Piedra =	1175.05 Kg
Arena =	716.52 Kg
Aditivo =	1.31 Kg
Total =	2389 Kg

Paso 1 DATOS DISEÑO f'c 175 Kg/cm2 TERCER DISEÑO

Proporción de los agregados

% piedra =	62	0.62
% arena =	38	0.38

f'c =	175	Kg/cm2
Slump =	3" - 4"	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3

»»»

f'cr =	245	Kg/cm2
P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3

Tabla 1.3 ACI

**Características físicas de la arena
El Milagro**

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

**Características físicas de la piedra
Corazón de David**

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	195	L	»»»
Volumen del cemento	a/c =	0.67	
Volumen de aire atrapado	0.01	m3	»»»
Volumen del Aditivo	1.606	Kg	»»»

0.195	m3
292	Kg
0.001	m3

Tabla 1.1

0.09329 m3 Tabla 1.2

Volumen de los agregados

Cemento =	0.09329	m3
Agua =	0.19500	m3
Aditivo =	0.00143	m3
Arena =	A	m3
Piedra =	P	m3
Aire =	0.01000	m3
Total =	1	m3

A + P =	0.70028	m3
A/P =	0.61290	
A =	0.26610	m3
P =	0.43417	m3

Paso 1 DATOS F'c210kg/cm2 PRIMER DISEÑO

Proporción de los agregados

% piedra =	60	0.6
% arena =	40	0.4

f'c =	210	Kg/cm2
Slump =	3" - 4"	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3

»»»

f'cr =	294	Kg/cm2
P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3

Tabla 1.3 ACI

**Características físicas de la arena
El Milagro**

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

**Características físicas de la piedra
Corazón de David**

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua 200 L »»»

0.2 m3 Tabla 1.1

Volumen del cemento a/c = 0.61

329 Kg »»» 0.105 m3 Tabla 1.2

Volumen de aire atrapado 0.01 m3 »»»

Tabla 1.1

Volumen del Aditivo 1.645 Kg »»»

0.001 m3

Volumen de los agregados

Cemento =	0.105	m3
Agua =	0.2	m3
Aditivo =	0.001	m3
Arena =	A	m3
Piedra =	P	m3
Aire =	0.01	m3
Total =	1	m3

A + P =	0.683 m3
A/P =	0.667
A =	0.273 m3
P =	0.410 m3

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)
Agua	0.2	1	0.2
Cemento	0.105	3130	329
Piedra (Seca)	0.410	2710	1111.24
Arena (Seca)	0.273	2663	727.98
Aire	0.01		
Aditivo	0.001	1120	1.65
Total	1		

Piedra Húmeda =	1114.13 Kg
Arena húmeda =	738.97 Kg

Balace de agua en los agregados

Arena =	0.00491 »»»»»
Piedra =	-0.0082 »»»»»

3.628346869 Kg	Contribución de agua
-9.135859566 Kg	Resta agua

El agua de Mezcla corregida será = 206 Kg

DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

Agua =	206 Kg
Cemento =	329 Kg
Piedra =	1114.13 Kg
Arena =	738.97 Kg
Aditivo =	1.65 Kg
Total =	2388 Kg

Paso 1 DATOS F'c210Kg/cm2 SEGUNDO DISEÑO

Proporción de los agregados

% piedra =	60	0.6
% arena =	40	0.4

f'c =	210	Kg/cm2
Slump =	3" - 4"	
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3

»»»

f'cr =	294	Kg/cm2
P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3

Tabla 1.3 ACI

**Características físicas de la arena
El Milagro**

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

**Características físicas de la piedra
Corazón de David**

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua 200 L »»»

0.2 m3 Tabla 1.1

Volumen del cemento a/c = 0.61

329 Kg »»» 0.105 m3 Tabla 1.2

Volumen de aire atrapado 0.01 m3 »»»

Tabla 1.1

Volumen del Aditivo 1.810 Kg »»»

0.002 m3

Volumen de los agregados

Cemento =	0.105	m3
Agua =	0.2	m3
Aditivo =	0.002	m3
Arena =	A	m3
Piedra =	P	m3
Aire =	0.01	m3
Total =	1	m3

A + P = 0.683 m3
 A/P = 0.667
 A = 0.273 m3
 P = 0.410 m3

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)
Agua	0.2	1	0.2
Cemento	0.105	3130	329
Piedra (Seca)	0.410	2710	1111.00
Arena (Seca)	0.273	2663	727.82
Aire	0.01		
Aditivo	0.002	1120	1.81
Total	1		

Piedra Húmeda = 1113.89 Kg
 Arena húmeda = 738.81 Kg

Balance de agua en los agregados

Arena = 0.00491 »»»»»
 Piedra = -0.0082 »»»»»

3.627567094 Kg Contribución de agua
 -9.133896161 Kg Resta agua

El agua de Mezcla corregida será =

206 Kg

DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO

Agua =	206	Kg
Cemento =	329	Kg
Piedra =	1113.89	Kg
Arena =	738.81	Kg
Aditivo =	1.81	Kg
Total =	2387	Kg

Paso 1 DATOS f'c 210 kg/cm2 TERCER DISEÑO

Proporción de los agregados	% piedra =	65	0.65
	% arena =	35	0.35

f'c =	210	Kg/cm2	»»»	f'cr =	294	Kg/cm2	Tabla 1.3 ACI
Slump =	3" - 4"						
P.e Cemento Pacasmayo =	3130	Kg/m3		P.E. Aditivo =	1120	Kg/m3	

**Características físicas de la arena
 El Milagro**

P.E =	2663	Kg/m3
P.U.S =	1589	Kg/m3
P.U.C =	1729	Kg/m3
% Humedad =	1.51	%
% Absorción =	1.019	%
M. Finura =	2.19	

**Características físicas de la piedra
 Corazón de David**

P.E =	2710	Kg/m3
P.U.S =	1504	Kg/m3
P.U.C =	1636	Kg/m3
% Humedad =	0.26	%
% Absorción =	1.08	%
M. Finura =	7.62	

Paso 2 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de agua	200	L	»»»	0.2	m3	Tabla 1.1		
Volumen del cemento	a/c =	0.61		329	Kg	»»»	0.105 m3	Tabla 1.2
Volumen de aire atrapado		0.01	m3	»»»		Tabla 1.1		
Volumen del Aditivo		1.810	Kg	»»»		0.002	m3	

Volumen de los agregados

Cemento =	0.105	m3
Agua =	0.2	m3
Aditivo =	0.002	m3
Arena =	A	m3
Piedra =	P	m3
Aire =	0.01	m3
Total =	1	m3

A + P =	0.683 m3
A/P =	0.538
A =	0.239 m3
P =	0.444 m3

Corrección por Humedad y Absorción

Elemento	Volumen Abs.	P.e Kg/m3	Peso (Kg)
Agua	0.2	1	0.2
Cemento	0.105	3130	329
Piedra (Seca)	0.444	2710	1203.58
Arena (Seca)	0.239	2663	636.84
Aire	0.01		
Aditivo	0.002	1120	1.81
Total	1		

Piedra Húmeda =	1206.71 Kg
Arena húmeda =	646.46 Kg

Balance de agua en los agregados

Arena =	0.00491 »»»»	3.174121207 Kg Contribución de agua
Piedra =	-0.0082 »»»»	-9.895054174 Kg Resta agua

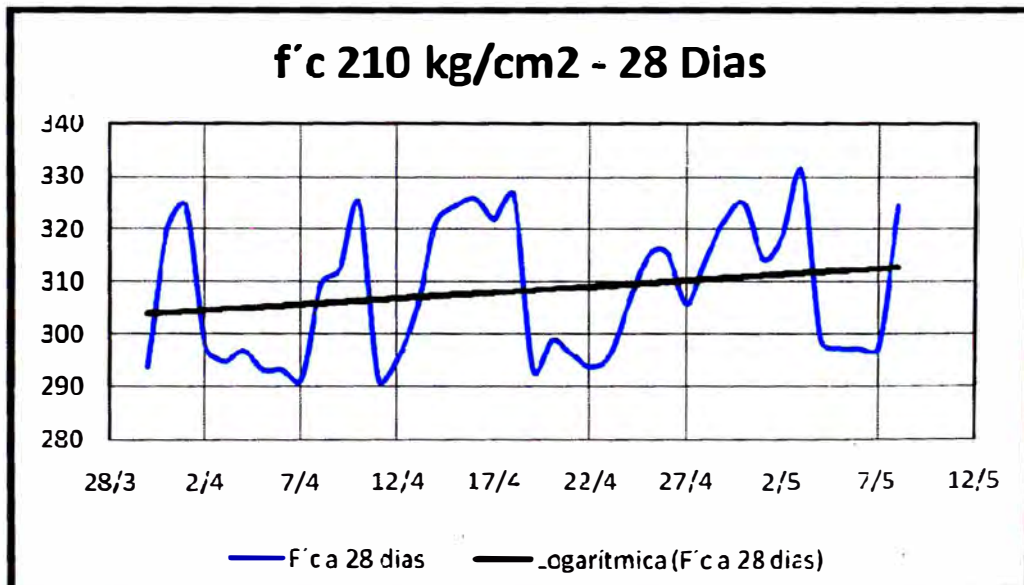
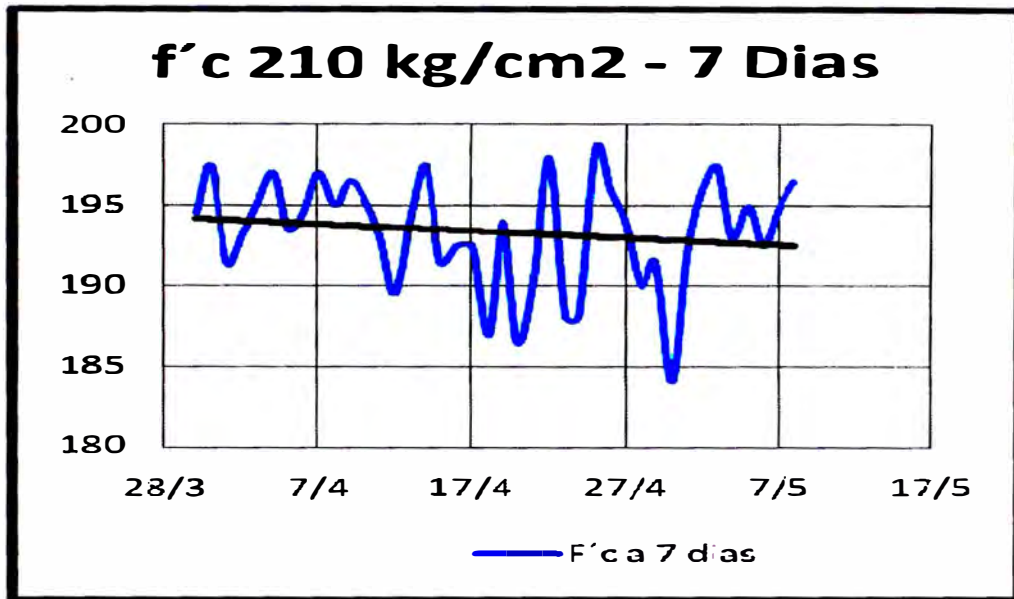
El agua de Mezcla corregida será = 207 Kg

DISEÑO FINAL PARA 1 M3 DE CONCRETO CARGADO EN PLANTA DOSIFICADORA

Agua =	207 Kg
Cemento =	329 Kg
Piedra =	1206.71 Kg
Arena =	646.46 Kg
Aditivo =	1.81 Kg
Total =	2389 Kg

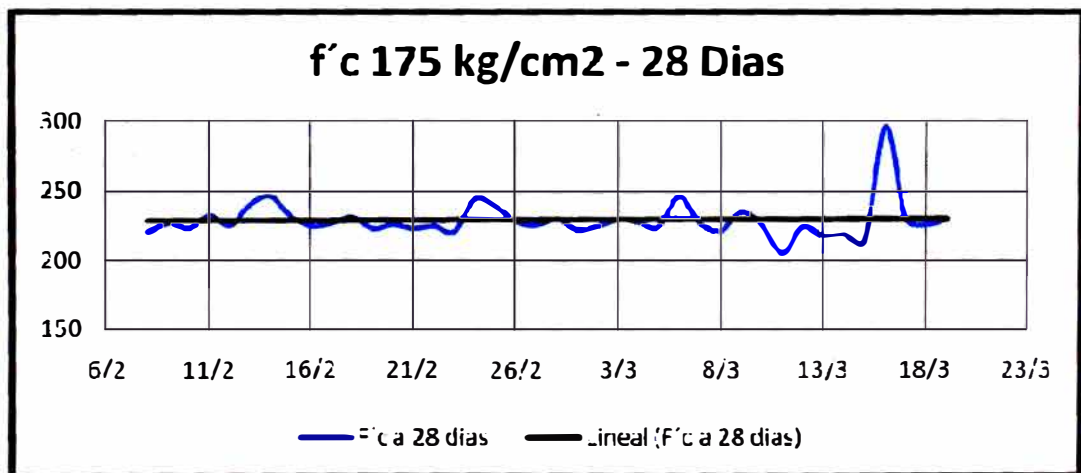
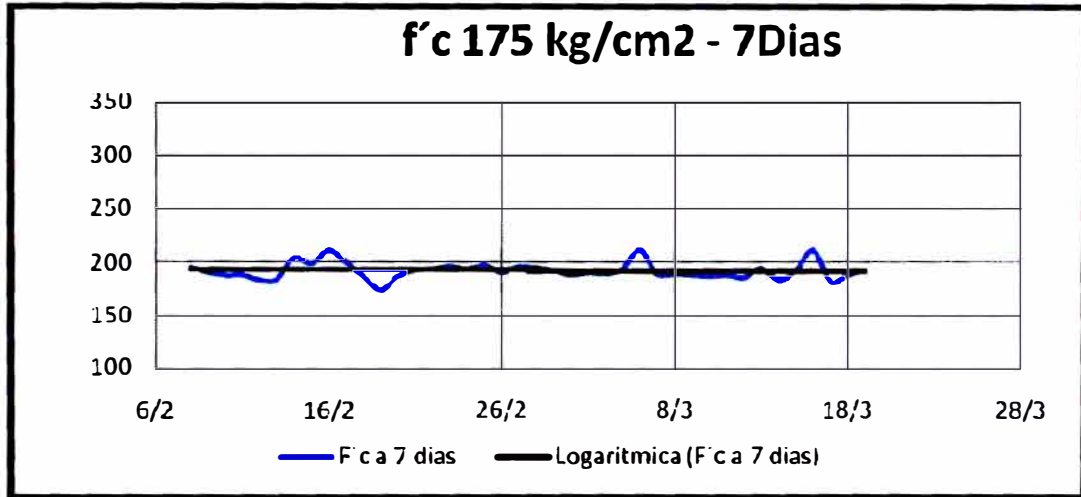
TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Planta de despacho:	Planta Trujillo	Factor 7d/28d:	0.627 kg/cm ²							
Resistencia Nominal:	210 kg/cm ²	Resistencia proyectada a 7 días:	132 kg/cm ²							
Código de Diseño:		Cantidad Cemento/m ³ :	311 kg							
Edad: 7 días		Edad: 28 días								
Resistencia Promedio:	193 kg/cm ²	Resistencia Promedio:	308 kg/cm ²							
Desviación Estándar:	3.44 kg/cm ²	Desviación Estándar:	12.95 kg/cm ²							
N°de muestras:	40	Expectativa falla individual:	1:8							
Tendencia:		N°de muestras:	40							
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)										
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)										
GUIA	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	GUIA	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	Promedio Consecutivo
1	30/3	194	195	195	1	30/3	297	291	294	
2	31/3	198	197	198	2	31/3	320	320	320	
3	1/4	191	192	192	3	1/4	320	329	325	313
4	2/4	196	190	193	4	2/4	297	299	298	314
5	3/4	191	199	195	5	3/4	297	293	295	306
6	4/4	195	199	197	6	4/4	298	296	297	297
7	5/4	194	193	194	7	5/4	293	294	294	295
8	6/4	192	197	195	8	6/4	294	293	294	295
9	7/4	196	198	197	9	7/4	290	293	292	293
10	8/4	194	196	195	10	8/4	300	319	310	298
11	9/4	199	194	197	11	9/4	310	315	313	305
12	10/4	193	198	196	12	10/4	330	320	325	316
13	11/4	192	194	193	13	11/4	290	293	292	310
14	12/4	190	189	190	14	12/4	292	299	296	304
15	13/4	199	190	195	15	13/4	310	300	305	297
16	14/4	199	196	198	16	14/4	321	322	322	307
17	15/4	194	189	192	17	15/4	322	327	325	317
18	16/4	192	193	193	18	16/4	325	327	326	324
19	17/4	195	190	193	19	17/4	320	324	322	324
20	18/4	192	182	187	20	18/4	328	325	327	325
21	19/4	195	193	194	21	19/4	297	290	294	314
22	20/4	180	193	187	22	20/4	299	299	299	306
23	21/4	188	193	191	23	21/4	294	299	297	296
24	22/4	198	198	198	24	22/4	294	294	294	297
25	23/4	189	187	188	25	23/4	296	296	296	296
26	24/4	189	187	188	26	24/4	300	312	306	299
27	25/4	198	199	199	27	25/4	316	314	315	306
28	26/4	194	198	196	28	26/4	317	314	316	312
29	27/4	194	194	194	29	27/4	313	299	306	312
30	28/4	195	185	190	30	28/4	316	313	315	312
31	29/4	190	193	192	31	29/4	324	320	322	314
32	30/4	183	185	184	32	30/4	330	320	325	321
33	1/5	188	196	192	33	1/5	314	315	315	321
34	2/5	199	193	196	34	2/5	319	319	319	320
35	3/5	198	197	198	35	3/5	331	331	331	322
36	4/5	191	195	193	36	4/5	299	299	299	316
37	5/5	195	195	195	37	5/5	297	298	298	309
38	6/5	190	195	193	38	6/5	298	297	298	298
39	7/5	196	194	195	39	7/5	297	298	298	298
40	8/5	194	199	197	40	8/5	326	323	325	307



TENDENCIA DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Planta de despacho:	Planta Trujillo	Factor 7d/28d:	0.837 kg/cm ²							
Resistencia Nominal:	175 kg/cm ²	Resistencia proyectada a 7 días:	146 kg/cm ²							
Código de Diseño:		Cantidad Cemento/m ³ :	292 kg							
Edad: 7 días		Edad: 28 días								
Resistencia Promedio:	192 kg/cm ²	Resistencia Promedio:	229 kg/cm ²							
Desviación Estándar:	7.89 kg/cm ²	Desviación Estándar:	13.63 kg/cm ²							
N° de muestras:	40	Espectativa falla individual:	1:4							
Tendencia:		N° de muestras:	40							
Tendencia:										
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)										
Resultados de Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)										
GUIA	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	GUIA	Fecha	Probeta 1	Probeta 2	Promedio	Promedio Consecutivo
1	8/2	192	198	195	1	8/2	220	220	220	
2	9/2	190	189	190	2	9/2	227	227	227	
3	10/2	188	186	187	3	10/2	227	220	224	224
4	11/2	186	189	188	4	11/2	230	235	233	228
5	12/2	185	180	183	5	12/2	226	224	225	227
6	13/2	182	183	183	6	13/2	238	242	240	233
7	14/2	204	203	204	7	14/2	246	247	247	237
8	15/2	196	200	198	8	15/2	231	234	233	240
9	16/2	210	212	211	9	16/2	223	226	225	235
10	17/2	198	200	199	10	17/2	225	229	227	228
11	18/2	186	187	187	11	18/2	233	229	231	228
12	19/2	175	171	173	12	19/2	222	224	223	227
13	20/2	184	188	186	13	20/2	226	226	226	227
14	21/2	190	195	193	14	21/2	222	224	223	224
15	22/2	196	190	193	15	22/2	224	225	225	225
16	23/2	193	199	196	16	23/2	221	220	221	223
17	24/2	193	195	194	17	24/2	246	242	244	230
18	25/2	195	198	197	18	25/2	237	241	239	235
19	26/2	191	190	191	19	26/2	229	228	229	237
20	27/2	192	199	196	20	27/2	225	226	226	231
21	28/2	190	199	195	21	28/2	229	231	230	228
22	1/3	199	185	192	22	1/3	223	222	223	226
23	2/3	185	190	188	23	2/3	224	226	225	226
24	3/3	189	191	190	24	3/3	228	231	230	226
25	4/3	195	183	189	25	4/3	227	229	228	228
26	5/3	198	190	194	26	5/3	228	221	225	227
27	6/3	214	208	211	27	6/3	246	246	246	233
28	7/3	196	182	189	28	7/3	228	226	227	233
29	8/3	197	181	189	29	8/3	220	223	222	232
30	9/3	186	190	188	30	9/3	243	226	235	228
31	10/3	188	184	186	31	10/3	229	225	227	228
32	11/3	195	181	188	32	11/3	200	211	206	222
33	12/3	184	187	186	33	12/3	228	221	225	219
34	13/3	194	194	194	34	13/3	215	221	218	216
35	14/3	184	183	184	35	14/3	213	224	219	220
36	15/3	193	191	192	36	15/3	216	212	214	217
37	16/3	212	210	211	37	16/3	296	298	297	243
38	17/3	182	183	183	38	17/3	228	233	231	247
39	18/3	196	180	188	39	18/3	225	227	226	251
40	19/3	192	193	193	40	19/3	223	235	229	229





Planta Trujillo, camión mezclador
Bajo planta en plena carga de los
Materiales.



Autocontrol de Planta donde
se indica los pesos que se
Cargara al camión Mixer



Tanque de almacenamiento de los
Aditivos, en este caso Polyheed
770 R de Basf



Después del carguío se extrae
un bugui de mezcla para hacer
las pruebas al concreto fresco



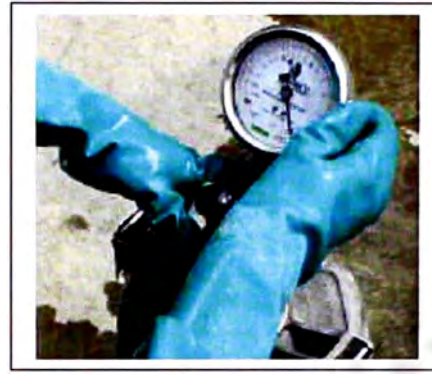
Prueba de temperatura de la concreto
Fresco.



Prueba de Slump del concreto
Fresco



Prueba de peso Unitario



Prueba de aire



Preparación de las Probetas



Enrasado final de las Probetas



Etiquetado de C/U



Colocación de las probetas a la Poza de agua y sal para el curado



Rotura de las probetas