

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA INGENIERÍA CIVIL Y DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TEMA:

*“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA
CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280
kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”*

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. Ana Lucía Chaiña Muñoz.

Bach. Sixto Daniel Paz Martínez.

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AREQUIPA – PERÚ

2015

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad Católica de Santa María, presento mi tesis de investigación que por título lleva.

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm². EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

Tema de investigación que fue realizado en el laboratorio de suelos y concreto del Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

Bach. Ana Lucia Chaiña Muñoz.

Bach. Sixto Daniel Paz Martínez.

AGRADECIMIENTO

Para empezar quiero dar gracias a Dios, que me dio fuerza y fe necesaria para creer en mí.

A mis padres Daniel Chaiña Gutierrez y Norma Muñoz Barriga, por su apoyo incondicional e impulsarme siempre a ser mejor.

A mi familia por todo su amor y cariño.

A mi compañero de tesis Sixto Paz Martínez, por el empeño, dedicación y paciencia.

A mi asesor el ingeniero Renato Diaz Galdos, por orientar este trabajo de investigación.

AL ingeniero Igor Choquenaira, por el apoyo y dedicación en todo este proceso, por su tiempo y sus conocimientos brindados.

A los ingenieros que a lo largo de todo este camino marcaron cada etapa de mi vida universitaria.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en toda nuestra formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimos, y compañía en los momentos de dificultad. Algunas están aún conmigo, otras están en mis recuerdos, pero todas están en mi corazón.

Gracias y muchas bendiciones.

Bach. Ana Lucia Chaiña Muñoz.

ACTO QUE DEDICO A

Por haber permitido poder llegar a esta etapa de mi vida; dándome paciencia, salud, amor, y rodearme de personas maravillosas en mi vida.

A Dios.

Con todo cariño y amor para las personas que hicieron todo para que yo pudiera lograr mis sueños, darme la mano cuando veía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y agradecimiento.

A mis Padres.

Por haber guiado y apoyado en todo momento, por ella encontré mi verdadera vocación, por sus consejos, por la constante motivación a ser mejor cada día y no caer frente algún obstáculo, a nunca de decir no puedo. Pero más que nada por su gran amor.

A mi mamita Norma.

Por su apoyo y comprensión, por guiar mí camino con rectitud y buenos valores, por su motivación para ser mejor persona cada día, pero más que nada darme su cariño y amor.

A mi papito Daniel.

Por ser una niña llena de alegría e inocencia, recordándome que siempre estará ahí para apoyarme en todo momento.

A mi hermana Daleska.

Bach. Ana Lucia Chaiña Muñoz.

AGRADECIMIENTO

Quiero mostrar mi agradecimiento a todos aquellos que hicieron posible que este trabajo rindiera.

- *A mis padres: Sixto Paz Mattos y Herlinda Martínez Acosta.*
- *A mi universidad: Universidad Católica de Santa María.*
- *A mis hermanas: Ruth Clara Paz Martínez y Herlinda Valeria Paz Martínez*
- *A mi asesor: Ing. Renato Díaz Galdos, por el tiempo dedicado a que esto pudiera realizarse*
- *Al ingeniero: Ing. Igor Choquenaira, por el apoyo y dedicación en todo este proceso, por su tiempo y sus conocimientos brindados.*
- *A Milagros Holgado por apoyarme en todo momento, por su paciencia que tiene en todo momento.*
- *A mi compañera de tesis: Ana lucia Chaiña Muñoz, por el empeño que le puso para que esto fuera realidad.*
- *A la Sra. Nancy (personal de laboratorio de la U.C.S.M), por esa ayuda que nos brindaba en el momento de realizar la tesis, y por los consejos.*
- *A todos mis amigos que me ayudaron a que esta tesis vaya por buen camino*

Bach. Sixto Daniel Paz Martínez.

ACTO QUE DEDICO A

- *DIOS, por haberme guiado estos años en mi carrera, por darme la fuerza de voluntad, por darme salud, por permitir que este junto con los que quiero y por darme mucha felicidad.*
- *A mis padres Sixto y Herlinda por darme su apoyo incondicional, por haberme dado la educación, y por apoyarme moralmente y económicamente. Sobre todo por su gran ejemplo a seguir.*
- *Se lo dedico a mi abuelo Sixto Paz Velarde (Q.E.P.D), por darme el ejemplo de trabajo arduo y responsabilidad.*
- *A mis hermanas por ser parte importante en mi vida a Clara y Valeria por llenar mis días de alegría.*

Bach. Sixto Daniel Paz Martínez.

INDICE

INTRODUCCIÓN.	1
RESUMEN	2
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.	4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	4
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	4
1.1.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.	4
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	5
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	6
1.3. HIPÓTESIS.	6
1.4. VARIABLES E INDICADORES.	7
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.	9
2.1. MATERIAL ESTÉRIL.	9
2.1.1. CONCRETO CON LA UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL.	9
2.1.1.1. DEFINICIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL.	9
2.1.1.2. ORIGEN DEL MATERIAL ESTÉRIL.	11
2.1.1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MATERIAL ESTÉRIL EN EL MUNDO.	11
2.1.2. SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.	13
2.1.2.1. HISTORIA DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.	13
2.1.2.2. UBICACIÓN DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.	14
2.1.2.3. DEPOSITOS DE DESMONTE DE MINA DEL MATERIAL ESTÉRIL	14
2.1.3. GEOLOGIA DEL MATERIAL ESTÉRIL.	18
2.1.4. OBTENCION DEL MATERIAL ESTÉRIL	22
2.1.5. ENSAYOS PARA OBTECIÓN DE COMPONETES QUÍMICOS DE MATERIAL ESTÉRIL.	25
2.1.5.1. MÉTODO DEL ENSAYO MULTIELEMENTAL POR ICP – OES DIGESTIÓN MULTI – ACIDA.	25
2.1.5.2. MÉTODO DE ENSAYO PARA SÍLICE EN ALCALIS – GRAVIMETRIA (MATERIAL ESTERIL)	40
2.1.5.3. MÉTODO DE ENSAYO PARA FIERRO POR DIGESTIÓN MULTIÁCIDA – ABSORCIÓN ATÓMICA.	42
2.1.5.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA ALUMINIO POR FUSION ALCALINA – ABSORCION ATOMICA.	43
2.1.5.5. MÉTODO DE ENSAYO PARA CLORUROS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-VOLUMETRÍA.	44
2.1.5.6. MÉTODO DE ENSAYO PARA SULFATOS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-FOTOMETRÍA.	46
2.1.5.7. MÉTODO DE ENSAYO PARA SALES SOLUBLES POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-GRAVIMETRÍA.	47
2.1.6. APLICACIONES DEL MATERIAL ESTÉRIL ALREDEDOR DEL MUNDO.	52
2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS Y REQUERIMIENTOS DEL CONCRETO.	56
2.2.1. PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO.	56
2.2.1.1. TRABAJABILIDAD.	56
2.2.1.2. CONSISTENCIA.	57
2.2.1.3. COHESIVIDAD.	58
2.2.1.4. SEGREGACIÓN.	58
2.2.1.5. EXUDACIÓN.	59

2.2.1.6.	PESO UNITARIO.	59
2.2.2.	PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO.	60
2.2.2.1.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN.	60
2.2.2.2.	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.	62
2.2.3.	MATERIALES QUE COMPONEN EL CONCRETO.	64
2.2.3.1.	AGUA.	65
2.2.3.2.	CEMENTO.	66
2.2.3.3.	AGREGADO.	67

CAPITULO 3: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO CON MATERIAL ESTÉRIL. _____ 71

3.1. INTRODUCCIÓN. _____ 71

3.2. ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS CON MATERIAL ESTÉRIL. _____ 71

3.2.1.	CEMENTO.	71
3.2.2.	AGREGADO FINO.	71
3.2.2.1.	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.	72
3.2.2.2.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.	74
3.2.2.3.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO.	80
3.2.2.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.	86
3.2.2.5.	ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS DE AGREGADO FINO.	96
3.2.3.	AGREGADO GRUESO CANTERA PODEROSA.	99
3.2.3.1.	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.	100
3.2.3.2.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.	102
3.2.3.3.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.	106
3.2.3.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.	112
3.2.3.5.	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO.	120
3.2.3.6.	ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS DE AGREGADO GRUESO.	124
3.2.4.	MATERIAL ESTERIL.	127
3.2.4.1.	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL ESTERIL.	127
3.2.4.2.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL ESTERIL.	130
3.2.4.3.	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL MATERIAL ESTERIL.	136
3.2.4.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL MATERIAL ESTERIL.	143
3.2.4.5.	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y AL DESGASTE DEL MATERIAL ESTERIL.	150
3.2.5.	AGUA.	154

3.3. DISEÑOS DE MEZCLAS CON MATERIAL DE CANTERA Y ESTERIL. _____ 157

3.3.1.	DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO DEL ACI 211.	157
--------	---------------------------------------	-----

CAPITULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO. _____ 219

4.1. SECUENCIA DE LOS ENSAYOS. _____ 219

4.1.1.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	219
4.1.1.1.	RESULTADOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL COMITÉ 211 ACI.	219
4.1.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO.	224
4.1.2.1.	ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 175 kgf/cm ² .	224
4.1.2.2.	ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A 210 kgf/cm ² .	231
4.1.2.3.	ANALISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 280 kgf/cm ² .	238
4.1.3.	RESISTENCIA A LA TRACCION.	246
4.1.3.1.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL DISEÑO ACI COMITÉ 211.	246
4.1.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO.	249

4.1.4.1.	ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A 175 kgf/cm ² .	249
4.1.4.2.	ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A 210 kgf/cm ² .	249
4.1.4.3.	ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A 280 kgf/cm ² .	250
4.2.	ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE AGUA.	251
4.3.	ANÁLISIS DEL ASENTAMIENTO “SLUMP”.	252
4.4.	ANÁLISIS DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO.	254
4.5.	ANÁLISIS DE LA DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO GRUESO VS. MATERIAL ESTÉRIL.	256
CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.		259
5.1.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL MATERIAL ESTÉRIL.	259
5.1.1.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 175 kgf/cm ² .	261
5.1.2.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 210 kgf/cm ² .	267
5.1.3.	ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 280 kgf/cm ² .	272
5.2.	DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES POR (m³) CON RESPECTO AL CONCRETO CONVENCIONAL.	279
CONCLUSIONES		282
RECOMENDACIONES		286
GLOSARIO		288
BIBLIOGRAFIA		290
LISTADO DE FIGURAS		294
LISTADOS DE GRAFICAS		297
LISTADO DE TABLAS		300
ANEXOS		305

INTRODUCCIÓN.

Con el transcurrir del tiempo el sector de la Construcción se ha convertido en un campo muy dinámico, donde continuamente se consiguen avances y mejoras en los materiales. En la presente investigación nos enfocamos en un producto que es muy importante y que se utiliza casi siempre en todas las obras de Construcción, y es que hablamos del concreto, que se ha posicionado como el producto de elección favorita para la construcción de un gran número y variedad de estructuras en el Sector de la Construcción en el Perú de nuestros días. Ya que el Concreto tiene el gran atributo, de poseer un bajo costo en sus materiales y mantenimiento en comparación con otros. Por lo tanto, no es de sorprenderse que bastantes investigaciones en mejora de la tecnología del concreto hayan ocurrido y se estén realizando como resultado de estos dos indicadores predominantes.

Un material importante que constituye parte del concreto, es el agregado grueso que normalmente se obtiene de forma natural (ríos o canto rodado) o artificial (proceso de trituración con equipo pesado). En la ciudad de Arequipa se tiene la predominancia de utilizar agregado grueso triturado, este material pasa por varios procesos como voladura y acarreo de material de roca, y también pasa por 4 etapas de trituración para obtener el agregado grueso de 3/4 de pulgada, todo este proceso hacen que el costo por m³ de agregado grueso sea alto.

En esta investigación se desea reemplazar parcial o completamente el agregado grueso con el Material Estéril de la Mina Cerro Verde, ya que este se encuentra acumulado en grandes hectáreas en los botaderos de la Mina Cerro Verde, los cuales están depositados ahí y no se utilizan para ningún fin, el uso del Material Estéril ayudaría reducir los costos por m³ que normalmente se gasta por la compra de agregado grueso. Ya que este material se encuentra ya triturado que van desde los tamaños de 2 a 10 pulgadas y solo tendría que pasar por 2 etapas de trituración para obtener material de 3/4 pulgadas. Al poder utilizar el Material Estéril para la obtención del concreto se estaría ayudando con el medio ambiente, ya que se estaría dando uso a este Material Estéril acumulado que ya no se usa.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se buscó el reemplazo parcial o total del agregado grueso con el Material Estéril de la Mina Cerro Verde. Para ello se fue al depósito de desmonte de la mina, donde se obtuvo el material estéril de 2 a 10 pulgadas, la cual se llevó a una chancadora ubicada en Chiguata para su respectivo triturado, obteniendo así un Material Estéril de 3/4 de pulgadas.

Teniendo el Material Estéril ya triturado se llevó a un laboratorio químico (Laboratorio Analítico del Sur), para obtener sus propiedades y que este no contenga ningún material nocivo o dañino para la salud de las personas. Se realizaron las propiedades físicas y mecánicas en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María donde también se realizaron los vaciados de concreto utilizando el procedimiento de diseño de mezclas del comité 211 del American Concrete Institute ACI.

Se realizó en una primera instancia reemplazos del agregado grueso con el Material Estéril en la proporción de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% para las resistencias a la compresión de 175 kgf/cm², 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm², realizando roturas a los 7, 14, 21 y 28 días como indica la norma, todos los resultados fueron superiores a la resistencia de compresión y se obtuvo un Slump de 3.5 pulgadas de promedio.

Ya que los resultados fueron favorables con los reemplazos iniciales para todos los diseños de mezclas. Se decidió realizar nuevos reemplazos de agregado grueso con el Material Estéril en la proporción de 40%, 60%, 80% y 100%. En los cuales se observó que para el diseño de mezclas 175 kgf/cm² se pudo lograr un reemplazo de hasta de un 100% de Material Estéril con una resistencia final a los 28 días de 178.34 kgf/cm² y con un Slump de 3.5 pulgadas; para el diseño de mezclas de 210 kgf/cm² se pudo lograr un reemplazo de hasta 80% de Material Estéril con una resistencia final a los 28 días de 227.6 kgf/cm² y con un Slump de 3.5 pulgadas y para el diseño de mezclas de 280 kgf/cm² se pudo lograr un reemplazo de hasta 40% de Material Estéril con una resistencia final a los 28 días de 286.55 kgf/cm² y con un Slump de 3.5 pulgadas.

Generalidades de la Investigación.

Capítulo 1



CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Actualmente la Sociedad Minera Cerro Verde es uno de los principales fuentes económicos de la ciudad de Arequipa, pero uno de los grandes problemas que afronta esta minera es la inadecuada disposición y almacenaje de los subproductos que resulta del procesamiento de explotación de cantera de mina denominado "MATERIAL ESTERIL", estos no tienen ningún uso después de ser desechados y pueden contener químicos tóxicos perjudiciales para el medio ambiente.

1.1.2. DESARROLLO DE LA PROBLEMÁTICA.

Los residuos provenientes de la actividad minera son por su composición y densidad, materiales peligrosos capaces de romper los equilibrios de los ecosistemas, afectar la salud pública, degradar cuerpos de agua y modificar paisajes naturales. La inadecuada disposición de los materiales estériles de la mina, así como los métodos inapropiados para su tratamiento.

La minera Cerro verde actualmente hace uso de los depósitos de desmontes de mina contiguos a este como: DDM Noreste, DDM Sureste, DDM Oeste, y DDM Suroeste; con el fin de desechar material, estos ocupan superficies que van creciendo al pasar los años como se puede ver en el siguiente cuadro:

DDM	Área aproximada (ha)	Capacidad de desmonte (kt)
DDM Oeste	290	591092
DDM Suroeste	574	1389357
DDM Sureste	618	1122447
DDM Noreste	190	591092

Tabla 1.1. Áreas afectadas por la infraestructura durante la etapa de operación (Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.)

Año	Superficie Ocupada (ha)
2002	135
2005	230
2010	265
2015	372
2033	588

Tabla 1.2. Superficie ocupada por los Depósitos de Desmontes de mina a través de los años (Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.)

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Utilización de los materiales estériles de la mina Cerro Verde, como reemplazo parcial o total del agregado grueso, para la obtención de concreto con resistencias a la compresión de 175 kgf/cm², 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm², con el objetivo de emplearlo en la construcción.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ◆ *Obtención de las propiedades físicas y químicas de los materiales estériles de la Sociedad Minera Cerro Verde.*
- ◆ *Obtención de propiedades físicas y mecánicas de los agregados grueso y agregado fino.*
- ◆ *Obtención de los materiales estériles con un T.M.N. de ¾".*
- ◆ *Ensayo de las propiedades del concreto en estado fresco y en estado endurecido.*
- ◆ *Rotura de probetas a los 7, 14, 21 y 28 días.*
- ◆ *Comparación de costos entre un concreto convencional y el concreto con la utilización de materiales estériles.*

1.3. HIPÓTESIS.

Es probable que con la utilización de los materiales estériles de la mina Cerro Verde, como reemplazo parcial o total del agregado grueso en los diseños de mezclas de concreto, logremos obtener un concreto con características similares a las de un concreto convencional.

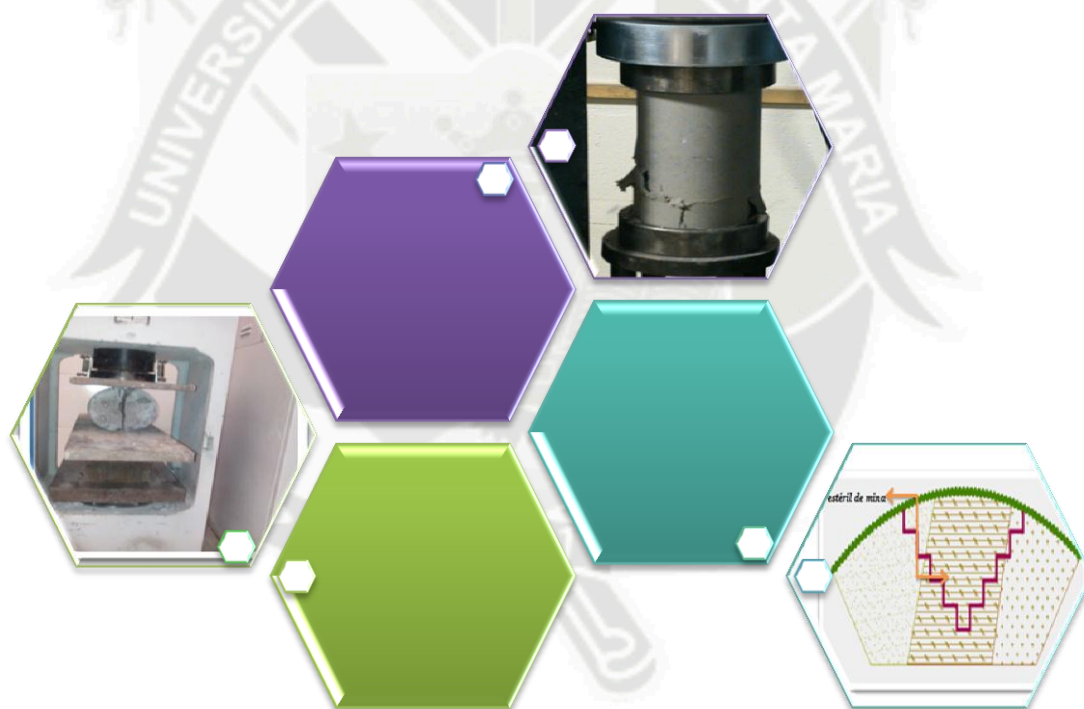
1.4. VARIABLES E INDICADORES.

Método de diseño de mezcla	f _c kgf/cm ²	Pruebas					T.M.N.	Equipos de laboratorio
		Materiales			Concreto			
		Ag. Fino	Ag. Grueso	Material estéril	Estado fresco	Estado endurecido		
Comité A.C.I.-211	175	Granulometría	Granulometría	Granulometría	Slump	Ensayo de compresión	3/4"	Equipo de granulometría
		Peso específico	Peso específico	Peso específico		Ensayo de tracción		Hornos
		P.U. compactado	P.U. compactado	P.U. compactado				Balanza electrónica
		P.U. suelto	P.U. suelto	P.U. suelto				Trompo
		Contenido de humedad	Contenido de humedad	Contenido de humedad				Modes de probetas
		Módulo de fineza	Módulo de fineza	Módulo de fineza				Maquina de Los Angeles
		Ensayo de impurezas orgánicas	Absorción	Absorción				
			Ensayo de abrasión	Ensayo de abrasión				
			Ensayo de impurezas orgánicas	Ensayo de impurezas orgánicas				

Tabla 1.3. Tabla de variables e indicadores.

Marco Teórico.

Capítulo 2



CAPÍTULO 2: MARCO TEORICO.

2.1. MATERIAL ESTÉRIL.

2.1.1. CONCRETO CON LA UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL.

2.1.1.1. DEFINICIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL.

Se define material estéril de mina al residuo sólido que es extraído de los diferentes yacimientos mineros, se genera en grandes toneladas, es un material sin valor económico que han sido removidos del yacimiento para permitir la explotación del mineral útil, estos residuos provienen de los sectores del yacimiento cuyo contenido de mineral es muy bajo para hacer atractiva su explotación, y es por eso es que tiene que ser removido para acceder a zonas más ricas de mineral.

El material estéril de mina se puede apreciar de las siguientes maneras:

La capa superficial del suelo es considerada un estéril en minería, aunque este contenga vegetación, se puede apreciar en la siguiente imagen la sección de un yacimiento a cielo abierto, con decenas de capas y estas presentan unos centenares de metros de espesor, en donde todas estas capas deben ser removidas para permitir la explotación completa del mineral.

La figura 2.1 representa una sección de un yacimiento, con capas verticales, con decenas de metros de espesor; la explotación a cielo abierto requiere que remuevan una determinada cantidad de roca encajante para permitir que se pueda realizar una mejor explotación, la roca encajante es el material estéril.

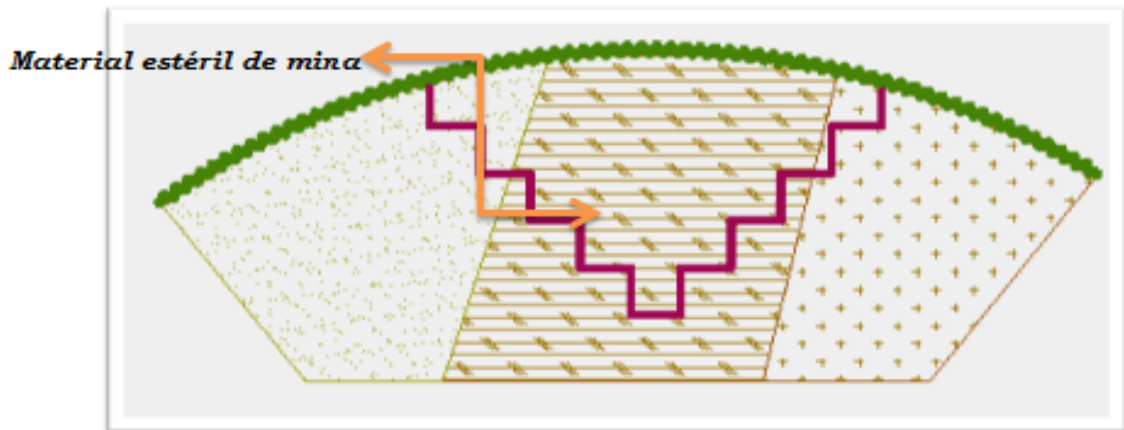


Figura 2.1. Representación del perfil con capas verticales.

En la figura 2.2 es la representación de capas horizontales de con diferente composición química.

Podemos aseverar que el material que hoy es material estéril de mina en el futuro pasara a ser económicamente explotable según el tipo de mercado en donde se comercialice.

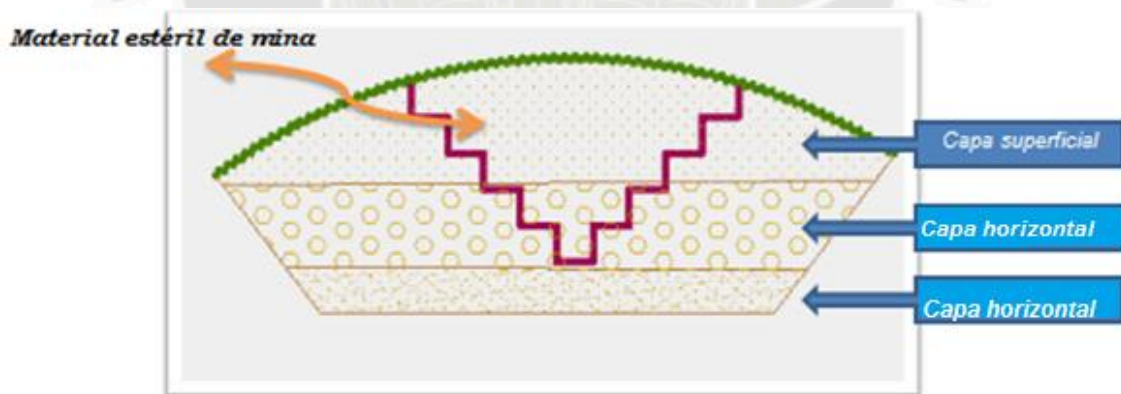


Figura 2.2. Representación del perfil de una cava, donde las capas tienen diferentes composiciones químicas.

2.1.1.2. ORIGEN DEL MATERIAL ESTÉRIL.

La minería es una actividad cuyo inicio se produce en la Península Ibérica, y se remonta a más de tres milenios. Contaba de diferentes actividades como la explotación de una gran masa de sulfuros polimetálicos con más de 300 m de profundidad, también tenemos la extracción de áridos en una gravera la cual deberá estar próxima a un río.

En el Perú, nos debemos remontar a la época preincaica y para su extracción utilizaban herramientas rudimentarias como son: crisoles para la fundición, hornillas de piedra y martillos e cobre y bronce.

En general; para obtener el producto a comercializar es necesario extraer una gran cantidad de materiales estériles.

2.1.1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MATERIAL ESTÉRIL EN EL MUNDO.

En función de las características del material estéril, antes y después de su tratamiento evaluaremos las ventajas y las desventajas del material estéril.

VENTAJAS.

REUTILIZACIÓN DE SUELOS PARA LABORES DE RESTAURACIÓN Y REMEDACIÓN.

El material estéril es el suelo que es removido y acumulado puede ser utilizado como recubrimiento de labores mineras, cabe resaltar que estos suelos ya no contarán con las mismas propiedades sino que tendrán un cambio como por ejemplo aumento de densidad.

Estos suelos son la mejor opción para restablecer el ecosistema vegetal y microbiano existente antes de la actividad minera.

CONSTRUCCIÓN.

El material estéril se podrían utilizar en para construir diques, podrían ser utilizados como rellenos, pues no solo el volumen a disponerse en otro lugar se ve reducido sino también se disminuye la necesidad de préstamo para estas obras.

DESVENTAJAS.

Como sabemos el material estéril se dispone en escombreras. Este proceso de eliminar el material estéril se dispone en muchas minas en donde son arrojados en valles o en laderas transformándose en escombreras.

Estas escombreras de material estéril producen formación de surcos y erosión acelerada. Debido a esta erosión puede ocurrir una contaminación química de las aguas superficiales y subterráneas; ya que causan turbidez en el agua y su recuperación es en general más cara que la construcción de una pila adecuada.

Todo esto puede causar un impacto visual, por los siguientes motivos:

- ◆ *Una masa alargada produce menos impacto visual que una estrecha y alta.*
- ◆ *Debe evitarse que la altura de la escombrera sobrepase la línea del horizonte.*
- ◆ *El efecto visual de las superficies redondeadas es menor que el de las líneas y cortes rectos que no hacen acentuar formas y volúmenes.*
- ◆ *Las litologías con colores fuertes y llamativos intensifican y agravan las sensaciones ópticas al contrastar con el colorido suave de los suelos y la vegetación natural.*

2.1.2. SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.

2.1.2.1. HISTORIA DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.

Las operaciones de la mina de Cerro Verde datan del siglo XIX, los españoles extraían minerales de Oxido de Cobre de alta ley, y los cuales eran enviados a Gales.

En el año 1916, la empresa Anaconda adquirió la propiedad. En 1970 Minero Perú (Empresa de propiedad del gobierno) compro la mina e inicio las operaciones modernas de extracción de mineral y tratamientos de mineral. Incluía:

- ◆ La extracción de mineral de dos áreas de tajo abierto.*
- ◆ 3 plataformas de lixiviación.*
- ◆ Pozas de colección de solución.*

Para obtener una producción de 33000 TMD de cátodos de cobre de alta pureza, una planta concentradora con una capacidad de 3000 TMD de mineral y las instalaciones de servicios auxiliares.

Todo esto se llevó acabo entre 1976 y 1993 en este periodo se procesaron más de 80 millones de toneladas de mineral y se produjeron alrededor de 411000 toneladas de cobre electrolítico.

El 1° de junio de 1993 la unidad minera Cerro Verde pasa a ser Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. En noviembre de 1993 el gobierno peruano decide privatizar la Mina Cerro Verde, siendo adquirida por Cyprus Climax Metals Company (CCMC) el 18 de marzo de 1994.

A finales de 1999, Phelps Dodge Corporation adquirió Cyprus Climax Metals Company siendo hasta el accionista mayoritario actualmente.

2.1.2.2. UBICACIÓN DE SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.

La Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. es un complejo minero ubicado en el distrito de Uchumayo, en la provincia de Arequipa, en el Perú, aproximadamente a 20 kilómetros de la ciudad de Arequipa y a una altitud promedio de 2600 m.s.n.m.

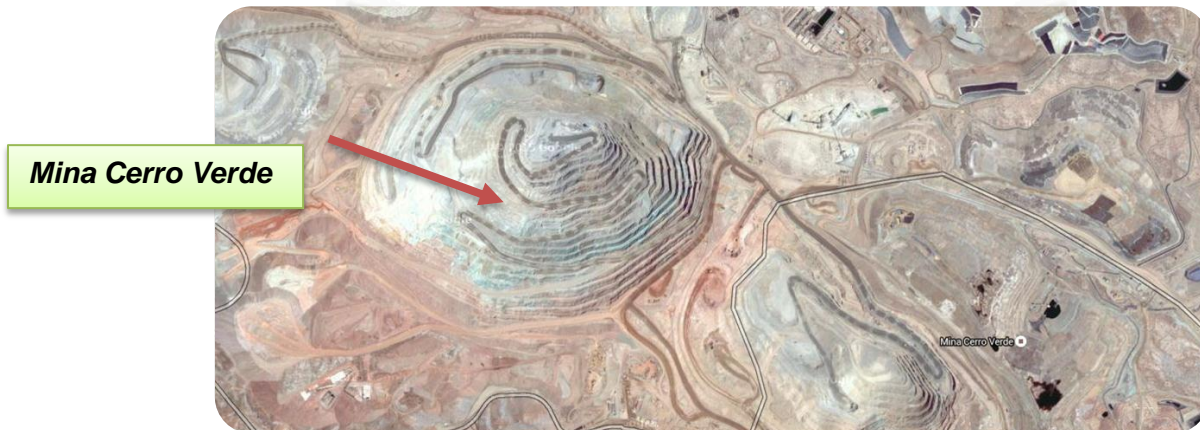


Figura 2.3. Ubicación de la Sociedad Minera Cerro Verde.

2.1.2.3. DEPOSITOS DE DESMORTE DE MINA DEL MATERIAL ESTÉRIL

Los depósitos de desmorte de mina (D.D.M.) son estructuras destinadas al almacenamiento del material procedente de los tajos que no presente viabilidad económica, es decir no reúne las características que lo haga susceptible de ser procesado para la obtención de cobre bajo márgenes económicos aceptables. Estos depósitos de desmorte estarán ubicados en emplazamientos cercanos a los tajos de Santa Rosa y Cerro Verde:

Depósito de Desmorte de Mina Noreste:

◆ Ubicación: Limites.

- Sur: PAD 1.

- Norte: Parte alta de la quebrada enlozada.
 - Oeste: Tajo Cerro Verde y la quebrada Enlozada.
 - Este: Quebrada Huayrondo.
- ◆ Consta de cadenas montañosas, también presencia de colinas, laderas, valles y material alotrópico.
 - ◆ Ocupará un área aproximada de 190 ha.
 - ◆ Capacidad del desmote es: 591 092 kt
 - ◆ Es aquí donde se realizó la extracción del material estéril de la presente investigación.



Figura 2.4. Ubicación del depósito de desmote de la mina Cerro Verde.

- ◆ La distancia desde el cruce de Tiabaya hasta el depósito de desmote es de 14.78 km aproximadamente.
- ◆ La distancia desde la Plaza de Armas hasta el depósito de desmote de la mina Cerro Verde es de 22 km.



Figura 2.5. Ruta desde Tiabaya hasta el depósito de desmonte.



Figura 2.6. Ruta desde Tiabaya hasta el depósito de desmonte- Vista arriba.

Depósito de Desmonte de Mina Sureste:

◆ *Ubicación: Límites*

- *Sur: Quebrada Linga.*
- *Norte: Tajo Santa Rosa.*
- *Oeste: Instalaciones de procesos.*
- *Este: Quebrada Siete vueltas.*

◆ *Presenta unidades geomorfológicas como: montañas, colinas, laderas, valles, y depósitos de material alotrópico.*

◆ *Ocupará un área de 618 ha.*

◆ *Capacidad de desmonte: 1 122 447 kt.*

Depósito de Desmonte de Mina Oeste:

◆ *Ubicación: Límites*

- *Sur: DDM suroeste.*
- *Norte: Parte Baja de la quebrada de*
- *Este: Tajo Cerro Verde.*

◆ *Presenta unidades geomorfológicas como: montañas, colinas, laderas, valles, y depósitos de material alotrópico.*

◆ *Ocupará un área de 290 ha.*

◆ *Capacidad de desmonte: 591 092 kt.*

Depósito de Desmonte de Mina Suroeste:

◆ *Ubicación: Límites*

- *Sur: Quebrada San José.*
- *Norte: DDM Oeste.*

- Oeste: Quebradas Cerro Verde.
- Este: Parte alta de la quebrada de Huayrondo.
- ◆ Presenta unidades geomorfológicas como: montañas, colinas, laderas, valles, y depósitos de material alotrópico.
- ◆ Ocupará un área de 574 ha.
- ◆ Capacidad de desmonte: 1 389 357 kt

Durante la etapa de operación, todos los DDM contarán con sistemas de colección de aguas infiltradas, estas estarán compuestas por una red de drenes.

2.1.3. GEOLOGIA DEL MATERIAL ESTÉRIL.

La Sociedad Minera Cerro Verde presenta pórfidos de cobre que son yacimientos de baja ley, de gran tonelaje y de forma irregular hallándose a su vez en Santa Rosa y Cerro Negro.

Los pórfidos se han mineralizado en diferentes épocas metalogénicas, siendo los más antiguos los de la franja sur del Batolito de la Costa del Terciario inferior.



Figura 2.7. Desmonte de la mina Cerro verde.

PROCESOS

- *Estos pórfidos se formaron en el arco magmático que dio origen al Batolito de la Costa.*
- *Por procesos tectónicos , estos pórfidos han sufrido un intenso fallamiento y fracturamiento , llamados (stockwork) controlados por un control estructural mayor , como los impulsos sucesivos del intrusivo en el contacto con el gneis Charcani en Cerro Verde – Santa Rosa – Cerro Negro.*
- *La mineralización de cobre está localizada en rocas ígneas intrusivas.*



Figura 2.8. Material estéril (Mina Cerro Verde).

MINERALES DEL PÓRFIDO

- *El pórfido de la mina Cerro verde presenta en su mayoría Chalcopirira, pirita y cuarzo.*



Figura 2.9. Roca porfírica con mineral.

EDAD APROXIMADA

- La edad de mineralización de Cerro Verde es de 56 Millones de años que corresponde al Terciario.
- La edad de mineralización de Santa Rosa es de 59 Millones de años que corresponde al Terciario.
- La mineralización de Cerro Negro es el más reciente y de ambiente superficial respecto a los 2 anteriores y corresponde al Terciario Inferior.

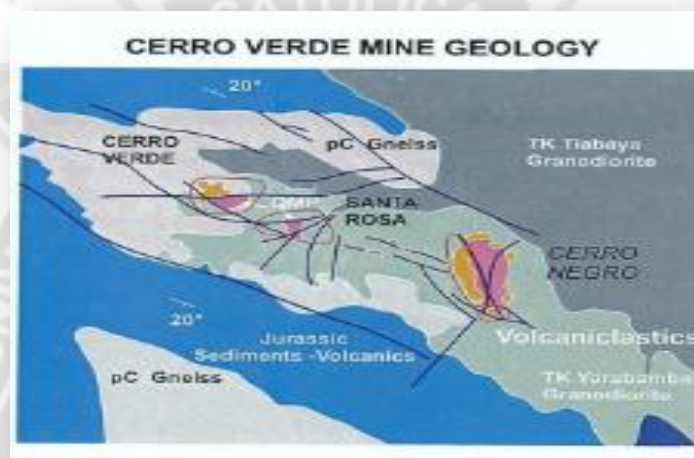


Figura 2.10. Geología de la mina Cerro Verde.

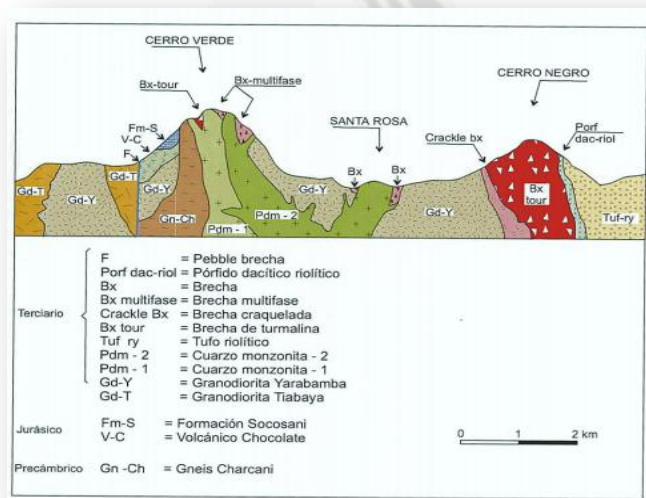


Figura 2.11. Esquema litológico para Cerro Verde, Santa Rosa y Cerro Negro.

Rocas ígneas con óxidos

- *En la muestra también se puede observar rocas ígneas con óxido, estas son más blandos y podrían ser deleznales.*

El color característicos que presentan estas rocas son medio rojizos, se observa que si los mezclamos en el concreto bajarían la resistencia pero dependería del porcentaje de óxidos que exista en el material estéril, en la muestra que se trabajó se observó poca cantidad de óxidos por lo que la resistencia solo disminuyo un poco.



Figura 2.12. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.



Figura 2.13. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.

- También se pueden ver rocas blancas que presentan Caolinitas este es un mineral de arcilla se trata de un mineral silicato estratificado.



Figura 2.14. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.

2.1.4. OBTENCION DEL MATERIAL ESTÉRIL

Se dio mediante el siguiente proceso:



Ubicación de Depósito de Desmonte de la Mina Cerro Verde:

En este lugar se puede observar la presencia del material estéril saliente de la mina ya que este es de baja ley y no es utilizado para la explotación.



Transporte del material estéril del desmote al lugar de descarga:

El tamaño de las rocas del desmote de la mina Cerro Verce son aproximadamente de 7" y 10" , con la ayuda de 5 peones se cargó el materila estéril. Asi transportarlos a la zona de trituración.



Transporte del material estéril del lugar de descarga a la chancadora:

Transporte del material a la chancadora , esta se ubica en la zona alta de Chiguata.



Rotura de las rocas:

Se debe obtener un tamaño de 4" a 5" para ponerlas en la chancadora.



Cargado de material estéril:

Con la ayuda de una retroexcavadora se lleva a la chancadora, así se introdujo en dentro de la chancadora.



Chancado de material:

La chancadora puede dar agregado de 1", 3/4" y 1/2", solo se cargo en el camion el material pasante de 1".



Transporte del material estéril al laboratorio

2.1.5. ENSAYOS PARA OBTENCIÓN DE COMPONENTES QUÍMICOS DE MATERIAL ESTÉRIL.

Para la obtención de los diferentes elementos químicos se realizó diferentes pruebas en el Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.L. (LAS), ubicado en el Parque Industrial Rio Seco C – 1 Cerro Colorado, en donde el Ingeniero Químico Sixto Vicente Juárez Neira es el Gerente General.

Laboratorio Analítico del Sur (LAS) es una empresa dedicada a la ejecución de servicios de ensayo, muestreo y otros derivados.

2.1.5.1. MÉTODO DEL ENSAYO MULTIELEMENTAL POR ICP – OES DIGESTIÓN MULTI – ACIDA.

Plasma de acoplamiento inductivo (ICP – OES).

Es una fuente de ionización que trabaja junto al espectrómetro de emisión óptico, de ahí es donde viene sus iniciales ICP – OES.

Es así como determinará cuantitativamente varios elementos de la tabla periódica y se pueden percibir niveles bajos de 1 – 10 ppm.

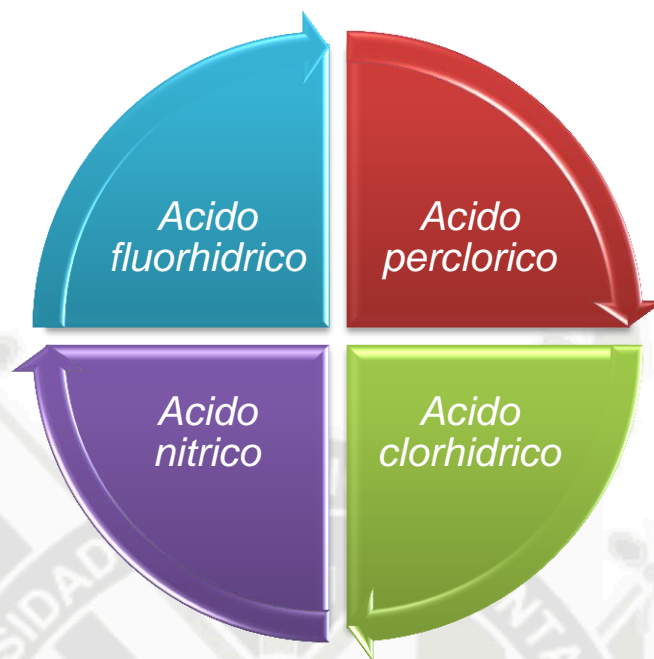
El resultado del análisis de los metales encontrados se da por partes por millón.

Digestión multi - acida.

La digestión multi - acida va unida al ensayo de ICP – OES, para poder analizar la mayor cantidad de metales en el mineral.

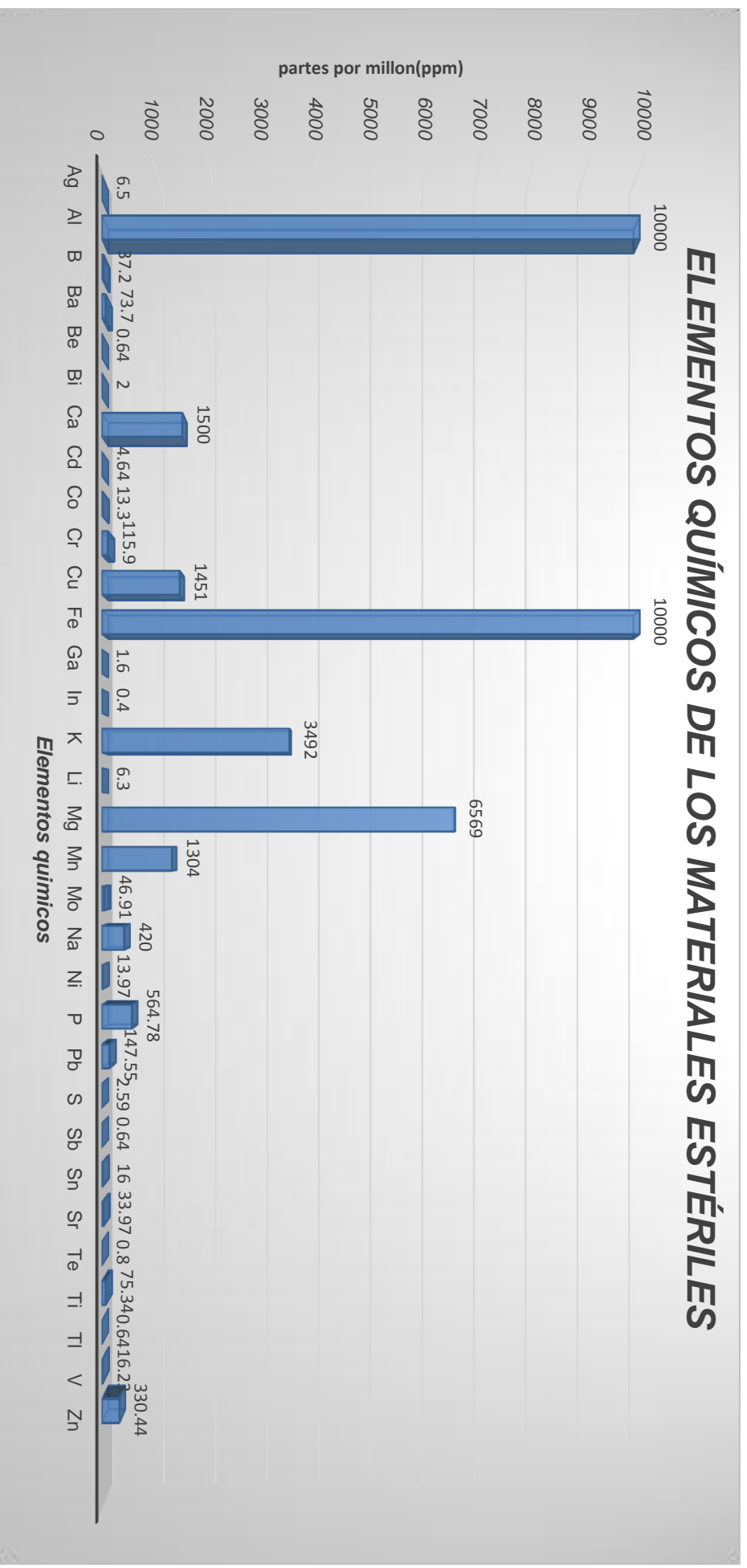
Este ensayo es muy eficaz para analizar múltiples elementos (Ag, Al, B, Fe, Cu, entre otros)

En esta prueba se combina el uso de los siguientes ácidos, con el fin de obtener los diversos elementos.

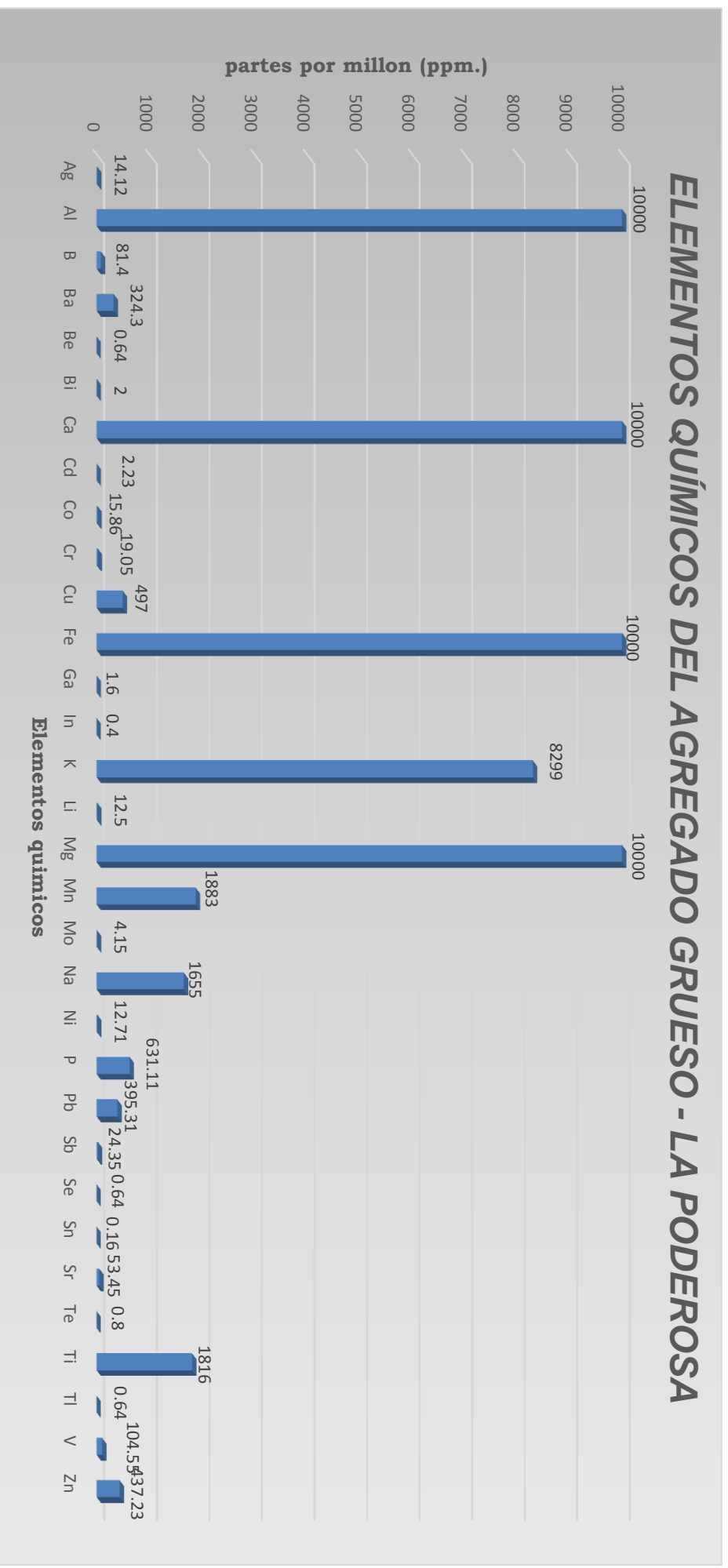


El ácido fluorhídrico tiene la función de disolver los minerales de silicato.

A todas estas digestiones que son producidas por los ácidos, se denominan digestiones casi totales. Ver ANEXOS.



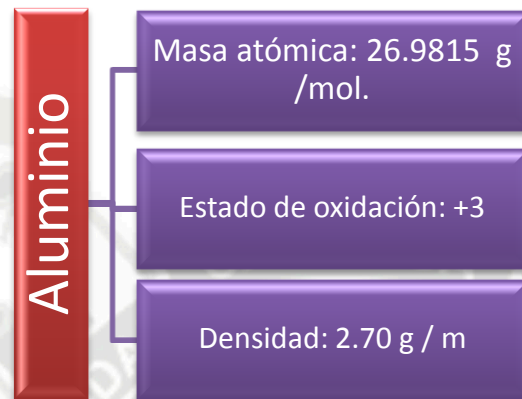
Grafica 2.1. Elementos químicos de Materiales Estériles.



Grafica 2.2. Elementos químicos de Agregado Grueso - La Poderosa.

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS EN SU ESTADO NATURAL Y SUS EFECTOS.

ALUMINIO (Al)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ Cuando el aluminio está en su estado natural, se presenta blando y posee una resistencia mecánica baja.
- ◆ El aluminio se encuentra en rocas ígneas y en las plantas.
- ◆ Cuando se forma aleaciones con otros metales, el aluminio adquiere propiedades muy útiles como el aumento de resistencia.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL ALUMINIO.

EFFECTOS EN EL CONCRETO.

- ◆ La existencia de una gran cantidad de aluminio en el concreto causa la disminución de la resistencia a la compresión.
- ◆ El aluminio causa acidificación en el agua, para contrarrestar se adiciona cal para que baje la acidez.
- ◆ Un adecuado uso de aluminio en el concreto, es ponerlo en adecuadas proporciones, para que se comporte como un

expansor actuando como un incorporador de aire en la mezcla, podríamos usarlo en ladrillos, contrapisos, y otros revestimientos.

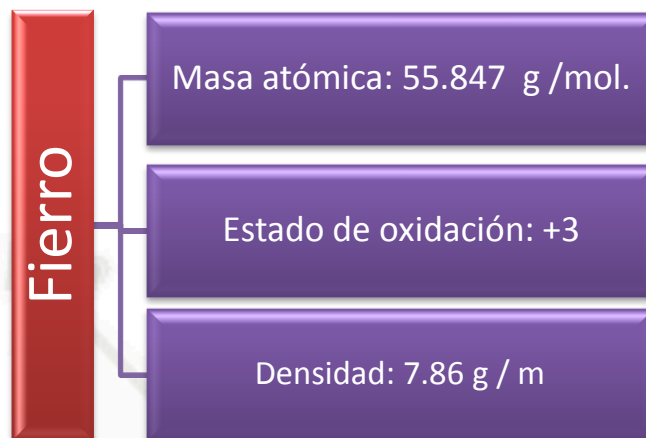
EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ *El aluminio se podría encontrar en la comida, aire o se puede adquirir a través de la piel.*
- ◆ *La toma excesiva de aluminio puede causar un efecto serio en la salud, como los siguientes:*
 - *Afecta al sistema nervioso.*
 - *Causa de demencia.*
 - *Pérdida temporal o permanente de la memoria.*
 - *Temblores en todo el cuerpo.*

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ *El aluminio causa acidificación en el suelo y en el agua.*
- ◆ *Las plantas que contengan aluminio en grandes cantidades, producen problemas en los animales.*
- ◆ *Las elevadas concentraciones de aluminio causan graves efectos en los pájaros, peces y otros animales; entonces estos efectos se van pasando de animal en animal.*
- ◆ *También se ha encontrado aluminio en los lagos ácidos, aguas subterráneas y suelos ácidos, estas pueden dañar las raíces de los árboles.*

FIERRO (Fe)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ *Es un metal maleable, de color gris plateado y tiene en su estructura propiedades magnéticas; por lo cual es ferromagnético.*
- ◆ *Este elemento lo podemos encontrar en la naturaleza formando parte de numerosos minerales.*
- ◆ *El acero se considera una aleación de hierro con un 2% de carbono en su estructura.*
- ◆ *El acero es indispensable debido a su bajo precio y tenacidad, especialmente en automóviles, barcos y componentes estructurales de edificios.*

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL FIERRO.

EFFECTOS EN EL CONCRETO.

- ◆ *La tarea del fierro es encargarse de reforzar al concreto, proporcionando mayor ductilidad y mayor resistencia.*
- ◆ *La oxidación de sulfuros de fierro ocasiona el ácido sulfúrico, y esto produce tensiones internas que después llevaría a la rotura.*

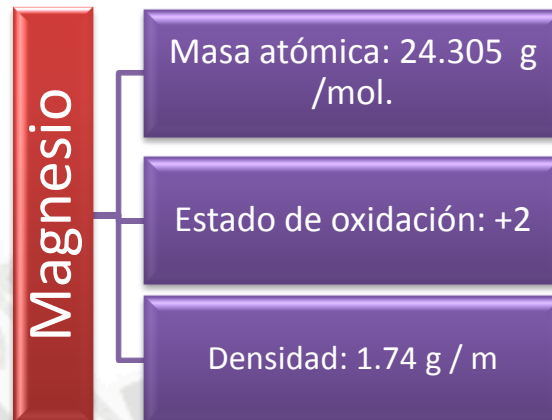
EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ *El hierro puede ser encontrado en la carne, productos integrales, papas y vegetales.*
- ◆ *Cuando el hierro se encuentra de manera excesiva en el cuerpo, se producen los siguientes problemas en el ser humano:*
 - *Conjuntivitis, si el hierro tiene contacto con los tejidos oculares.*
 - *La inhalación excesiva de polvos de óxido de hierro podría resultar en el desarrollo de neumoconiosis benigna.*

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ *El hierro se puede aunar con el oxígeno con facilidad lo que puede resultar negativo, ya que puede producir carencia de oxígeno en el medio acuoso y como resultado asfixia de peces, plantas y organismos marinos.*
- ◆ *Cuando el hierro entra en el ambiente se debe prestar especial atención a las plantas, aire y agua.*

MAGNESIO (Mg)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ El magnesio se encuentra en abundancia en la naturaleza, podemos ubicarlas en minerales rocosos, como la dolomita, la magnesita y la serpentina, también podemos ubicarlas en el agua del mar y los lechos salinos.
- ◆ Es el tercer metal más abundante en la corteza terrestre, superado por el aluminio y el hierro.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL MAGNESIO.

EFFECTOS EN EL CONCRETO.

- ◆ El magnesio lo encontraríamos en una fuente natural como el agua de mar, Cloruro de magnesio, este es poco agresivo con el concreto.
- ◆ También encontraríamos magnesio como fuente natural en suelos arcillosos ya que poseen sulfatos, como el sulfato de magnesio.
- ◆ El cloruro de magnesio y el sulfato de magnesio, produciría en el concreto degradación por expansión y figuración, reducción de

resistencia mecánica debido a la pérdida de cohesión en la pasta de cemento.

- ◆ *Si observamos la presencia de estos dos compuestos se debe de tener en cuenta que: El contenido de cemento garantice un concreto más durable, baja relación a/c para que la mezcla sea menos permeable, y una adecuada colocación del concreto (vibrado o compactación, y curación).*

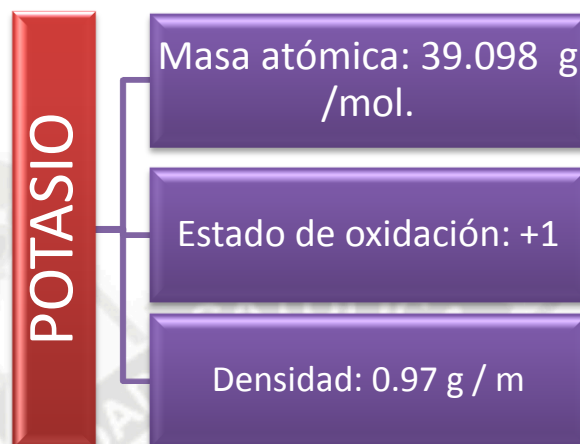
EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ *La exposición del magnesio en polvo causaría efectos de baja toxicidad siendo peligroso para la salud.*
- ◆ *Inhalación: Irritaría el tracto respiratorio y las membranas mucosas.*
- ◆ *Ojos: ocasionaría ardor y puede provocar ceguera temporal esto se debe a la llamarada blanca intensa.*

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ *Existe escasa información acerca de los efectos ambientales de los vapores de óxido de magnesio, se sabe que si un mamífero inhala vapores de óxido de magnesio, sufre efectos iguales a los de los humanos.*
- ◆ *La peligrosidad del magnesio respecto a un espectro de 0 – 3 registran un 0.8 de peligrosidad para el medio ambiente.*

POTASIO (K)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ *El potasio es un elemento que se encuentra en grandes cantidades, siendo el séptimo elemento más abundante de la corteza terrestre.*
- ◆ *Podemos encontrar el potasio en:*
 - *Cloruro de potasio: Mezclas fertilizantes.*
 - *Hidróxido de potasio: Manufactura de jabones.*
 - *Carbonato de potasio: Manufactura en la industria de vidrios.*
 - *Nitrato de potasio: Fósforos, fuegos pirotécnicos y en artículos afines.*
- ◆ *El potasio es más reactivo que el sodio, este reacciona con el oxígeno del aire para formar el monóxido.*

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL POTASIO.

EFFECTOS EN EL CONCRETO.

- ◆ *Los carbonatos de potasio producen un fraguado rápido.*
- ◆ *El hidróxido de potasio en grandes concentraciones, pueden reducir mucho la resistencia.*
- ◆ *Estos dos compuestos se encuentran en el agua.*

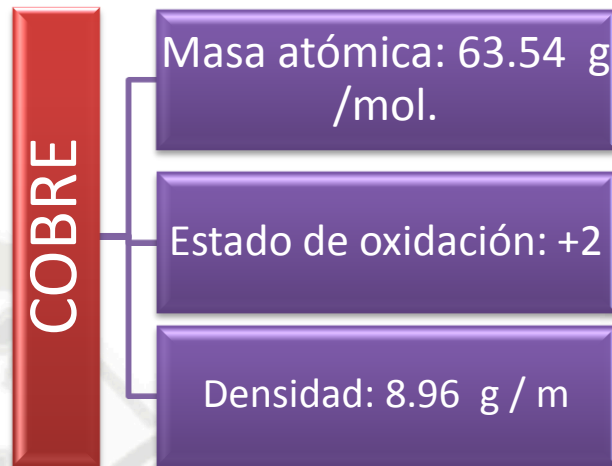
EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ *El potasio se puede encontrar en vegetales, frutas, carne, pan, leche y frutos secos.*
- ◆ *El potasio cumple un papel importante en el sistema de fluidos físicos de los humanos.*
- ◆ *La acumulación de potasio en el cuerpo humano produce fallas cardíacas, ya que los riñones no van a poder cumplir su función.*

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ *Se conoce al potasio como uno de los macronutrientes principales para la supervivencia de las plantas.*
- ◆ *También su presencia es importante para la salud del suelo, crecimiento de la vegetación y para la nutrición de los animales.*
- ◆ *Las plantas con bajos índices de potasio presentan: restricción en el crecimiento, cosechas no abundantes y baja calidad.*
- ◆ *Altos niveles de potasio en el agua causa daños en las semillas en germinación, y reduce la calidad del cultivo.*

COBRE (Cu)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ El cobre se presenta en los sulfuros minerales como la calcocita, calcopirita.
- ◆ En la tierra existen grandes cantidades de cobre, y podrían ser utilizados en el futuro, así la demanda se va a mantener constante.
- ◆ Algunos de los compuestos del cobre se pueden fabricar de manera industrial.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL COBRE.

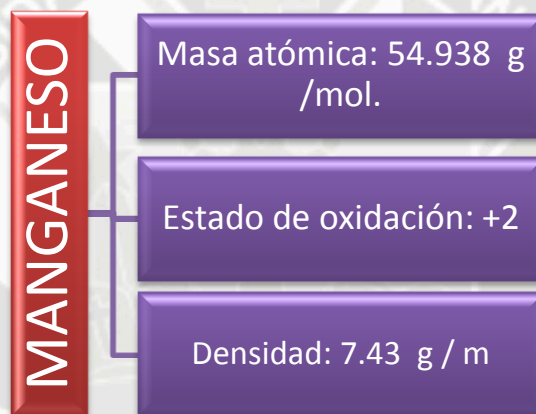
EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ El cobre podemos encontrarlo en comida, agua y aire.
- ◆ Las personas expuestas en un largo periodo de tiempo al cobre, pueden irritar la nariz, la boca y los ojos. También pueden causar dolor de cabeza y estómago. Pueden causar mareos, vómitos y diarreas.

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ El cobre es liberado al medioambiente por actividades humanas como también por procesos naturales.
- ◆ En terrenos con abundante cantidad de cobre, vemos la carencia de plantas.
- ◆ El cobre puede interrumpir en el desarrollo de los microorganismos y las lombrices de tierra.

MANGANESO (Mn)



DESCRIPCIÓN.

- ◆ El manganeso es un elemento químico que es bastante reactivo, en su estado sólido este reacciona de manera lenta y cuando esta como polvo metálico su reacción es más fuerte.
- ◆ El manganeso tiene la deficiencia de que se oxida fácilmente en contacto con el aire es por eso que se forma una capa de óxido.
- ◆ El manganeso es usado en la industria como:
 - Dióxido de manganeso: catalizador en las pinturas

EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL MANGANESO.

EFFECTOS EN LA SALUD.

- ◆ *Los efectos del manganeso ocurren en el tracto respiratorio y el cerebro, causa:*
 - *Alucinaciones.*
 - *Causa Parkinson.*
 - *Embolia en los pulmones.*
- ◆ *La sobre exposición al manganeso tiene los siguientes síntomas:*
 - *Esquizofrenia.*
 - *Depresión.*
 - *Dolor de cabeza.*
- ◆ *Pero también la falta de este en nuestro organismo puede causar:*
 - *Intolerancia a la glucosa.*
 - *Problemas en la piel.*
 - *Defectos de nacimiento.*

EFFECTOS AMBIENTALES.

- ◆ *La cantidad excesiva de manganeso causa inflamación en la pared celular de las plantas, y puntos marrones.*
- ◆ *Para los animales el manganeso es un componente esencial sobre unas 36 enzimas, estos lo usan para un buen metabolismo de carbohidratos proteínas y grasas.*
- ◆ *Cuando el manganeso entra por la piel este puede causar temblores y fallos en la coordinación.*

2.1.5.2. MÉTODO DE ENSAYO PARA SÍLICE EN ALCALIS – GRAVIMETRIA (MATERIAL ESTERIL)

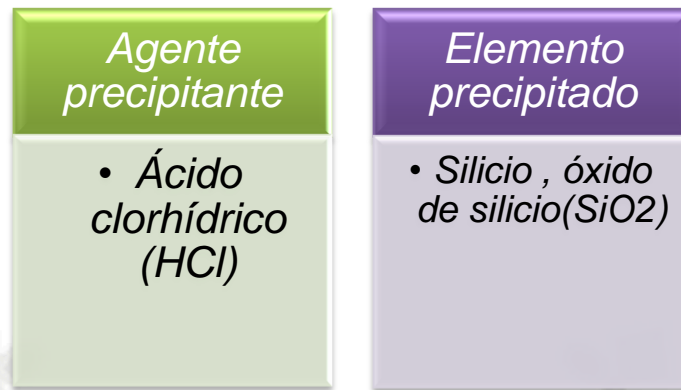
El proceso del método es el siguiente:



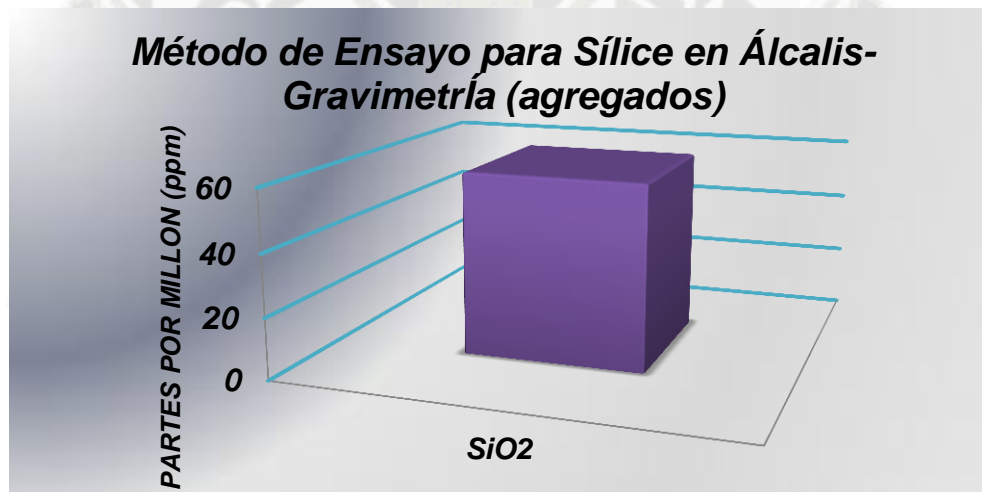
GRAVIMETRIA PARA SILICE EN ALCALIS.

Es un método cuantitativo que encuentra el silicio que se encuentra en la muestra, este método elimina todas las sustancias que interfieren así deja el componente (silicio) que se desea.

En este método encontramos el agente precipitante y el elemento precipitado.



RESULTADO DEL MÉTODO DE ENSAYO PARA SILICE EN ALCALIS – GRAVIMETRIA (AGREGADOS)

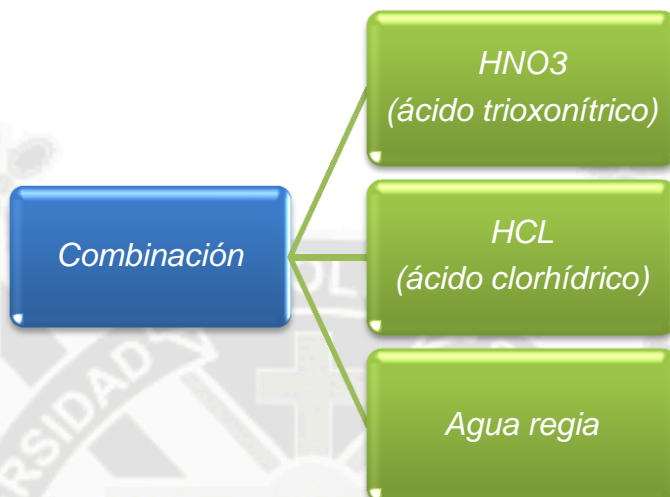


Encontramos 60 ppm de Óxido de silíceo.

Grafica 2.3. Método de ensayo para sílice en álcalis-gravimetría (agregados)

2.1.5.3. MÉTODO DE ENSAYO PARA FIERRO POR DIGESTIÓN MULTIÁCIDA – ABSORCIÓN ATÓMICA.

En este método podemos observar la combinación de tres compuestos:



PROCESO.

- ◆ Se debe de sumergir la muestra en los compuestos antes mencionados.
- ◆ Sacar la muestra, cuando la digestión haya concluido.
- ◆ Proceder a analizar por espectrometría de emisión atómica, esto para obtener la cantidad de fierro que podemos encontrar en la muestra.

LA ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA (AAS).

(Atomic absorption spectroscopy), este es un método de la química analítica el cual mide las cantidades de un elemento de la muestra a examinar, esto se obtiene directamente de las rocas.

2.1.5.4. MÉTODO DE ENSAYO PARA ALUMINIO POR FUSION ALCALINA – ABSORCION ATOMICA.

En este método podemos observar la combinación de tres compuestos:

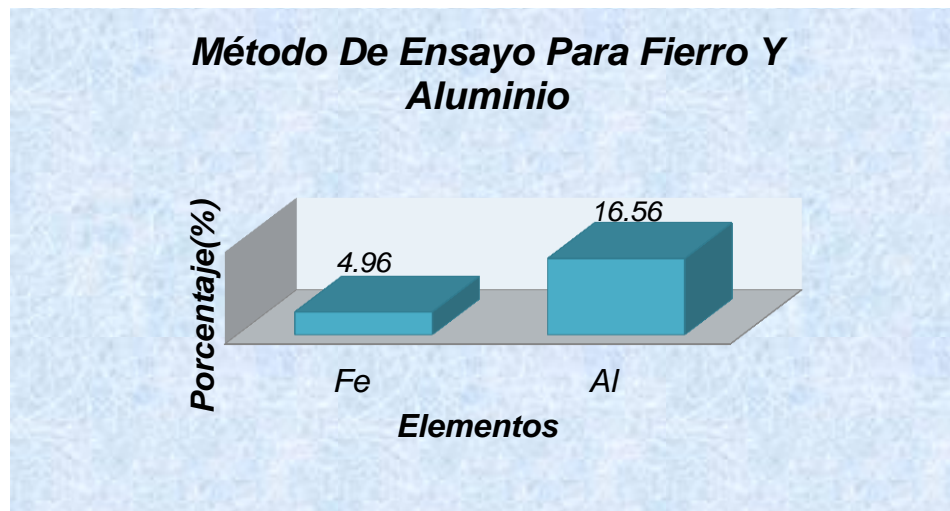


Aquí se usa LA FUSION ALCALINA, con el fin de formar sales de sodio que sean solubles en agua.

La fusión alcalina se mezcla con SODIO, para poder identificar los diferentes elementos que se presentan en la muestra, realizándose con compuestos que son solubles en el agua.

RESULTADO DEL LOS DOS MÉTODOS ANTERIORES.

- ◆ Método de ensayo para fierro por digestión multiácida – absorción atómica.
- ◆ Método de ensayo para aluminio por fusión alcalina – absorción atómica.



Grafica 2.4. Método de ensayo para Fierro y Aluminio – Absorción Atómica.

2.1.5.5. MÉTODO DE ENSAYO PARA CLORUROS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-VOLUMETRÍA.

DESCRIPCIÓN.

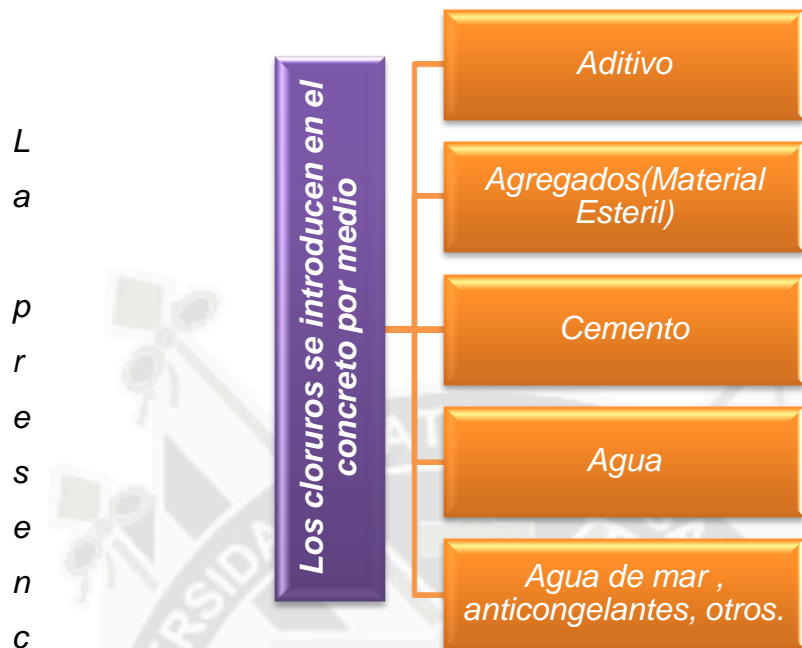
- ◆ El método utilizado en este ensayo es el de la VOLUMETRÍA, se basa en la medida del volumen de una concentración de la muestra.
- ◆ Para realizar este ensayo se debe de agregar lentamente la disolución hasta completar la reacción con la muestra, para así poder calcular la concentración de un analito.
- ◆ Se recomienda separar la muestra en fracciones, primero serán aplastadas a 3/8” (9.5 mm)

CLORURO EN EL CONCRETO.

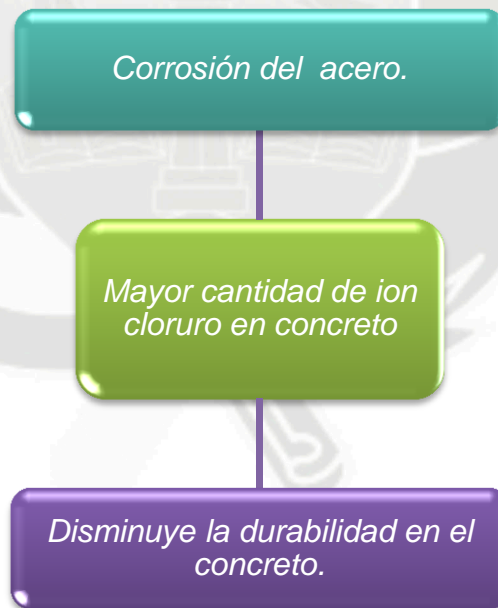
NORMA.

AASHTO T290 (Water Soluble Content in Soil)

Los cloruros ingresan al concreto por medio de:



La presencia de un exceso de cloruro en el concreto armado produce:



Corrosión del acero por cloruros en el concreto armado.

Los iones cloruro atacan principalmente la capa de óxido que protege al acero, por lo tanto la estructura de acero se debilita principalmente a tracción y se generaliza más con el tiempo.

Limite permisible de ion cloruro en el concreto.

El limite permisible para el concreto (ion Cl⁻), este no debe superar 0.4g / 100 g de cemento.

2.1.5.6. MÉTODO DE ENSAYO PARA SULFATOS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-FOTOMETRÍA.

SULFATOS.

DESCRIPCIÓN.

- ◆ El origen de los sulfatos pueden ser: natural, biológico e industrial.
- ◆ Los sulfatos representan un riesgo químico al hormigón causando perdida de resistencia.
- ◆ Los sulfatos producen corrosión en el acero, causando así la degradación acelerada de este.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO.

- ◆ Este ensayo debe contar con un mínimo de 250 gramos de la muestra.
- ◆ La muestra en cuestión se secura en el horno en 60 °C, el método se desarrolló por fotometría.
- ◆ Básicamente el ensayo cubre la determinación del contenido de iones de sulfato soluble.

2.1.5.7. MÉTODO DE ENSAYO PARA SALES SOLUBLES POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-GRAVIMETRÍA.

SALES SOLUBLES.

DESCRIPCIÓN.

Estos son invisibles al ojo humano, las sales solubles más comunes son las siguientes:



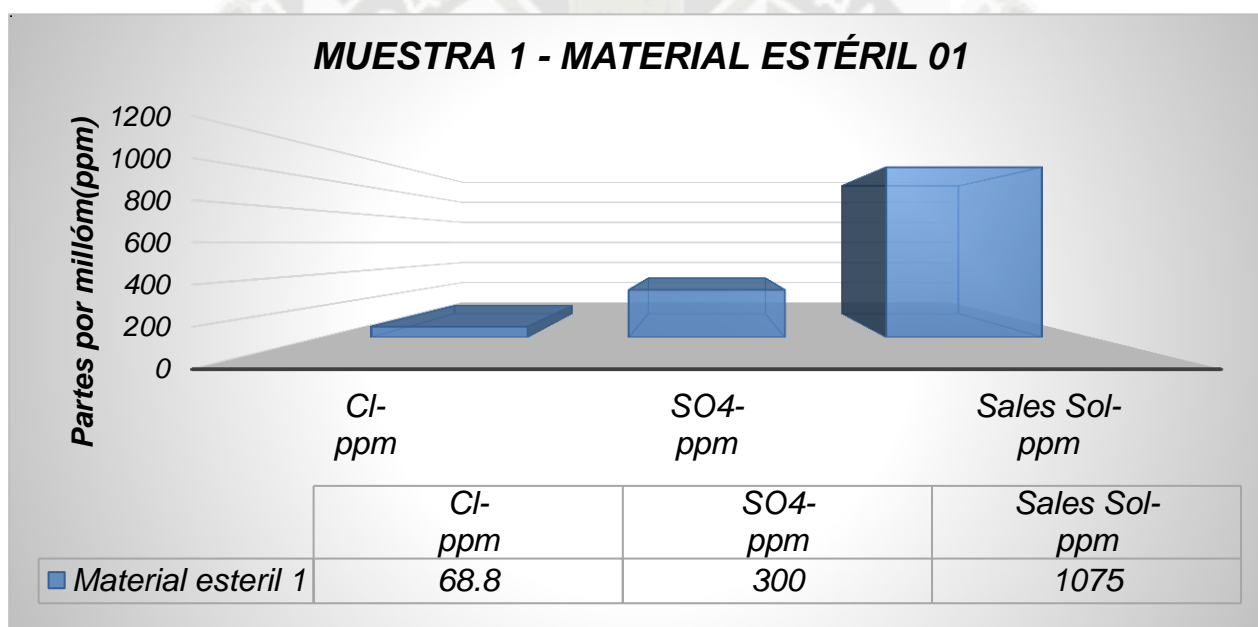
¿QUÉ PRODUCEN ESTAS SALES EN EL CONCRETO?



Este ensayo de Cloruros, Sulfatos y Sales solubles, utiliza la percepción de obtener la cantidad existente de los elementos antes mencionados, en la estructura de la muestra.

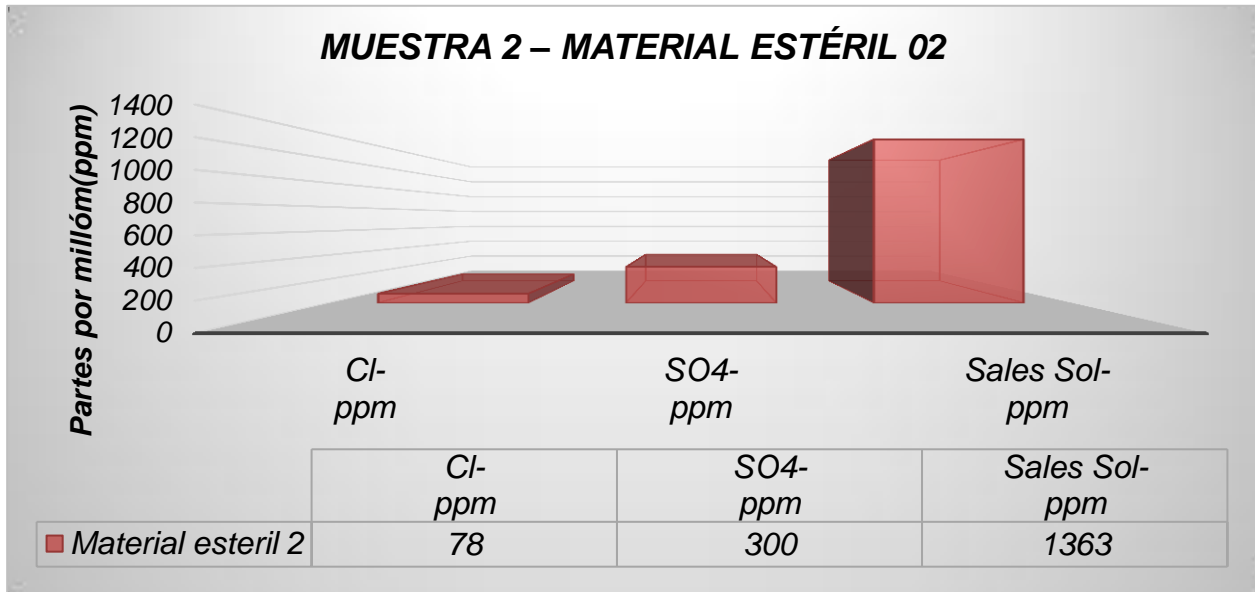
RESULTADOS DEL ENSAYO DE SULFATOS, CLORUROS Y SALES SOLUBLES.

MUESTRA 1 – MATERIAL ESTÉRIL 01.



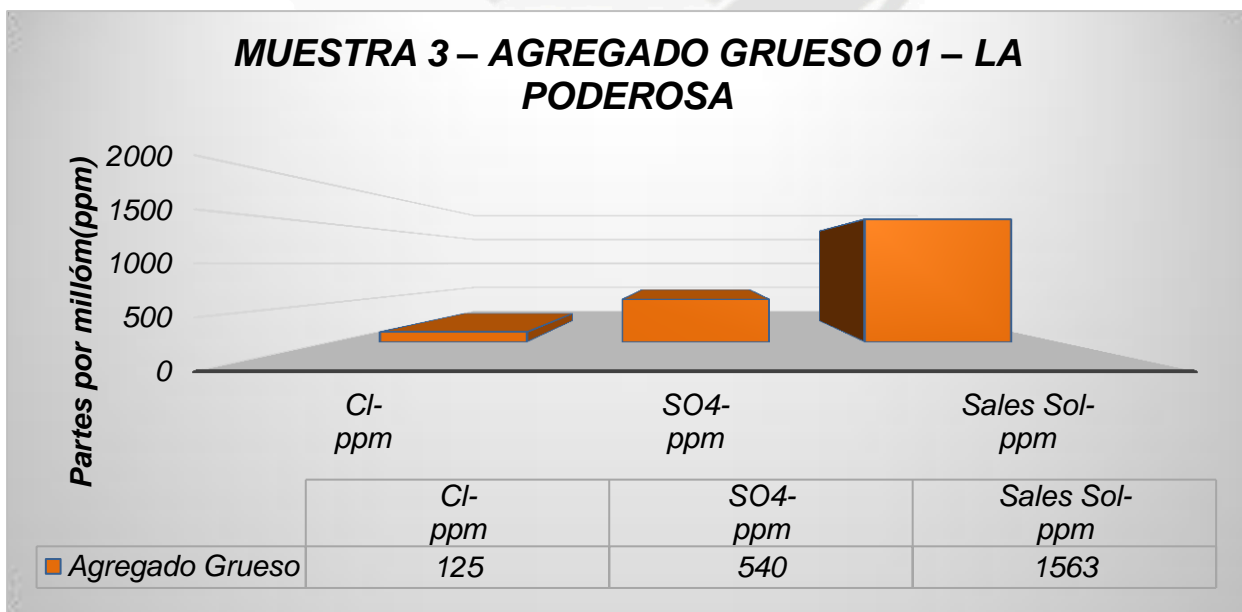
Gráfica 2.5. Resultado Muestra 1 de cloruros, sulfatos y sales solubles del Material Estéril.

MUESTRA 2 – MATERIAL ESTÉRIL 02.



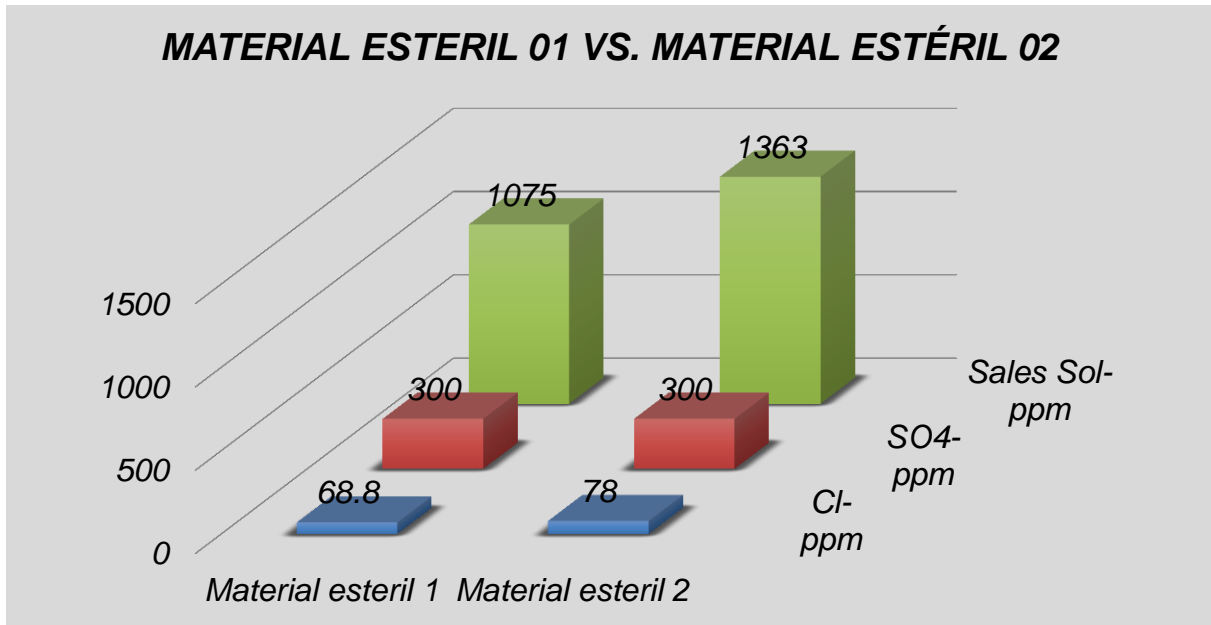
Grafica 2.6. Muestra 2 de cloruros, sulfatos y sales solubles del Material Estéril.

MUESTRA 3 – AGREGADO GRUESO 01 – LA PODEROSA

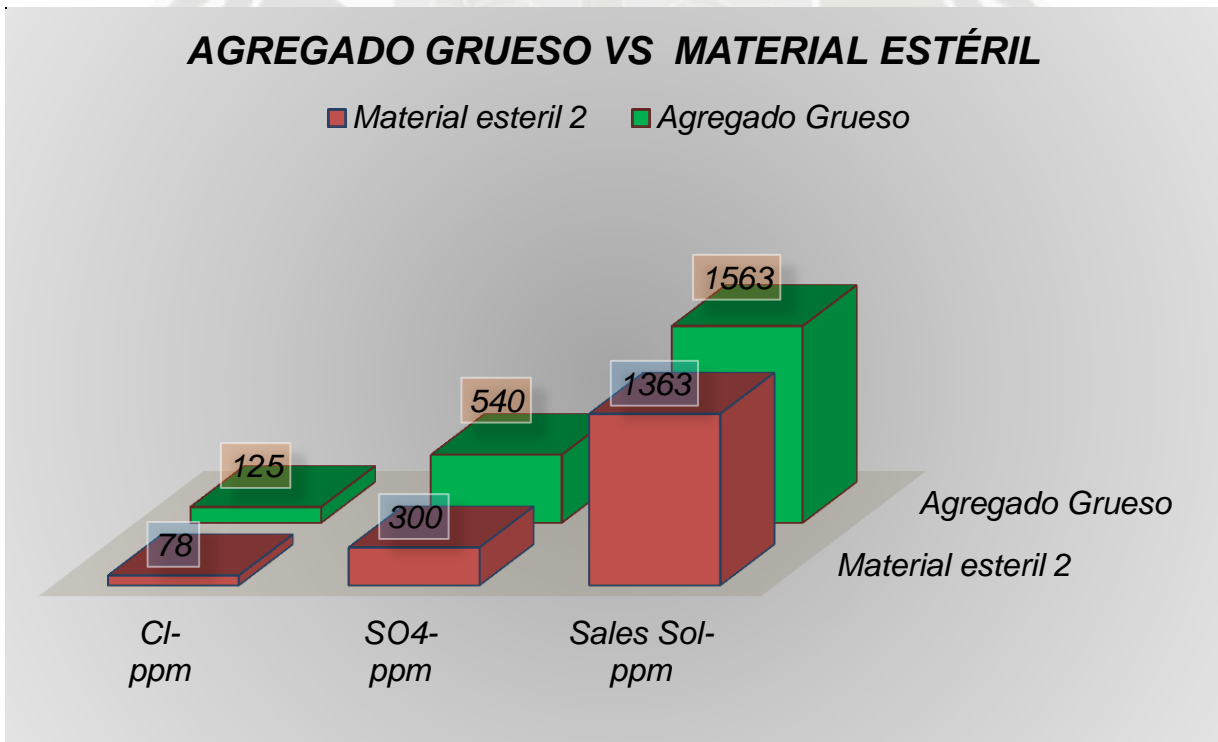


Grafica 2.7. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Agregado Grueso – La Poderosa.

COMPARACIÓN DE GRAFICAS.



Gráfica 2.8. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Material Estéril 1 y 2.



Gráfica 2.9. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Material Estéril y Agregado Grueso – La poderosa.

**TABLA DE RESULTADOS DE LOS DIFERENTES ENSAYOS
REALIZADOS A LA MUESTRA 01, MUESTRA 02, Y MUESTRA 03.**

MÉTODO	MUESTRA 01 MATERIAL ESTERIL (ppm)	MUESTRA 02 MATERIAL ESTERIL MINA CERRO VERDE (ppm)	MUESTRA 03 AGREGADO GRUESO LA PODEROSA (ppm)
MÉTODO DE ENSAYO PARA SILICE EN ALCALIS – GRAVIMETRIA	60	-	-
MÉTODO DE ENSAYO PARA FIERRO POR DIGESTION MULTIACIDA –ABSORCION ATOMICA.	4.96 %	-	-
MÉTODO DE ENSAYO PARA ALUMINIO POR FUSION ALCALINA –ABSORCION ATOMICA.	16.56 %	-	-
MÉTODO DE ENSAYO PARA CLORUROS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-VOLUMETRÍA.	68.8	78	125
MÉTODO DE ENSAYO PARA SULFATOS POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-FOTOMETRÍA.	300	300	540
MÉTODO DE ENSAYO PARA SALES SOLUBLES POR DIGESTIÓN ESPECÍFICA-GRAVIMETRÍA.	1075	1363	1563

2.1.6. APLICACIONES DEL MATERIAL ESTÉRIL ALREDEDOR DEL MUNDO.

Existen diferentes aplicaciones para el material estéril de mina:



En Alemania, Reino Unido y Francia lo emplea como material para la construcción de carreteras y se están empleando:

- ◆ Terraplenes y rellenos.
- ◆ Materiales granulares.
- ◆ Materiales estabilizados con cemento.

Para ello se montan plantas de tratamiento de los estériles para la obtención de los correspondientes materiales, separados o no por tamaños, o mezcla de los estériles con conglomerantes hidráulicos, como lo es el cemento.

En España, según los resultados obtenidos en ensayos realizados del material estéril se ha deducido que pueden emplearlos como materiales para terraplenes y rellenos.

El I Plan Nacional de residuos de industrias extractivas 2007 – 2015, este Plan incentiva el uso de los materiales estériles de mina de las escombreras para la construcción de carreteras. Gracias a todo este

Plan cabe destacar la experiencia de HUNOSA (Organización empresarial de titularidad pública del sector energético – minero con negocio en España y Latinoamérica), esta ha reciclado unos 8 millones de toneladas de materiales estériles de mina para la construcción de terraplenes y 69 millones para sub-bases de carreteras.

Es por eso que en la ciudad de Asturias se montó un planta para el tratamiento. La utilización de estos residuos en terraplenes y carreteras es una actividad nueva. Cabe citar algunas de las obras en las que se ha empleado estos materiales:

- a) Autovía Oviedo: Se han utilizado 128 000 t de material estéril en la construcción de terraplenes, se construyó 4,5 km de sub-base.*
- b) Autovía Oviedo – S. Miguel de la Barreda: Se colocaron más de 1500 m³.*
- c) Carretera Ujo – Moreda.*
- d) Autovía Mieres : se realizó 17 km de la explanada.*
- e) Carretera de Fabero a Berlanga.*
- f) Autovía del Noroeste.*
- g) Rellenos de los estribos del puente sobre el rio Sil y acceso al Campus Universitario de Ponferrada.*
- h) Autovía Cubillos – Toreno.*

Las ventajas de la utilización del material estéril de mina, en España, son las siguientes:

- ◆ Permite disminuir parcial o totalmente el volumen de residuos existente en las escombreras.*
- ◆ Libera el terreno que es ocupado por estos materiales.*

- ◆ *El empleo del material estéril de mina en la construcción de firmes permite reservar los áridos naturales para usos que requieran especificaciones técnicas más exigentes y con eso contribuye a la conservación de los recursos naturales.*
- ◆ *Tiene también beneficios económicos que se pudieran obtener para financiar la recuperación medioambiental de los terrenos afectados por las labores mineras.*

GOBIERNO DE ESPAÑA.



El gobierno de la Rioja, clasifica al material estéril como Residuo Minero Inerte (es aquel que no experimenta ninguna transformación física, química o biológica significativa), para determinar que es un residuo minero son:

- ◆ *No tiene el potencial de experimentar ningún cambio significativo a corto o a largo plazo.*
- ◆ *Su impacto a corto o largo plazo sobre el medio ambiente es insignificante.*

Es por eso que estos se pueden emplear directamente como materiales para la edificación y la obra civil.

En gobierno de la Rioja, se puso en acción un plan de rellenar los huecos producidos por la explotación hasta la cota especificada en el plan es ahí cuando usan residuos mineros como: material estéril. Una vez rellenados estos huecos se produce una revegetación.

También se diseñó bermas o terrazas esto ayuda a controlar la erosión, la estabilidad y el acceso a las diferentes áreas.

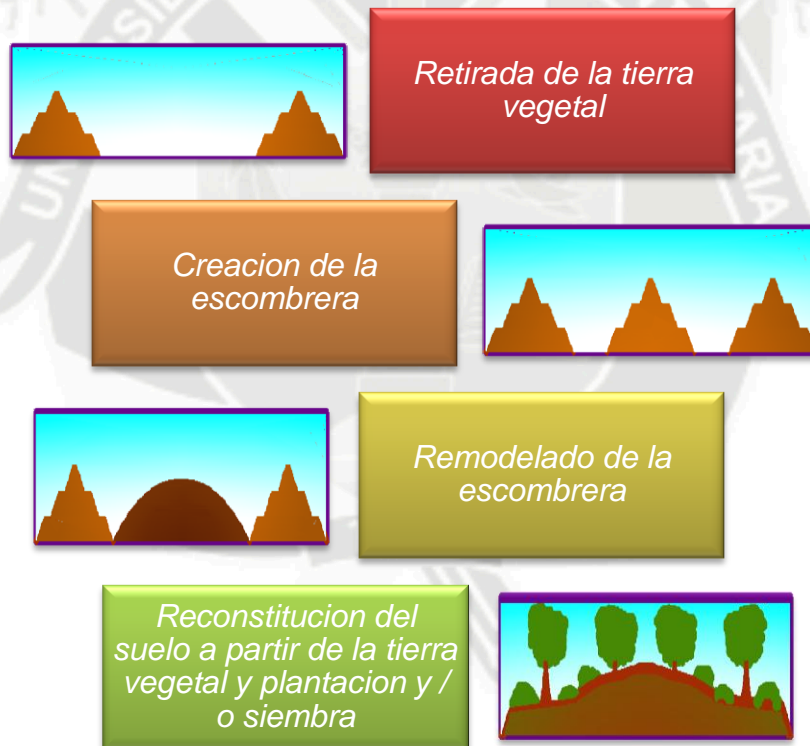


Figura 2.15. Restauración de una escombrera.



Figura 2.16. Restauración de una escombrera: a la izquierda situación inicial; a la derecha, situación final.

2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS Y REQUERIMIENTOS DEL CONCRETO.

2.2.1. PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO.

El estado fresco, es aquí cuando el concreto parece una masa. Es blando y puede ser trabajado o moldeado en diferentes formas, y así se conserva durante su colocación y su compactación, en esta etapa se presentan diferentes propiedades:

2.2.1.1. TRABAJABILIDAD.

La trabajabilidad del concreto, determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de mezcla de concreto fresco.

*Esto involucra todos los funcionamientos involucrados para la manejabilidad del concreto fresco, como son: *transportación, colocación, compactación y la terminación.* En otras palabras, la trabajabilidad es esa propiedad que hace al concreto fresco fácil de manejar y contraer, sin un riesgo apreciable de segregación.*

Puede comprenderse que la trabajabilidad es una propiedad compuesta y como tal, no puede ser determinada cuantitativamente por solo un parámetro.

La trabajabilidad es esencialmente determinada por la cohesividad y consistencia del concreto fresco. Para dar al concreto fresco la trabajabilidad deseada, su consistencia y cohesividad debe ser controlada.

Se supone que la mezcla endurecida es menos trabajable que una fluida, y viceversa. Pero esto no siempre es verdad, porque una mezcla muy húmeda puede exhibir una marcada tendencia a segregarse y como consiguiente, un a trabajabilidad pobre.

2.2.1.2. CONSISTENCIA.

Esta propiedad consiste en medir que tan aguada es la mezcla, si esta consistencia es aceptable para el trabajo por realizar se prosigue, de otra manera se deben hacer correcciones antes de emplear la mezcla en la obra, la consistencia del concreto se mide con la prueba de revenimiento que la podemos conocer como el método tradicional Slump o asentamiento con el cono de Abrams.

Cuando se presenta un slump mayor al que se había registrado, es indicativo de que la granulometría total se ha vuelto más gruesa, por consecuencia el Modulo de fineza se incrementó y es por eso que disminuyo la superficie especifica pero todo esto sin afectar la relación Agua/Cemento.

En conclusión el Slump aumentó, no porque hubo más agua en el diseño, sino porque la mezcla requiere menos agua debido a cambios en la gradación de los agregados que la han vuelto más gruesa. Entonces si el Slump es alto esto causa problemas de exudación y segregación, una solución sería realizar una nueva granulometría, reajustando nuevamente la proporción de la arena y la grava. Pero nunca empezar a

bajar el volumen de agua. Para lograr una mayor aproximación a la trabajabilidad.



Figura 2.17. Hallando el Slump, utilizando el cono de Abrams.

2.2.1.3. COHESIVIDAD.

La cohesividad se define como aquella propiedad gracias a la cual es posible controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma, y facilitar su manejo durante el proceso de compactación, se dice que una mezcla está en el grado correcto de cohesividad si ella no es demasiado plástica ni demasiado viscosa, es plástica y no se segrega fácilmente.

2.2.1.4. SEGREGACIÓN.

Es normal que se dé la segregación porque los diferentes componentes del concreto tienen diferentes densidades, entonces por simple naturaleza las partículas más pesadas van a descender, Esta

característica se da por simple naturaleza, es normal que las partículas pesadas desciendan, ya estas son más pesadas.

La densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20 % menor que la de los gruesos lo cual sumando su viscosidad produce que le agregado grueso que de suspendido.

Cuando la viscosidad del concreto se reduce por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o con una granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan del concreto a esto es lo que definimos como Segregación.

2.2.1.5. EXUDACIÓN.

Esta propiedad se da cuando parte del agua de la mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla Nro. 100 la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla.

2.2.1.6. PESO UNITARIO.

Es el peso varillado, expresado en kilos por metro cubico, de una muestra representativa del concreto, se emplea principalmente para:

- ◆ *Determinar o comprobar el rendimiento de la mezcla.*
- ◆ *Determinar el contenido de materiales (cemento, agua, agregado) por metro cubico de concreto, así como el contenido de aire.*

Para así poder tener una idea de la calidad del concreto y de su compactación.

2.2.2. PROPIEDADES EN ESTADO ENDURECIDO.

El estado endurecido del concreto, se presenta después del fraguado del concreto, es ahí en donde este empieza a ganar resistencia y se endurece, en esta etapa se presentan las siguientes propiedades:

2.2.2.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

NORMAS TÉCNICAS

ASTM C31

- *Práctica estándar para Elaborar y Curar Probetas*

ASTM C39

- *Método Estándar de Prueba de Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto.*

DESCRIPCIÓN

La resistencia a la compresión es una medida común que se emplea para el diseño de edificios, entre otras cosas, esta se mide fracturando las probetas en forma de cilindro de 6” de diámetro por 12” de altura aproximadamente. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga de ruptura entre el área de la sección.

Los resultados de este ensayo se emplean para determinar si la mezcla de concreto cumple con los requerimientos de la resistencia especificada $f'c$, a su vez los resultados se emplean para fines de control de calidad, aceptación del concreto, entre otros.

$$C = \frac{P}{\text{Area sección}}$$

DONDE:

- *C: Resistencia a la compresión (kgf/cm²).*
- *P: Esfuerzo a la compresión (Kgf).*
- *A: Área de la sección transversal (cm²).*



Figura 2.18. Resistencia a la compresión

2.2.2.2. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL.

NORMA TÉCNICA

ASTM C 496

- Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos

OBJETIVO

- ◆ El objetivo de este ensayo es realizar la tracción indirecta de cilindros de concreto.
- ◆ Las probetas a romper han tenido que ser curados óptimamente, sumergiéndoles en el agua por 28 días.

PROCEDIMIENTO

- a) Medir los diámetros de las probetas a ensayar.
- b) Medir la altura de las probetas a ensayar.
- c) Colocación del listón de apoyo a lo largo de la placa inferior, y después se coloca la probeta encima de tal manera que el punto de tangencia de las dos bases este concentrada sobre las láminas de apoyo y luego colocamos el segundo listón sobre la probeta.
- d) La velocidad de carga continua será 50 KN/min hasta 100 KN/min.
- e) Se anotó la carga de la maquina en el momento de romper, al igual que la apariencia del concreto.



Figura 2.19. Tracción indirecta.

CÁLCULOS.

El esfuerzo de tracción indirecta se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2P}{\pi * L * d}$$

DONDE:

- *P*: Esfuerzo tracción indirecta. (KPa=lb/pulg²).
- *L*: altura de la probeta (cm).
- *D*: diámetro de la probeta (cm).

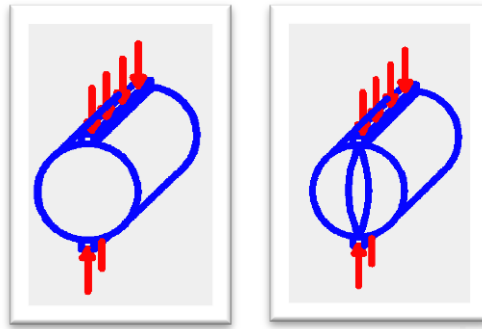


Figura 2.20. Lado Izquierdo: Configuración de la carga y Lado Derecho: Rotura del ensayo de tracción indirecta.

2.2.3. MATERIALES QUE COMPONEN EL CONCRETO.

En el concreto se define a cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.



Figura 2.21. Composición del concreto.

MATERIAL	EJEMPLO DE VARIABLES
CEMENTO	Tipo de cemento
	Normales, ligeros, pesados
AGREGADOS	Naturales, chancados
	Gradación, forma, textura.
AGUA	Límites de componentes dañinos al concreto
ADICIONES	Pigmentos
	Fibras

Tabla 2.1. El concreto como un sistema de 4 componentes.

2.2.3.1. AGUA.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- ◆ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ◆ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- ◆ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaCHCO₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO₄)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl)	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	ppm	Máximo

Tabla 2.2. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088.

2.2.3.2. CEMENTO.

Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil. Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas (en el caso de las obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos).

Cumple con las exigencias que se indican en la norma de los cementos Tipo I, II y V. Además de tener una buena performance en ataques severos.

También se recomienda utilizar en edificaciones y estructuras industriales, puentes, perforaciones y en general en todas aquellas estructuras de volumen considerables y en climas cálidos.

CEMENTO: Material pulverizado que combinado con agua forma una pasta capaz de endurecer en el agua y al aire.

CLINKER: Producto obtenido por calcinación de materias primas, calizas y arcillosas adecuadamente dosificadas.

Fases minerales del Clinker

DESIGNACIÓN	FORMULA	ABREVIATURA
Silicato tricálcico	$3CaO.SiO_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2CaO.SiO_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3CaO.Al_2 O_3$	C_3A
Ferrito aluminato tetracálcico	$4CaO.Al_2 O_3. Fe_2 O_3$	C_4AF
Cal libre	CaO	
Magnesia libre (Periciasa)	MgO	

Tabla 2.3. Fases Minerales del Clinker.

2.2.3.3. AGREGADO.

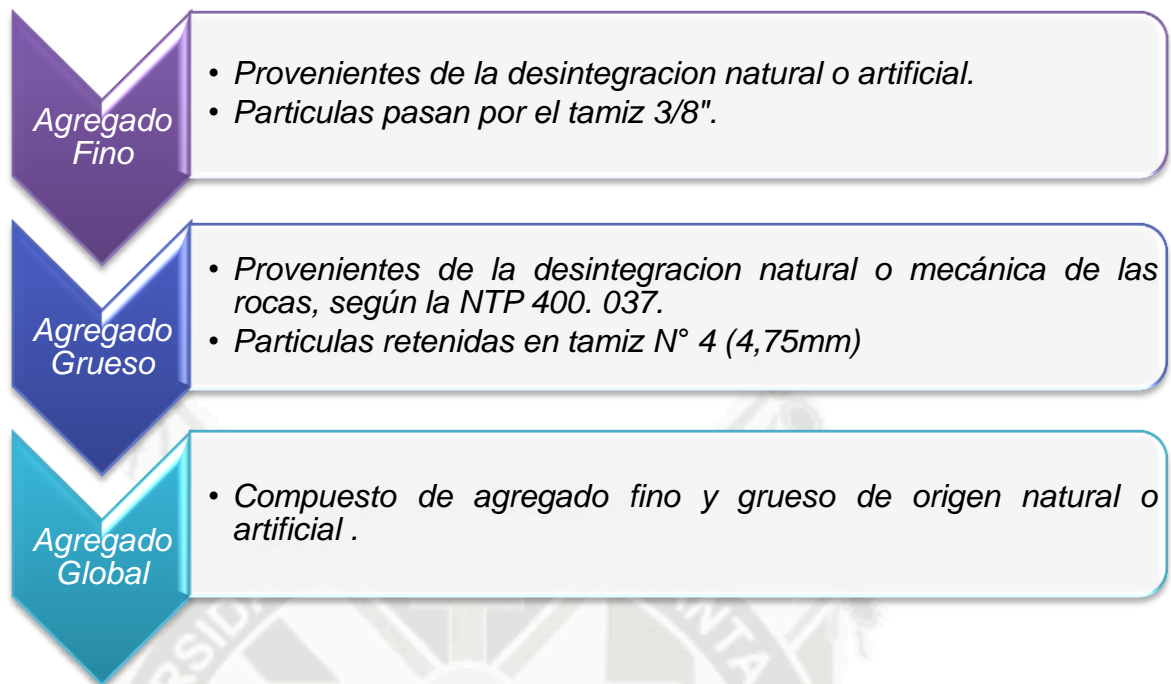
Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas. Elementos inertes que son aglomerados por la pasta del cemento para formar una estructura resistente.

CLASIFICACION DE LOS AGREGADOS.

Por procedencia: Naturales, Artificiales y subproductos.

Por gradación: Agregado grueso, Agregado fino, Agregado global.

Por densidad: Ligeros, Normales, Pesados.



PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.

- ◆ *Propiedades físicas: condiciones de saturación, peso específico, peso unitario, absorción, porosidad, humedad.*
- ◆ *Propiedades químicas: reacción álcali-sílice, y reacción álcali-agregado.*
- ◆ *Propiedades resistentes: resistencia dureza y tenacidad.*
- ◆ *Otras propiedades: tamaño máximo del agregado, forma y textura superficial, peso volumétrico.*
- ◆ *Forma y textura superficial: naturales (redondeadas) y artificiales (angulosas)*

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS.

Peso específico.

Es la división de la sustancia entre el volumen que ésta ocupa. En SI, Newton por metro cúbico (N/m³). Este dato obtenido indica calidad, los

resultados los podemos evaluar según su valor, si su valor es elevado corresponde a un material de buen comportamiento, en cambio si este es bajo corresponde a materiales absorbentes y débiles.

Peso unitario.

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. Es un valor muy útil sobre todo para realizar las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa.

Podemos sacar una conclusión; cuando un agregado grueso pesos unitarios altos quiere decir que quedan muy pocos espacios para que estos sean rellenados con arena y cemento. Es el peso de material necesario para llenar un recipiente de un pie cubico.

Contenido de humedad.

Los agregados pueden encontrarse en los siguientes estados: seco por el aire, saturado superficialmente seco, y húmedos, cuando realizamos los ensayos deben estar en condición de saturado y superficialmente seco; es decir todos los poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial.

Absorción.

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado, este debe de estar sumergido por 24 horas. Se concluye que este es un porcentaje del peso del material seco, que es capaz de absorber, de modo que este material este saturado superficialmente seco.

Diseño De Mezclas Para Concreto Con Material Estéril.

Capítulo 3



CAPITULO 3: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO CON MATERIAL ESTÉRIL.

3.1. INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo tiene como objetivo describir el procedimiento para la obtención de las propiedades del agregado fino, agregado grueso y material estéril; y describir los materiales que son necesarios para el desarrollo de los diseños de mezclas.

3.2. ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS CON MATERIAL ESTÉRIL.

3.2.1. CEMENTO.

Cemento Portland adicionado con puzolana, de conformidad con la NTP 334.090 y la Norma ASTM C 595, recomendado para el uso general en todo tipo de obra civil. Posee resistencia al ataque de sulfatos, bajo calor de hidratación que contribuye al vaciado de concretos masivos, mayor impermeabilidad, ganancia de mayor resistencia a la compresión con el tiempo, mejor trabajabilidad, siendo ideal para el uso de morteros, revestimientos y obras hidráulicas (en el caso de las obras portuarias expuestas al agua de mar, también en canales, alcantarillas, túneles y suelos con alto contenido de sulfatos). Ver más en el Capítulo N° 2.

3.2.2. AGREGADO FINO.

Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan por el tamiz 3/8” y que cumple con algunos límites establecidos. Ver más en el Capítulo N° 2.

3.2.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 566	• Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados Mediante Secado.
MTC. E 108 - 200	• Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP. 339. 185 - 2002	• Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

OBJETIVO.

- Determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado grueso, agregado fino y material estéril.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- a. Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.
- b. Horno: Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de 110°C±5°C.
- c. Recipiente: Sirve para introducir la muestra al horno.



Figura 3.1. Procedimiento: Muestra en el horno.

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

El contenido de humedad en los agregados se logra mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Contenido de Humedad} = \frac{W_i - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

- W_i = Masa inicial de la muestra (g)
- W_s = Masa de la muestra seca (g)

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO			
MUESTRA	PESO NATURAL (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD
#1	960	895.2	0.648
#2	990	939.6	0.504
#3	970	871.2	0.988
Promedio			0.713

Tabla 3.1. Resultados de Contenido de Humedad del Agregado fino.

Contenido de humedad = 0.71 %

3.2.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.

NORMAS TECNICAS.

NTP 400.012:2001

- Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

ASTM C136-96a

- Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Método de prueba estándar para análisis granulométrico de agregados finos y gruesos)

AASHTO T37.

- This method of test covers the sieve analysis of mineral fillers (Este método de prueba cubre el análisis granulométrico de cargas minerales)

MTC 400.037 - 2002

- AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

OBJETIVO DEL MÉTODO.

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de los Agregados Finos, por medio de tamices.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.
- Calcular el módulo de fineza del agregado fino para el diseño del concreto.

ELEMENTOS DEL LABORATORIO.

a. BALANZA ELECTRÓNICA.

Con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.

b. TAMICES.

Mallas 3/8”, Nro. 4, Nro. 8, Nro. 16, Nro. 30, Nro. 50, Nro. 100, Nro. 200 y la bandeja de fondo.

c. MAQUINA TAMIZADORA DE FINOS.

Para obtener los retenidos en cada una de las mallas.

d. BANDEJAS.

Se utilizara para poner a la muestra.

e. CUCHARAS.

f. ESPATULAS.

Que tengan la capacidad para llenar los recipientes.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.

a. La muestra se obtendrá por cuarteo.



Figura 3.2. Cuarteo de la muestra.

b. *Debe estar completamente mezclado y tener una humedad suficiente para evitar perdida de finos.*

c. *La muestra para los ensayos deberán tener una masa seca aproximada.*

d. *No está permitido obtener muestra a un peso exacto determinado.*

e. *Las muestras para agregado fino recién secadas deberán tener un peso mínimo de 300gr.*

PROCEDIMIENTO.

- a. Se debe obtener en un balde con una cantidad de Agregado Fino, eso se cuartea y se coloca en una bandeja metálica para luego colocarlo en el horno por 24 horas.
- b. Una vez sacado del horno se pesa el Agregado fino seco.
- c. Se arman los tamices dichos antes y los colocamos en la Maquina tamizadora de finos.
- d. Colocamos la muestra obtenida en la Maquina tamizadora de finos por 3 min.



Figura 3.3. Procedimiento: Colocar la muestra en la maquina tamizadora por 3 min.

- e. Luego obtenemos los pesos retenidos por cada tamiz para calcular la curva granulométrica.



Figura 3.4. Procedimiento: Muestra retenida en los diferentes tamices

LÍMITES Y HUSOS DE AGREGADO FINO ACTM C 33.

Según la ASTM C-33 el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma.

MALLAS	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8	100	100
Nro. 4	95	100
Nro. 8	80	100
Nro. 16	50	85
Nro. 30	25	60
Nro. 50	5	30
Nro. 100	0	10

Tabla 3.2. Límites y huso de agregado fino según – ASTM C 33.

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO				
Cantera: La poderosa		Peso inicial de la muestra= 888 gr.		
MALLA	PESO (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASANTE
3/8	0	0	0	100
Nro. 4	1.5	0.17	0.17	99.83
Nro. 8	87.5	9.85	10.02	89.98
Nro. 16	235	26.46	36.49	63.51
Nro. 30	256.5	28.89	65.37	34.63
Nro. 50	179.5	20.21	85.59	14.41
Nro. 100	95.5	10.75	96.34	3.66
Nro. 200	26	2.93	99.27	0.73
Fondo	6.5	0.73	100.00	0.00
Total	888	100		
Módulo de Fineza	2.94			

Tabla 3.3. Resultado de la Granulometría del agregado fino.

GRANULOMETRIA AGREGADO FINO ASTM C33

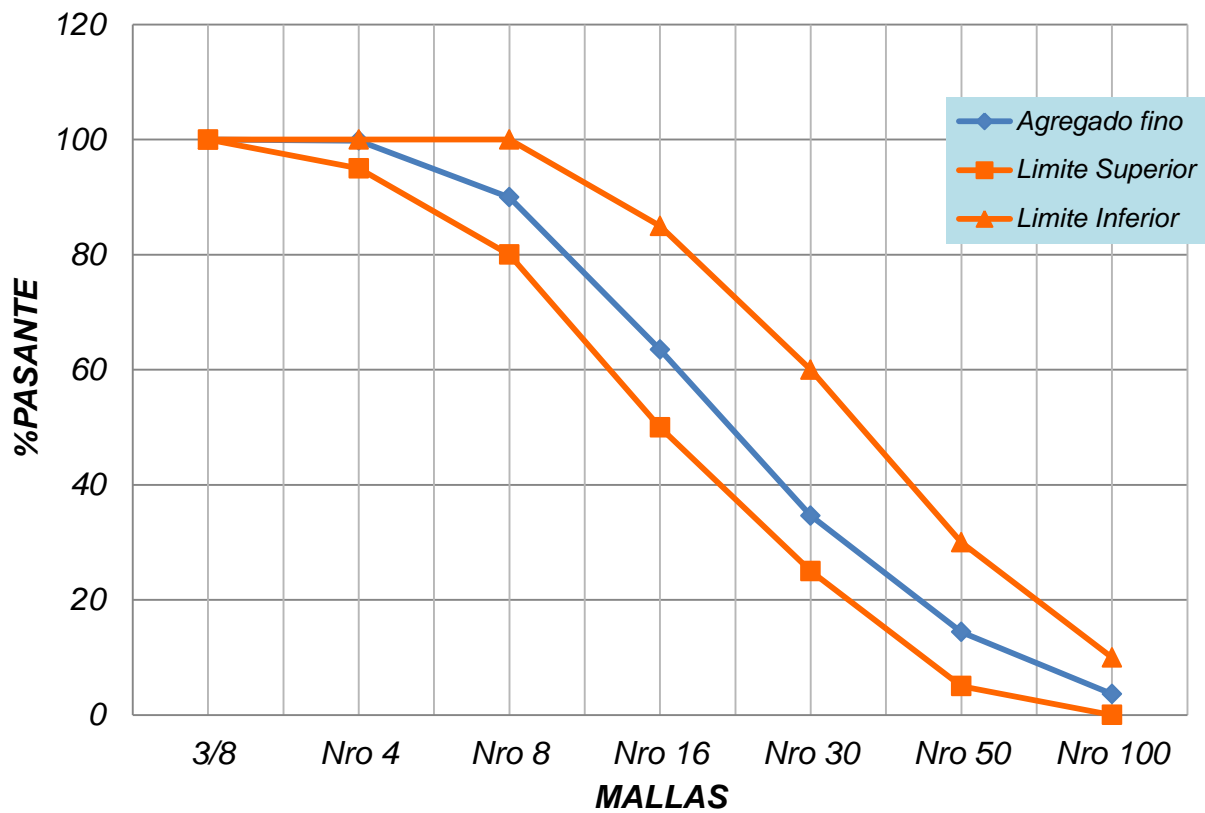


Figura 3.5. Curva granulométrica del Agregado Fino según la norma - ASTM C-136.

3.2.2.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO AGREGADO FINO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 29	<ul style="list-style-type: none">• Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados
MTC E 203 2002	<ul style="list-style-type: none">• Peso unitario y vacíos de los agregados.
NTP 400.017 - 2011	<ul style="list-style-type: none">• AGREGADOS. Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

OBJETIVO DEL METODO.

- El método se utiliza para determinar el Peso Unitario del agregado fino.
- Determinar la relación masa/volumen para posibles conversiones, que posteriormente puede afectar la capacidad, ya que se tendrá el peso unitario seco.
- Calculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado a partir de este método de peso unitario.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. BARRA COMPACTADORA.

Debe ser de acero de 16 mm (5/8”) de diámetro y aproximadamente 60cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

c. RECIPIENTE DE MEDIDA.

Debe de ser cilíndrico, metálico, con fondo firme y parejo; con precisión en sus dimensiones interiores y rígido.

Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso esta será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.

El borde superior deberá ser pulido y plano dentro de 0.25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá de ser pulida y continua.

d. PALA DE MANO.

Un cucharón que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a.** *Según la norma NTP 400.010.*
- b.** *La muestra del ensayo será mayor a la cantidad requerida para llenar el recipiente. Secar el agregado en un horno a 110°C +/- 5°C.*

PESO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

PROCEDIMIENTO DE APISONADO

- a.** *Se procede a llenar la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.*
- b.** *Se apisona la primera capa del agregado con la barra compactadora, realizando 25 GOLPES, distribuidos uniformemente sobre la superficie.*
- c.** *Se procede a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 GOLPES.*

- d. Finalmente, se llena por completo el recipiente hasta que este rebose, y de nuevo se compacta con 25 GOLPES, el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
- e. Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

RECOMENDACIONES.

- Al compactar la primera capa procure que la barra no golpee el fondo con fuerza.
- Para la compactación de las siguientes capas, emplee la fuerza necesaria para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

CALCULOS Y RESULTADOS.

Cálculo del volumen del proctor.

$$V = \left(\frac{(\pi \times D^2)}{4} \right) \times H$$

DATOS DEL RECIPIENTE				
Volumen interno = 0.0027 m³				
Diámetro	15.02	cm	0.150	m
Altura	15.4	cm	0.154	m

Tabla 3.4. Resultado del volumen del proctor.

Calcular el peso unitario compactado:

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del agregado en kg/m³.
- **B**= Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.
- **C**= Peso del recipiente de medida en kg.
- **V**= Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m³) (4)	P.U. varillado (kgf/m³)
1	6.21	1.72	4.49	0.0027	1645.49
2	6.33	1.72	4.61	0.0027	1689.47
3	6.34	1.72	4.62	0.0027	1693.13
Promedio					1676.03

Tabla 3.5. Resultado del peso unitario compactado del agregado fino.

PESO SUELTO DEL AGREGADO FINO

PROCEDIMIENTO.

- Llene el recipiente con la pala de manera paciente y uniforme.*

- b.** Haga rebosar el agregado fino y con la barra úsela como regla para eliminar el material sobrante.



Figura 3.6. Procedimiento: Haga rebosar el Agr. Fino y use la barra como regla para eliminar el material rebosante.

- c.** Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

CALCULOS Y RESULTADOS.

Calcular el peso unitario suelto:

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del agregado en kg/m³.
- **B**= Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.
- **C**= Peso del recipiente de medida en kg.
- **V**= Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

Muestra	Peso olla + muestra (kg) (1)	Olla Chica (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	6.01	1.72	4.29	0.0027	1572.196
2	5.97	1.72	4.25	0.0027	1557.537
3	5.96	1.72	4.24	0.0027	1553.873
Promedio					1561.202

Tabla 3.6. Resultado del peso unitario suelto del agregado fino.

3.2.2.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

ASTM C 128	• Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos.
MTC E 205 - 2002	• Gravedad específica y absorción de agregados finos.
NTP 400.022:1979	• AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el pesos específico y la absorción del agregado fino.

NORMA TECNICA.

OBJETIVO DEL MÉTODO.

- Determinar el peso del agregado por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.
- Aplicar este método para determinar el peso específico seco, peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino.
- Gracias a este podemos usar estos valores en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, y también el control de uniformidad de sus características físicas.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. FIOLA.

Con una capacidad de 500 cm³.

c. MOLDE CONICO.

Diámetro superior 40 +/- 3 mm, diámetro inferior 90 +/- 3 mm, altura de 75 mm +/- 3 mm, espesor mínimo 0.8 mm.

d. APISONADOR DE METAL.

Debe ser de acero de 25mm +/- 3 mm de diámetro y aproximadamente 340 g +/- 15 g de peso con un extremo de superficie plano circular y terminada en punta semiesférica.

e. ESTUFA.

Se utilizara para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

f. PALA DE MANO.

Un cucharon que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

g. BANDEJA.

Se requiere para poner la muestra y ponerla en la estufa.

PREPARACION DE LA MUESTRA

a. *Cuartear la muestra, para obtener una muestra uniforme*

b. *Dejar reposando 24 Hrs.*



Figura 3.7. Cuarteo de la muestra.

PROCEDIMIENTO.

- a. Vaciar la muestra en una bandeja y dejar secar por unos minutos.
- b. Poner la bandeja con la muestra en la estufa para que esta pierda humedad, removiendo suave y constantemente para que la humedad sea uniforme.



Figura 3.8. Procedimiento: Poner en la estufa la muestra, hasta obtener una humedad uniforme.

- c. Cuidar que la muestra no se seque mucho, ya que se quiere obtener una muestra superficialmente seca (SSS).

- d. Para ver que la muestra se encuentre superficialmente seca, usaremos el cono.

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DEL CONO

- Colocar la muestra en el cono metálico hasta que esta rebose, con el apisonador de metal dar 25 GOLPES.



Figura 3.9. Procedimiento: Introducir 500 g de la muestra.

- Sacar el cono, si la muestra queda en forma de tronco – cónica, se concluye que la muestra tiene más humedad que la correspondiente al estado SSS.
- Si al sacar el cono se queda en una forma cónica, y termina en punta sin desmoronarse, se concluye que la muestra está en estado SSS.
- Si se desmorona, tiene menos humedad que la que corresponde al estado de SSS.



Figura 3.10. Procedimiento: Sacar el cono, después de dar los 25 golpes.

- e. Pesar la fiola.
- f. Introducir 500 g de la muestra de agregado fino, luego agregar agua teniendo en cuenta de no pasar la marca de 500 ml.



Figura 3.11. Procedimiento: Fiola + agua + muestra.

- g. Agitar la fiola para eliminar el aire y dejar reposar unos minutos, para dejar que el material se asiente.*
- h. Para eliminar todo el aire que se encuentra dentro de la fiola, hacer uso de una pequeña compresora, así se podrá retirar todas las burbujas y aire que se encuentran en nuestra muestra.*



Figura 3.12. Procedimiento: Eliminar todos los espacios vacíos de la muestra.

- i. Dejar reposar 24 horas, después pesar la fiola con el agregado fino y el agua, después proceda a pesar.*



Figura 3.13. Procedimiento: Pesar fiola + agua + muestra.

- j. Decantar la muestra, secarla en el horno y luego proceda a pesar.

GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL O NOMINAL.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material permeable entre la masa en el aire, en un volumen de agua libre de gas, volumen correspondiente a la parte sólida del material.

$$\text{Gravedad específica normal o nominal} = \frac{(A)}{(A - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL

Muestra	Peso muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso fiola (g)	Peso fiola +agua+ muestra (g)	Volumen frasco (cm ³)	Agua añadida (g)	G.E. Nominal (g/cm ³)
1	493.8	500	160.1	964	500	303.9	2.600

Tabla 3.7. Resultado de la gravedad específica nominal del agregado fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE O RELATIVA.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material entre la masa en el aire, en una densidad de un volumen de agua libre de gas.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(A)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE							
Muestra	Peso muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso fiola (g)	Peso fiola +agua+ muestra (g)	Volumen frasco (cm³)	Agua añadida (g)	G.E. Aparente (g/ cm³)
1	493.8	500	160.1	964	500	303.9	2.518

Tabla 3.8. Resultado de la gravedad específica aparente del agregado fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA.

Se define con la misma concepción del peso específico de masa, pero se le adiciona el agua en los poros permeables.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(B)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA

Muestra	Peso muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso fiola (g)	Peso fiola +agua+ muestra (g)	Volumen frasco (cm ³)	Agua añadida (g)	G.E. Saturado (g/ cm ³)
1	493.8	500	160.1	964	500	303.9	2.550

Tabla 3.9. Resultado de la gravedad específica saturada del agregado fino.

ABSORCIÓN.

La absorción y su impermeabilidad influyen en las propiedades como la adherencia entre el agregado y los materiales cementicios. La densidad aparente de los agregados depende también de la porosidad y como consecuencia se ve afectado el rendimiento.

$$\text{Absorción} = \frac{(500 - W_o)}{(W_o)} \times 100$$

DONDE:

- W_o = Peso de la muestra seca, en gramos.

ABSORCION DEL AGREGADO FINO			
Muestra	Peso Muestra S.S.S. (g)	Peso muestra seca (g)	Absorción
1	500	491.352	1.760

Tabla 3.10. Resultado de la absorción del agregado fino.

3.2.2.5. ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS DE AGREGADO FINO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 40	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Ensayo Normalizado para la Detección de Impurezas Orgánicas en Agregados Finos para Concreto.
MTC E 213 - 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Impurezas orgánicas en el agregado fino.
NTP 400.013 - 2002	<ul style="list-style-type: none"> • AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.

OBJETIVO DEL ENSAYO

- *Determinar el contenido o no de material orgánico en la muestra de agregado fino, que afectara en nuestro diseño de mezcla, lo que servirá para rechazarlo o tomarlo como aceptable.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO

a. FRASCOS DE VIDRIO.

De 350 ml, debe contar con su tapa.

b. REACTIVOS.

Solución de Hidróxido de Sodio (3%), se disuelven 3 partes en peso de hidróxido de sodio (Na OH) en 97 partes de agua destilada.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a.** *La muestra debe ser secada en el aire (no meter a un horno), se toma 500 g, por el método del cuarteo manual.*

PROCEDIMIENTO.

- a.** *Se coloca el agregado fino en el frasco hasta completar un volumen de 130 ml de la botella.*
- b.** *Se añade la solución de Hidróxido de sodio, hasta que el volumen del agregado fino y el líquido después de agitado, todo este volumen sea igual a 200 ml.*



Figura 3.14. Procedimiento: Añadir el Hidróxido de Sodio.

- c. Se tapa el frasco, agitar para que el agregado fino y la solución de hidróxido de sodio se mezcle.
- d. Dejar reposar 24 horas.
- e. Después de las 24 horas de reposo, se define el color del líquido de la muestra, se utiliza los 5 vidrios de color estándar utilizando los siguientes colores.

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°
5	1
8	2
11	3 (estándar)
13	4
16	5

Tabla 3.11. Tabla de los 5 vidrios de color estándar.



Figura 3.15. Comparación de muestra con la tabla de colores.

RESULTADOS DEL ENSAYO.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN AGREGADO FINO

MUESTRA	CONTENIDO DE IMPUREZA ORGANICA
1	No contiene impurezas.

Tabla 3.12. Tabla los resultados de contenido de materia orgánica del agregado fino.

3.2.3. AGREGADO GRUESO CANTERA PODEROSA.

Se define agregado grueso a todo aquel material retenido en el tamiz Nro. 4 (4,75), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y cumple con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana y en la ASTM.

3.2.3.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 566	• <i>Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados Mediante Secado.</i>
MTC. E 108 - 200	• <i>Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.</i>
NTP. 339. 185 - 2002	• <i>Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.</i>

OBJETIVO.

- *Determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado grueso, agregado fino y material estéril.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.*
- Horno: Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de 110°C±5°C.*
- Recipiente: Sirve para introducir la muestra al horno.*



Figura 3.16. Procedimiento: Muestra en el horno.

CALCULOS Y RESULTADOS.

El contenido de humedad en los agregados se logra mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Contenido de humedad} = \frac{W_i - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

- W_i = Masa inicial de la muestra (g)
- W_s = Masa de la muestra seca (g)

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	PESO NATURAL (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD
#1	780	706.9	0.731
#2	830	755.5	0.745
#3	860	785.5	0.745
Promedio			0.740

Tabla 3.13. Tabla de resultados de contenido de humedad del agregado grueso.

Contenido de humedad = 0.74 %

3.2.3.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C-136	• Método para separar partículas de diferentes tamaños y grados mediante un sistema de tamices.
AASHTO T27	• Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos)
MTC. E 204-200	• Analisis granulometrico de agregados gruesos y finos.
NTP. 400.037-2002	• AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

OBJETIVOS.

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de los Agregados Gruesos, por medio de tamices.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.
- Calcular el tamaño máximo nominal.
- Calcular el módulo de fineza del agregado grueso.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.

Corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, el cual el agregado grueso pasa entre 95 y 100%.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a. Las muestras para agregado grueso una vez secadas deberán tener los siguientes pesos.

MAXIMO TAMAÑO NOMINAL CON ABERTURAS		PESO MINIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO
mm	Pulg	Kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19	3/4	5
25	1	10
37.5	1 ½	15
50	2	20
63	2 ½	35
75	3	60
90	3 ½	100
100	4	150
112	4 ½	200
125	5	300
150	6	500

Tabla 3.14. Tabla utilizada para seleccionar el peso necesario según su TMN.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- a. Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.
- b. Tamices: 1 ½”, 1”, ¾”, 1/2”, 3/8”, 1/4”, Nro. 4 y la bandeja de fondo.
- c. Bandejas, cucharas, espátulas, recipientes, etc.

PROCEDIMIENTO.

- a. Se cuarteo la muestra.



Figura 3.17. Procedimiento: Cuarteo de la muestra.

- b.** Se colocó en el horno por 24 Horas.
- c.** Se sacó la muestra del horno y lo pesamos con un mínimo de 5 kg según la norma.
- d.** Se armó los tamices dichos anteriormente en orden.
- e.** Se tamizo manualmente.
- f.** Se obtienen los pesos retenidos por cada tamiz para nuestra curva granulométrica.

LÍMITES Y HUSOS DE AGREGADO GRUESO ACTM C 33.

Según la ASTM C-33 el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma.

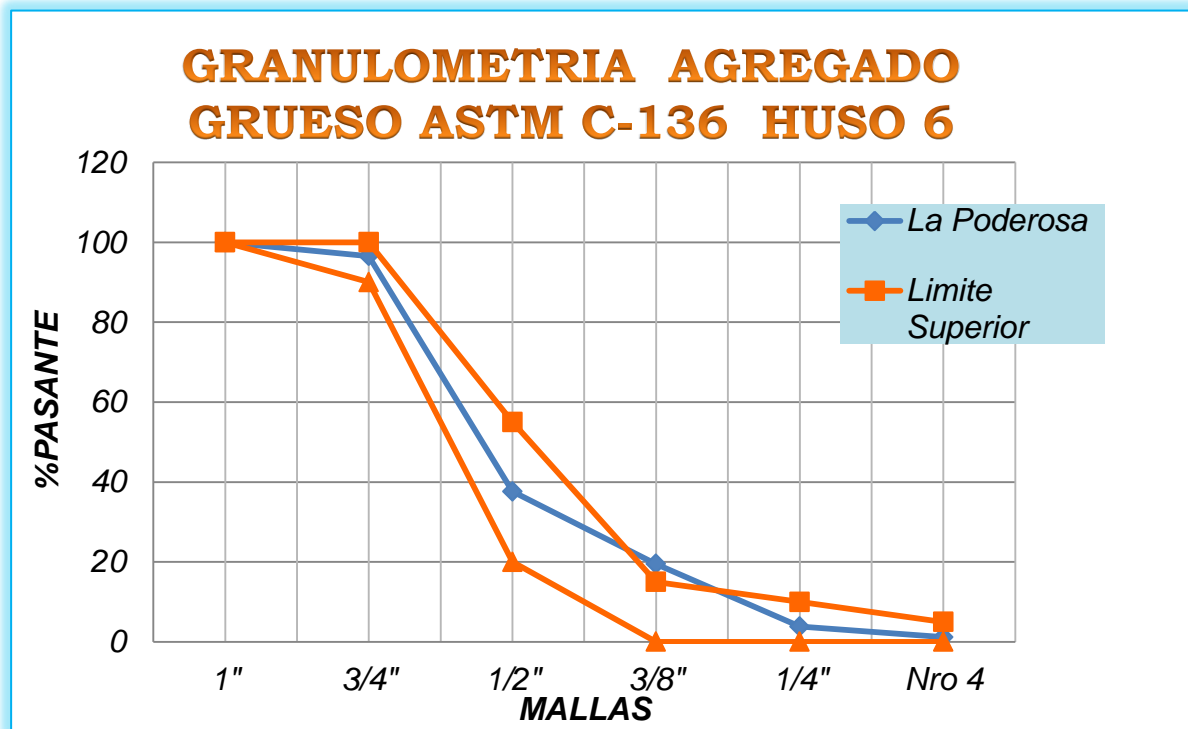
CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 3.15. Tabla de límites y husos de agregado grueso ASTM C 33.

Tabla 3.16. Tabla de resultados de granulometría de agregado grueso.

Huso 6 - ACTM C 33		
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	20	55
3/8"	0	15
1/4"	0	10
Nro. 4	0	5

GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO				
Cantera: La Poderosa		Peso inicial de la muestra=6060.5gr.		
MALLA	PESO (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASANTE
1 1/2"	0	0	0	
1"	0	0	0	100
3/4"	210	3.47	3.47	96.53
1/2"	3569.75	58.90	62.37	37.63
3/8"	1099.25	18.14	80.51	19.49
1/4"	949	15.66	96.17	3.83
Nro 4	162	2.67	98.84	1.16
fondo	70.25	1.16	100.00	0.00
Total	6060.25	100		
TNM	3/4"			
Módulo de fineza	7.45			



Grafica 3.1. Curva granulométrica del Agregado Grueso según la norma ASTM C-136

3.2.3.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 29	<ul style="list-style-type: none"> • Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados
MTC E 203 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Peso unitario y vacios de los agregados.
NTP 400.017 - 2011	<ul style="list-style-type: none"> • AGREGADOS. Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

DEL METODO.

- *El método se utiliza para determinar el Peso Unitario del agregado grueso.*
- *Determinar la relación masa/volumen para posibles conversiones, que posteriormente puede afectar la capacidad, ya que se tendrá el peso unitario seco.*
- *Calculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado grueso a partir de este método de peso unitario.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. BARRA COMPACTADORA.

Debe ser de acero de 16 mm (5/8”) de diámetro y aproximadamente 60cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

c. RECIPIENTE DE MEDIDA.

Debe de ser cilíndrico, metálico, con fondo firme y parejo; con precisión en sus dimensiones interiores y rígido.

Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso esta será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.

El borde superior sebera ser pulido y plano dentro de 0.25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá de ser pulida y continua.

d. PALA DE MANO.

Un cucharón que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a. Según la norma NTP 400.010.*
- b. La muestra del ensayo será mayor a la cantidad requerida para llenar el recipiente. Secar el agregado en un horno a 110°C +/- 5°C.*

RECOMENDACIÓN.

- Tomar las medidas del proctor metálico, donde se realizaran los ensayos.*
- Tarar los proctor en la balanza antes de realizar los ensayos.*

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO.

PROCEDIMIENTO DE APISONADO

- a. Se procede a llenar la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.*
- b. Se apisona la primera capa del agregado con la barra compactadora, realizando 25 GOLPES, distribuidos uniformemente sobre la superficie.*
- c. Se procede a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 GOLPES.*
- d. Finalmente, se llena por completo el recipiente hasta que este rebose, y de nuevo se compacta con 25 GOLPES, el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.*
- e. Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.*

RECOMENDACIONES

- Al compactar la primera capa procure que la barra no golpee el fondo con fuerza.
- Para la compactación de las siguientes capas, emplee la fuerza necesaria para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

CALCULOS Y RESULTADOS

Cálculo del volumen del proctor.

$$V = \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \right) \times H$$

DATOS DEL RECIPIENTE				
Volumen interno = 0.00914 m ³				
Diámetro	20.03	cm	0.200	m
Altura	29	cm	0.290	m

Tabla 3.17. Tabla de resultados del volumen del recipiente o proctor para el agregado grueso.

Calcular el peso unitario compactado:

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del agregado en kg/m³.
- **B** = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.
- **C** = Peso del recipiente de medida en kg.
- **V** = Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO					
Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m³) (4)	P.U. varillado (kgf/m³)
1	20.80	5.2	15.61	0.00914	1708.26
2	20.19	5.2	14.99	0.00914	1640.41
3	20.42	5.2	15.22	0.00914	1655.58
Promedio					1671.41

Tabla 3.18. Tabla de resultados de peso unitario compactado de agregado grueso.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO SUELTO.

PROCEDIMIENTO.

- a. *Llene el recipiente con la pala de manera paciente y uniforme.*
- b. *Haga rebosar el agregado y con la barra úsela como regla para eliminar el material sobrante.*
- c. *Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.*



Figura 3.18. Olla + Agregado Grueso, hallando el peso suelto de la muestra.

CALCULOS Y RESULTADOS.

Calcular el peso unitario suelto:

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del agregado en kg/m³.
- **B**= Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.
- **C**= Peso del recipiente de medida en kg.
- **V**= Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO

Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	19.60	5.2	14.4	0.00914	1575.842
2	19.46	5.2	14.26	0.00914	1560.521
3	19.69	5.2	14.49	0.00914	1585.691
Promedio					1574.018

Tabla 3.19. Tabla de resultados del peso unitario suelto de agregado grueso.

3.2.3.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 127	<ul style="list-style-type: none">• Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos.
MTC E 206-2000	<ul style="list-style-type: none">• Peso específico y absorción de los agregados.
NTP 400.021:1979	<ul style="list-style-type: none">• AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso.

OBJETIVO DEL METODO.

- Determinar el peso del agregado grueso por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.
- Aplicar este método para determinar el peso específico seco, peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso.
- Gracias a este podemos usar estos valores en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, y también el control de uniformidad de sus características físicas.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA ELECTRONICA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. BALANZA HIDROSTATICA.

c. CANASTILLA METALICA.

d. BANDEJAS METALICAS.

Se utilizara para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

e. FRANELA.

Con esta se secara el material hasta que tenga apariencia superficialmente seca.

f. ESTUFA.

Se utilizara para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

g. PALA DE MANO.

Un cucharon que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a.** Seleccionar muestra aproximadamente 2 kg, procedente del cuarteo.
- b.** Dejar reposando 24 Hrs.



Figura 3.19 Cuarteo del agregado grueso.

PROCEDIMIENTO.

- a. Vaciar la muestra en una bandeja y dejar secar por unos minutos.
- b. Secar el agregado grueso con la franela para obtener una apariencia superficialmente seca.

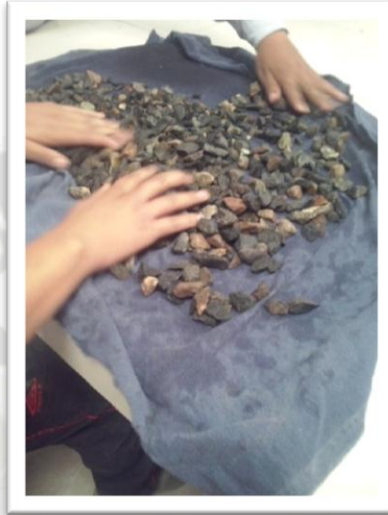


Figura 3.20. Procedimiento: Secar la muestra con la franela.

- c. Pesar la muestra.



Figura 3.21. Procedimiento: Pesar la muestra.

- d. Luego coloque la muestra en la canasta de alambre y determine su peso sumergido en el agua.



Figura 3.22. Procedimiento: Pesar la canasta más la muestra.

- e. Retire el agregado grueso mojado en una bandeja y métele al horno por 24 horas para así obtener el peso seco.
- f. Retire la muestra del horno y proceda a pesar.

GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL O NOMINAL.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material permeable entre la masa en el aire, en un volumen de agua libre de gas, volumen correspondiente a la parte sólida del material.

$$\text{Gravedad específica normal o nominal} = \frac{(A)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2,412

Tabla 3.20. Tabla de resultados de la gravedad específica nominal de agregado grueso.

GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE O RELATIVA.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material entre la masa en el aire, en una densidad de un volumen de agua libre de gas.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(A)}{(A - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA APARENTE

Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm ³)
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2.346

Tabla 3.21. Tabla de resultados de la gravedad específica aparente de agregado grueso.

GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA.

Se define con la misma concepción del peso específico de masa, pero se le adiciona el agua en los poros permeables.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(B)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA SATURADA						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm ³)
1	2206	2231.9	2230.9	939.5	1291.4	2.373

Tabla 3.22. Tabla de resultados de la gravedad específica saturada de agregado grueso.

ABSORCION.

La absorción, su impermeabilidad y absorción influyen en las propiedades como la adherencia entre el agregado y los materiales cementicios. La densidad aparente de los agregados depende también de la porosidad y como consecuencia se ve afectado el rendimiento.

$$\text{Absorción} = \frac{(B - A)}{(A)} \times 100$$

DONDE:

- *A* = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- *B* = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- *C* = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

ABSORCION DE AGREGADO GRUESO			
Muestra	Peso Muestra S.S.S. (g)	Peso muestra seca (g)	Absorción
1	2231.9	2206	1.174

Tabla 3.23. Tabla de resultados de absorción de agregado grueso.

3.2.3.5. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO.

NORMAS TÉCNICAS.

ASTM C 131.	• <i>Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine (Método de prueba estándar para resistencia a la degradación de tamaño pequeño del agregado grueso por abrasión e impacto en la Máquina de Los Angeles)</i>
AASHTO T 96.	• <i>Standard Method of Test for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine (Método Estándar de prueba para la resistencia a la degradación de tamaño pequeño grueso)</i>
MTC E 207 - 2000	• <i>Abrasion los angeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2")</i>
NTP 400.019 - 2002	• <i>Resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la Máquina de Los Angeles, Método de ensayo para, (ASTM C 131)</i>

OBJETIVOS DEL METODO.

- *Determinar la resistencia de desgaste de los agregados gruesos y materiales estériles empleando la máquina de Los Ángeles.*
- *Realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos y materiales estériles hasta 37.5 mm (1 1/2").*

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA ELECTRONICA.

Permita la determinación del peso con aproximación de 1 gr.

b. TAMICES.

3/4", 1/2", 3/8" y el #12 (1.70 mm).

c. HORNO.

Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de 110°C±5°C.

d. BANDEJAS.

e. MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.

Máquina de Los Ángeles. Consiste en un cilindro hueco de acero con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2 ”), y un diámetro interior de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2 ”). Este cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje que no penetra en su interior, quedando un cilindro montado en posición horizontal alrededor de este eje. Este está provisto de una abertura, para introducir la muestra, la abertura se cierra por medio de una tapa con empaquetadura para impedir la salida del polvo fijado por medio de pernos.



Figura 3.23. Máquina de los ángeles.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		PESOS Y GRANULOMETRIAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)			
mm	pulg	mm	pulg	A	B	C	D
37.5	1 ½	-25	1	1250±10			
25	1	-19	¾	1250±10			
19	¾	-12.5	½	1250±10	2500±10		
12.5	½	-9.5	3/8	1250±10	2500±10		
9.5	3/8	-6.3	¼			2500±10	
6.3	1 ¼	-4.75	Nro. 4			2500±10	
4.75	Nro. 4	-2.36	Nro. 8				5000±10
TOTALES				5000±10	2500±10	5000±10	5000±10

Tabla 3.24. Tabla de la Granulometría de la muestra de Agregado para Ensayo.

- La carga abrasiva consiste en esferas de acero de un diámetro de 46.38 mm (1 13/16”) y 47.63 mm (1 7/8”) y un peso comprendido entre 390 g y 445 g. La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo A, B, C o D, según la siguiente tabla.

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	PESO TOTAL
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Tabla 3.25. Tabla que indica el número de esferas deberá contener el ensayo.

PROCEDIMIENTO.

- a. Según la tabla de arriba al ser nuestros tamaños nominales máximos de $\frac{3}{4}$ ".
- b. Se debe usar los tamices de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ " y de $\frac{3}{8}$ ".
- c. Para el ensayo se toman los retenidos de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{8}$ " de 2.5 kg cada uno.
- d. La muestra se coloca en la Maquina de los Ángeles a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm, el número total de vueltas es de 500, y al ser de tipo B se procedió a colocar 11 esferas.
- e. Luego se realiza una separación preliminar de la muestra ensayada en el tamiz nro. 12.
- f. Se realiza un lavado para extraer el polvillo fino.
- g. Se coloca en el horno por 24 horas.
- h. La muestra seca se extrae del horno y de pesa.

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

El porcentaje de desgaste en los agregados se logra mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Desgaste} = \frac{W_i - W_f}{W_i} * 100$$

DONDE:

- W_i = Peso inicial de la muestra (g)
- W_s = Peso de la muestra seca (g)

ABRACION DE AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	PESO SECO (g)	ABRASIÓN %
#1	5000	4070	18.6

Tabla 3.26. Tabla de los resultados de la abrasión de material estéril.

% Desgaste = 18.6 %

3.2.3.6. ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS DE AGREGADO GRUESO.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 40

- Método de Ensayo Normalizado para la Detección de Impurezas Orgánicas en Agregados Finos para Concreto.

MTC E 213 - 2002

- Impurezas organicas en el agregado Grueso.

NTP 400.013 - 2002

- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.

OBJETIVO DEL ENSAYO

- *Determinar el contenido o no de material orgánico en la muestra de agregado grueso, que afectara en nuestro diseño de mezcla, lo que servirá para rechazarlo o tomarlo como aceptable.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO

c. FRASCOS DE VIDRIO.

De 350 ml, debe contar con su tapa.

d. REACTIVOS.

Solución de Hidróxido de Sodio (3%), se disuelven 3 partes en peso de hidróxido de sodio (Na OH) en 97 partes de agua destilada.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- d.** *La muestra debe ser secada en el aire (no meter a un horno), se toma 500 g, por el método del cuarteo manual.*

PROCEDIMIENTO.

- f.** *Se coloca el agregado grueso en el frasco hasta completar un volumen de 130 ml de la botella.*
- g.** *Se añade la solución de Hidróxido de sodio, hasta que le volumen del agregado grueso y el líquido después de agitado, todo este volumen sea igual a 200 ml.*
- h.** *Se tapa el frasco, agitar para que el agregado grueso y la solución de hidróxido de sodio se mezcle.*
- i.** *Dejar reposar 24 horas.*

- j. Después de las 24 horas de reposo, se define el color del líquido de la muestra, se utiliza los 5 vidrios de color estándar utilizando los siguientes colores.

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°
5	1
8	2
11	3 (estándar)
13	4
16	5

Tabla 3.27. Tabla de los 5 vidrios de color estándar.



Figura 3.24. Comparación de muestra con la tabla de colores.

RESULTADOS.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA EN AGREGADO GRUESO	
MUESTRA	CONTENIDO DE IMPUREZA ORGANICA
1	No contiene impurezas.

Tabla 3.28. Tabla los resultados de contenido de materia orgánica del agregado grueso.

3.2.4. MATERIAL ESTERIL.

Material estéril de mina al residuo sólido que es extraído de los diferentes yacimientos mineros, se genera en grandes tonelajes es un material sin valor económico que han sido removidos del yacimiento para permitir la explotación del mineral útil, estos residuos provienen de los sectores del yacimiento cuyo contenido de mineral es muy bajo para hacer atractiva su explotación, y es por eso que tiene que ser removido para acceder a zonas más ricas de mineral.

3.2.4.1. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL ESTERIL.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 566	• Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados Mediante Secado
MTC E 108 - 200	• Metodo de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
NTP 339.185 - 2002.	• Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

OBJETIVO DEL METODO.

- *Determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado grueso, agregado fino y material estéril.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO

- e. *Balanza electrónica con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.*
- f. *Horno: Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de 110°C±5°C.*
- g. *Recipiente: Sirve para introducir la muestra al horno.*



Figura 3.25. Procedimiento: Muestra en el horno.

CALCULOS Y RESULTADOS.

El contenido de humedad en los agregados se logra mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Contenido de humedad} = \frac{W_i - W_s}{W_s} * 100$$

DONDE:

- **W_i** = Masa inicial de la muestra (g)
- **W_s** = Masa de la muestra seca (g)

CONTENIDO DE HUMEDAD MATERIAL ESTÉRIL			
MUESTRA	PESO NATURAL (g)	PESO SECO (g)	% HUMEDAD
#1	690	626.1	0.639
#2	770	705.1	0.649
#3	720	658	0.62
Promedio			0.636

Tabla 3.29. Resultados de Contenido de Humedad del Material Estéril.

Contenido de humedad = 0.64 %

3.2.4.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL ESTÉRIL.

NORMAS TECNICAS.

ASTM C-136	• Método para separar partículas de diferentes tamaños y grados mediante un sistema de tamices.
AASHTO T27	• Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates (Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos)
MTC. E 204-200	• Analisis granulometrico de agregados gruesos y finos.
NTP. 400.037-2002	• AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)

OBJETIVOS.

- Determinar cuantitativamente los tamaños de las partículas de los Materiales Estériles, por medio de tamices.
- Determinar la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca por separación a través de tamices dispuestos de mayor a menor abertura.
- Calcular el tamaño máximo nominal.

ELEMENTOS DEL LABORATORIO.

g. BALANZA ELECTRÓNICA.

Con una precisión de 0.1 % del peso de la muestra a ser ensayada.

h. TAMICES.

Mallas 3/8”, Nro. 4, Nro. 8, Nro. 16, Nro 30, Nro 50, Nro 100, Nro 200 y la bandeja de fondo

i. MAQUINA TAMIZADORA DE FINOS

Para obtener los retenidos en cada una de las mallas.

j. BANDEJAS

Se utilizara para poner a la muestra.

k. CUCHARAS

l. ESPATULAS

Que tengan la capacidad para llenar los recipientes.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

a. La muestra se obtendrá por cuarteo.

b. La muestra para los ensayos deberán tener una masa seca aproximada.

c. No está permitido obtener muestra a un peso exacto determinado.

d. Las muestras para material estéril una vez secadas deberán tener los siguientes pesos:

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL CON ABERTURAS		PESO MINIMO DE LA MUESTRA DE ENSAYO
mm	Pulg	Kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19	3/4	5
25	1	10
37.5	1 ½	15
50	2	20
63	2 ½	35
75	3	60
90	3 ½	100
100	4	150
112	4 ½	200

125	5	300
150	6	500

Tabla 3.30. Tabla del peso mínimo de la muestra del ensayo, según el TMN.



Figura 3.26. Material estéril de ¾ pulg.

PROCEDIMIENTO.

b. Se cuarteo la muestra.



Figura 3.27. Procedimiento: Cuarteo de la muestra.

- c. Se colocó en el horno por 24 Horas.
- d. Se sacó la muestra del horno y lo pesamos con un mínimo de 5 kg según la norma.
- e. Se armó los tamices dichos anteriormente en orden.
- f. Se tamizo manualmente.
- g. Se obtienen los pesos retenidos por cada tamiz para nuestra curva granulométrica.

LÍMITES Y HUSOS DE AGREGADO GRUESO ACTM C-33.

Según la ASTM C-33 el agregado deberá tener ciertos límites establecidos en la norma.

HUSO 6		
MALLAS	LÍMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1 1/2"	100	100
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	20	55
3/8"	0	15
1/4"	0	10
Nro. 4	0	5

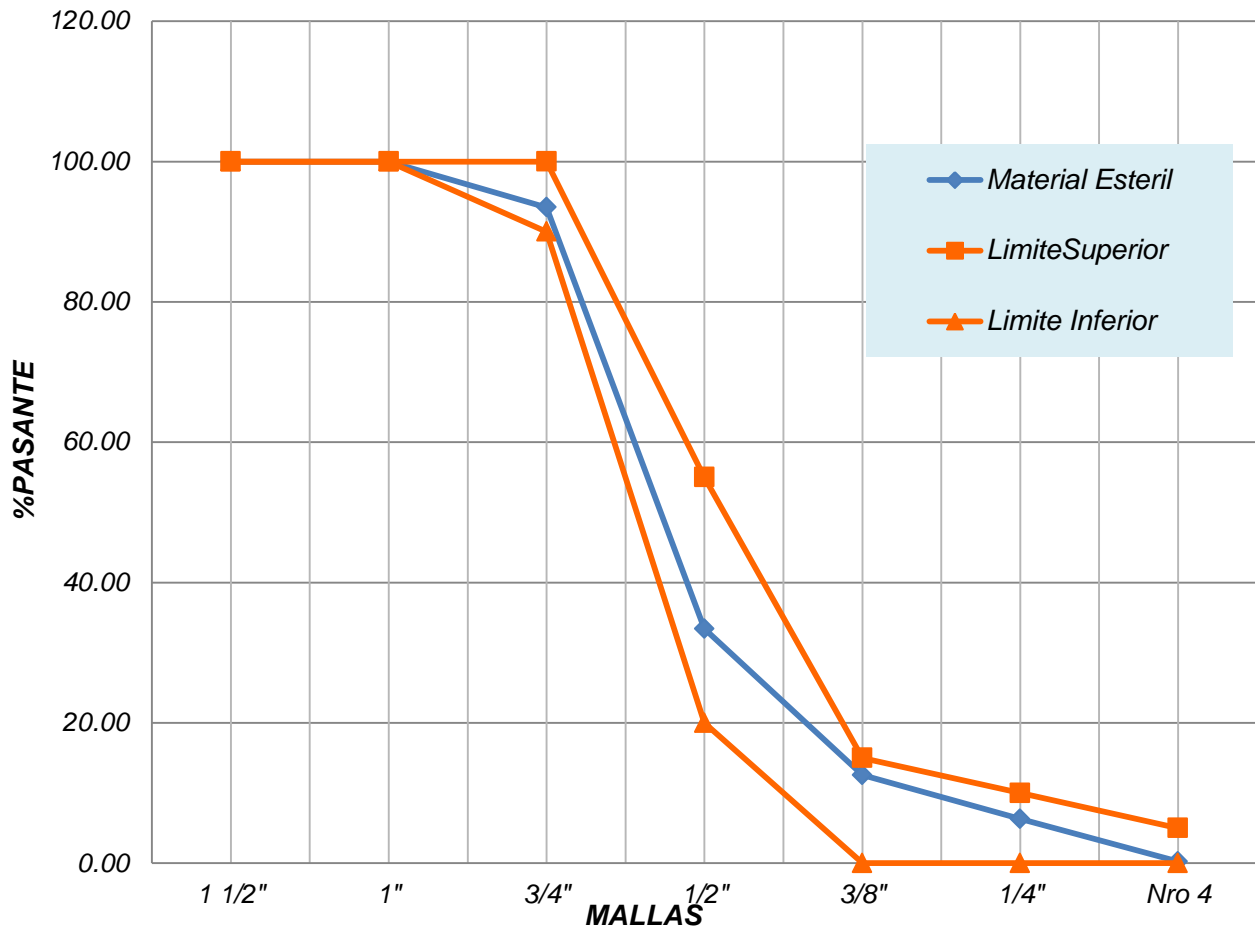
Tabla 3.31. Tabla del de límites y husos de agregado grueso según ASTM C-33, HUSO 6.

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

GRANULOMETRÍA MATERIAL ESTÉRIL				
Cantera: La Poderosa		Peso inicial de la muestra=5512.8 gr.		
MALLA	PESO (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASANTE
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	134.00	2.43	2.43	97.57
1/2"	4570.50	82.91	85.34	14.66
3/8"	666.75	12.09	97.43	2.57
1/4"	119.25	2.16	99.60	0.40
Nro. 4	10.00	0.18	99.78	0.22
fondo	12.25	0.22	100.00	0.00
Total			5512.75	
TNM			3/4	
Módulo de Fineza			8.996	

Tabla 3.32. Granulometría del material estéril de la mina de Cerro Verde.

GRANULOMETRIA MATERIAL ESTERIL HUSO 6 ASTM C-136



Grafica 3.2. Curva granulométrica del Material estéril según la norma ASTM C-136 y NTP 400. 037.

3.2.4.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL MATERIAL ESTERIL.

PESO UNITARIO SUELTO DEL MATERIAL ESTERIL

NORMAS TECNICAS.

ASTM C 29	<ul style="list-style-type: none">• Método de ensaye estándar para determinar la densidad en masa (peso unitario) e índice de huecos en los agregados
MTC E 203 2002	<ul style="list-style-type: none">• Peso unitario y vacíos de los agregados.
NTP 400.017 - 2011	<ul style="list-style-type: none">• AGREGADOS. Metodo de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

OBJETIVO DEL MÉTODO.

- El método se utiliza para determinar el Peso Unitario del material estéril.
- Determinar la relación masa/volumen para posibles conversiones, que posteriormente puede afectar la capacidad, ya que se tendrá el peso unitario seco.
- Calculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del material estéril a partir de este método de peso unitario.

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

a. BALANZA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

b. BARRA COMPACTADORA.

Debe ser de acero de 16 mm (5/8”) de diámetro y aproximadamente 60cm de longitud y terminada en punta semiesférica.

c. RECIPIENTE DE MEDIDA.

Debe de ser cilíndrico, metálico, con fondo firme y parejo; con precisión en sus dimensiones interiores y rígido.

Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso esta será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.

El borde superior sebera ser pulido y plano dentro de 0.25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá de ser pulida y continua.

d. PALA DE MANO.

Un cucharon que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

- a.** *Según la norma NTP 400.010.*
- b.** *La muestra del ensayo será mayor a la cantidad requerida para llenar el recipiente. Secar el material estéril en un horno a 110°C +/- 5°C.*

RECOMENDACIÓN.

- *Tomar las medidas del proctor metálico, donde se realizaran los ensayos.*
- *Tarar los proctor en la balanza antes de realizar los ensayos.*

DETERMINACION DEL PESO SUELTO.

PROCEDIMIENTO.

- d. Llene el recipiente con la pala de manera paciente y uniforme.
- e. Haga rebosar el material estéril y con la barra úsela como regla para eliminar el material sobrante.
- f. Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

CALCULOS Y RESULTADOS.

Cálculo del volumen del proctor.

$$V = \left(\frac{(\pi \times D^2)}{4} \right) \times H$$

DATOS DEL RECIPIENTE				
Volumen interno = 0.00914 m³				
Diámetro	20.03	cm	0.200	m
Altura	29	cm	0.290	m

Tabla 3.33. Resultados del volumen del proctor.

Calcular el peso unitario suelto.

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del material estéril en kg/m³.
- **B**= Peso del recipiente de medida más el material estéril en kg.
- **C**= Peso del recipiente de medida en kg.
- **V**= Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO SUELTO DEL MATERIAL ESTERIL

Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	16.72	4.819	11.897	0.00914	1301.930
2	16.39	4.819	11.559	0.00914	1264.941
3	16.45	4.819	11.631	0.00914	1272.821
Promedio					1279.898

Tabla 3.34. Resultados de Peso Unitario del Material Estéril.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MATERIAL ESTERIL.

PROCEDIMIENTO DE APISONADO.

- a. Se procede a llenar la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano.
- b. Se apisona la primera capa del agregado con la barra compactadora, realizando 25 GOLPES, distribuidos uniformemente sobre la superficie.
- c. Se procede a llenar hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 GOLPES.

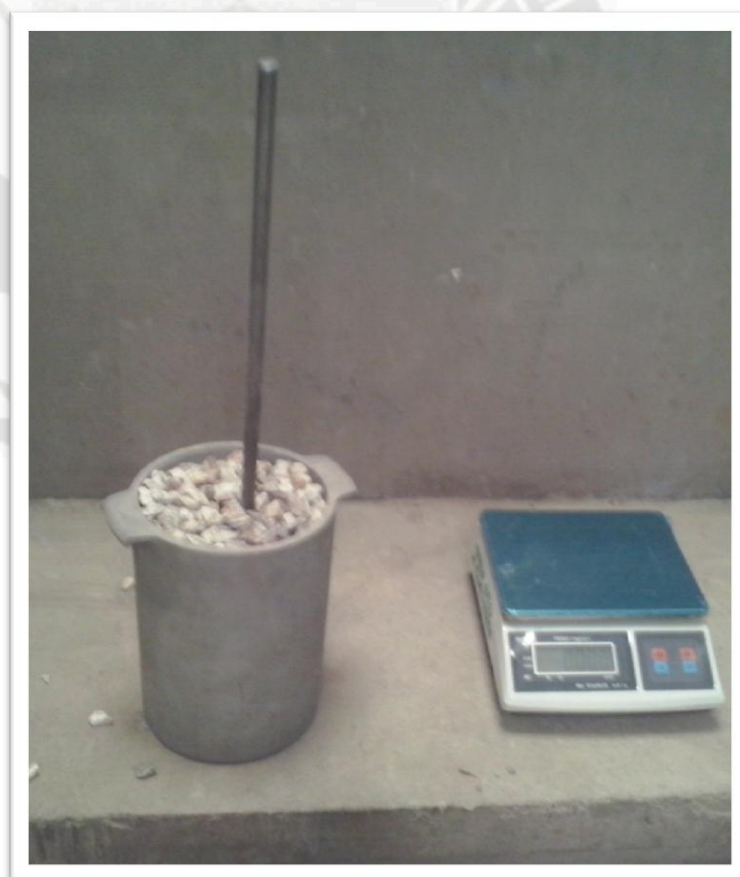


Figura 3.28. Procedimiento: Dar 25 golpes con la barra de metal.

- d. Finalmente, se llena por completo el recipiente hasta que este rebose, y de nuevo se compacta con 25 GOLPES, el material estéril sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.
- e. Determine el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente solo.

RECOMENDACIONES.

- Al compactar la primera capa procure que la barra no golpee el fondo con fuerza.
- Para la compactación de las siguientes capas, emplee la fuerza necesaria para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.

CALCULOS Y RESULTADOS.

Cálculo del volumen del proctor.

$$V = \left(\frac{(\pi \times D^2)}{4} \right) \times H$$

DATOS DEL RECIPIENTE				
Volumen interno = 0.00914 m³				
Diámetro	20.03	Cm	0.200	m
Altura	29	Cm	0.290	m

Tabla 3.35. Resultados del volumen del proctor.

Calcular el peso unitario compactado:

$$A = \frac{(B - C)}{V}$$

DONDE:

- **A** = Peso unitario del material estéril en kg/m³.
- **B**= Peso del recipiente de medida más el material estéril en kg.
- **C**= Peso del recipiente de medida en kg.
- **V**= Volumen de la medida en m³.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL MATERIAL ESTERIL

Muestra	Peso olla + muestra(kg) (1)	Olla (kg) (2)	Peso muestra (kg) (1-2)=(3)	Volumen olla(m ³) (4)	P.U. varillado (kgf/m ³)
1	17.73	4.819	12.911	0.00914	1412.90
2	17.56	4.819	12.738	0.00914	1393.96
3	17.49	4.819	12.671	0.00914	1386.63
Promedio					1397.83

Tabla 3.36. Resultados de Absorción de Material Estéril.

3.2.4.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL MATERIAL ESTÉRIL.

NORMA TECNICA PERUANA.

ASTM C 127	<ul style="list-style-type: none">• <i>Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Gruesos.</i>
MTC E 206-2000	<ul style="list-style-type: none">• <i>Peso específico y absorción de los agregados.</i>
NTP 400.011:1996	<ul style="list-style-type: none">• <i>AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones.</i>
NTP 400.010:1976	<ul style="list-style-type: none">• <i>AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.</i>
NTP 400.021:1979	<ul style="list-style-type: none">• <i>AGREGADOS. Método de ensayo para la determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso.</i>
NTP 400.022:1979	<ul style="list-style-type: none">• <i>AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el pesos específico y la absorción del agregado fino.</i>

OBJETIVO DEL METODO.

- *Determinar el peso del material estéril por unidad de volumen sin considerar sus vacíos.*
- *Aplicar este método para determinar el peso específico seco, peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de material estéril.*
- *Gracias a este podemos usar estos valores en el cálculo y corrección de diseño de mezclas, y también el control de uniformidad de sus características físicas.*

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

h. BALANZA ELECTRÓNICA.

Esta debe de tener una precisión de 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.

i. BALANZA HIDROSTÁTICA.

j. CANASTILLA METÁLICA.

k. BANDEJAS METÁLICAS.

Se utilizara para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

l. FRANELA.

Con esta se secura el material hasta que tenga apariencia superficialmente seca.

m. ESTUFA.

Se utilizara para poner a la muestra con una superficie superficialmente seca (SSS).

n. PALA DE MANO.

Un cucharon que tenga la capacidad para llenar el recipiente.

PREPARACION DE LA MUESTRA.

c. *Seleccionar muestra aproximadamente 2 kg, procedente del cuarteo.*

d. *Dejar reposando 24 Horas. (material estéril).*



Figura 3.29. Cuarteo del material estéril.

PROCEDIMIENTO.

- g. Vaciar la muestra en una bandeja y dejar secar por unos minutos.*
- h. Secar el material estéril con la franela para obtener una apariencia superficialmente seca.*
- i. Pesar la muestra.*
- j. Luego coloque la muestra en la canasta de alambre y determine su peso sumergido en el agua.*
- k. Retire el material estéril mojado en una bandeja y métele al horno por 24 horas para así obtener el peso seco.*
- l. Retire la muestra del horno y proceda a pesar.*

GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL O NOMINAL.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material permeable entre la

masa en el aire, en un volumen de agua libre de gas, volumen correspondiente a la parte sólida del material.

$$\text{Gravedad específica normal o nominal} = \frac{(A)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECIFICA NOMINAL						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmalla da (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm³)
1	2394	2489.2	2332.7	939.5	1393.2	2.392

Tabla 3.37. Resultados de Gravedad específica Nominal.

GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE O RELATIVA.

Es la relación que se concluye, con una temperatura constante, teniendo una masa en el aire de volumen unitario de un material entre la masa en el aire, en una densidad de una volumen de agua libre de gas.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(A)}{(A - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/ cm ³)
1	2394	2489.2	2332.7	939.5	1393.2	2.184

Tabla 3.38. Resultados de Gravedad Específica Nominal.

GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA.

Se define con la misma concepción del peso específico de masa, pero se le adiciona el agua en los poros permeables.

$$\text{Gravedad específica aparente o relativa} = \frac{(B)}{(B - C)}$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA						
Muestra	Peso en el aire de la muestra seca (g)	Peso Agr. Fino S.S.S. (g)	Peso sumergido de la olla + muestra (g)	Peso de la olla enmallaada (g)	Peso sumergido de la muestra (g)	G.E. Nominal (g/cm ³)
1	2394	2489.2	2332.7	939.5	1393.2	2.271

Tabla 3.39. Resultados de Gravedad Específica Saturada.

ABSORCIÓN.

La absorción, su impermeabilidad y absorción influyen en las propiedades como la adherencia entre el agregado y los materiales cementicios. La densidad aparente de los agregados depende también de la porosidad y como consecuencia se ve afectado el rendimiento.

$$\text{Absorción} = \frac{(B - A)}{(A)} \times 100$$

DONDE:

- **A** = Peso en el aire de la muestra seca, en gramos.
- **B** = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.
- **C** = Peso sumergido de la muestra, en gramos.

ABSORCION DEL MATERIAL ESTERIL

MUESTRA	PESO MUESTRA S.S.S. (g)	PESO MUESTRA SECA (g)	ABSORCIÓN
1	2489.2	2380.301	4.575

Tabla 3.40. Resultados de Absorción de Material Estéril.

3.2.4.5. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y AL DESGASTE DEL MATERIAL ESTERIL.

NORMAS TÉCNICAS.

ASTM C 131.	• Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine (Método de prueba estándar para resistencia a la degradación de tamaño pequeño del agregado grueso por abrasión e impacto en la Máquina de Los Angeles)
AASHTO T 96.	• Standard Method of Test for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine (Método Estándar de prueba para la resistencia a la degradación de tamaño pequeño grueso)
MTC E 207 - 2000	• Abrasion los angeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 1/2")
NTP 400.019 - 2002	• Resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la Máquina de Los Angeles, Método de ensayo para, (ASTM C 131)

OBJETIVOS DEL METODO.

- Determinar la resistencia de desgaste de los agregados gruesos y materiales estériles empleando la máquina de Los Ángeles.
- Realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos y materiales estériles hasta 37.5 mm (1 ½”).

ELEMENTOS DE LABORATORIO.

- f. BALANZA ELECTRÓNICA.

Permita la determinación del peso con aproximación de 1 gr.

g. TAMICES.

$\frac{3}{4}$ ”, $\frac{1}{2}$ ”, $\frac{3}{8}$ ” y el #12 (1.70 mm).

h. HORNO.

Fuente de calor capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

i. BANDEJAS.

j. MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.

Máquina de Los Ángeles. Consiste en un cilindro hueco de acero con una longitud interior de 508 ± 5 mm (20 ± 0.2 ”), y un diámetro interior de 711 ± 5 mm (28 ± 0.2 ”). Este cilindro lleva sus extremos cerrados y en el centro de cada extremo un eje que no penetra en su interior, quedando un cilindro montado en posición horizontal alrededor de este eje. Este está provisto de una abertura, para introducir la muestra, la abertura se cierra por medio de una tapa con empaquetadura para impedir la salida del polvo fijado por medio de pernos.



Figura 3.30. Máquina de los ángeles.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO.

GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO							
PASA TAMIZ		RETENIDO EN TAMIZ		PESOS Y GRANULOMETRIAS DE LA MUESTRA PARA ENSAYO (g)			
mm	Pulg.	mm	Pulg.	A	B	C	D
37.5	1 ½	-25	1	1250±10			
25	1	-19	¾	1250±10			
19	¾	-12.5	½	1250±10	2500±10		
12.5	½	-9.5	3/8	1250±10	2500±10		
9.5	3/8	-6.3	¼			2500±10	
6.3	1 ¼	-4.75	Nro. 4			2500±10	
4.75	Nro. 4	-2.36	Nro. 8				5000±10
TOTALES				5000±10	2500±10	5000±10	5000±10

Tabla 3.41. Tabla de la Granulometría de la muestra de Agregado para Ensayo.

- La carga abrasiva consiste en esferas de acero de un diámetro de 46.38 mm (1 13/16”) y 47.63 mm (1 7/8”) y un peso comprendido entre 390 g y 445 g. La carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo A, B, C o D, según la siguiente tabla.

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO	NUMERO DE ESFERAS	PESO TOTAL
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Tabla 3.42. Tabla que indica el número de esferas deberá contener el ensayo.

PROCEDIMIENTO.

- i. Según la tabla de arriba al ser nuestros tamaños nominales máximos de ¾”.*
- j. Se debe usar los tamices de ¾”, ½” y de 3/8”.*
- k. Para el ensayo se toman los retenidos de ½” y 3/8” de 2.5 kg cada uno.*
- l. La muestra se coloca en la Maquina de los Ángeles a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm, el número total de vueltas es de 500, y al ser de tipo B se procedió a colocar 11 esferas.*
- m. Luego se realiza una separación preliminar de la muestra ensayada en el tamiz nro. 12.*
- n. Se realiza un lavado para extraer el polvillo fino.*
- o. Se coloca en el horno por 24 horas.*
- p. La muestra seca se extrae del horno y de pesa.*

CÁLCULOS Y RESULTADOS.

El porcentaje de desgaste en los agregados se logra mediante la siguiente formula:

$$\% \text{Desgaste} = \frac{W_i - W_f}{W_i} * 100$$

DONDE:

- W_i = Peso inicial de la muestra (g)
- W_s = Peso de la muestra seca (g)

ABRACION DE MATERIAL ESTERIL			
MUESTRA	PESO MUESTRA (g)	PESO SECO (g)	ABRASIÓN %
#1	5000	3140	37.2

Tabla 3.43. Tabla de los resultados de la abrasión de material estéril.

% Desgaste = 37.2 %

3.2.5. AGUA.

El agua en la mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- ◆ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ◆ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- ◆ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaCHCO ₃)	1000	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO ₄)	600	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl)	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	ppm	Máximo

Tabla 3.44. Tabla de los indicadores del agua.

OBTENCION DEL pH DEL AGUA DEL CURADO.

PROCEDIMIENTO.

- Tomar una muestra del agua en la que se está curando las probetas.
- Tomar un papel tornasol para medir el pH del agua.



Figura 3.31. Procedimiento: Papel tornasol y la muestra.

- Introducir el papel tornasol por unos segundos.
- Comparar el papel tornasol con las escalas dadas.

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS


	CEMENTO	AGUA	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	MATERIAL ESTERIL
					
TMN	-	-		3/4 “	3/4 “
PESO ESPECIFICO	2.82 g/cm ³	1 g/cm ³	2.52 g/cm ³	2.35 g/cm ³	2.18 g/cm ³
ABSORCION	-	-	1.76 %	1.174 %	4.575 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	-	-	0.71 %	0.74 %	0.636 %
MODULO DE FINEZA	-	-	2.94	7.45	8.99
PESO SECO COMPACTADO	-	-	1.68 g/cm ³	1.67g/cm ³	1.28g/cm ³
PESO SECO SUELTO	-	-	1.56 g/cm ³	1.57g/cm ³	1.40 g/cm ³
DESGASTE	-	-	-	18.6%	37.2%
IMPUREZAS ORGANICAS	-	-	No contiene	No contiene	No contiene

Tabla 3.45. Tabla de los resultados de las propiedades de los agregados.

3.3. DISEÑOS DE MEZCLAS CON MATERIAL DE CANTERA Y ESTERIL.

ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL CONCRETO.

Elementos activos: Cemento + Arena + Piedra + Aditivos.

Elementos pasivos: Aire.

Proporciones en volumen:

- ◆ Aditivo: 0.1 % a 0.2%
- ◆ Aire: 1% a 3 %
- ◆ Cementos: 7% a 15 %
- ◆ Agua: 15 % a 22 %
- ◆ Agregados: 60 % a 75 %

3.3.1. DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO DEL ACI 211.

El procedimiento para el diseño según ACI – 211.

PASO 1: Selección de la resistencia requerida f'_{cr} .

$$f'_{cr} = f'_c + \text{factor de seguridad}$$

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'_{cr})			
<210 Kg/cm ²	$f_c+70=$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	$f_c+84=$	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	$f_c+98=$	98	kg/cm ²

Tabla 3.46. Tabla para hallar la resistencia promedio requerida.

PASO 2: Selección del asentamiento, según el tipo de estructura.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MAXIMO	SLUMP MINIMO
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3”	1”
Cimentaciones simples y calzaduras	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas	4”	1”
Muros y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Tabla 3.47. Tabla de asentamientos recomendados para estructuras.

PASO 3: Selección del TMN del agregado (el agregado grueso deberá tener un perfil angular o semi angular, duras, compactas, resistentes y de textura rugosa)

Se debe tomar en cuenta que el TMN:

- a. 1/5 de la menor dimensión ante caras de encofrados.
- b. 1/3 de peralte de las losas.
- c. 3/4 del espacio libre mínimo entre las barreras o alambres individualizados de refuerzo, paquetes de barras, torones.

PASO 4: Seleccionar el contenido de agua y el contenido de aire atrapado.

ASENTAMIENTO (1" min)	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
Concreto sin aire								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	--

Tabla 3.48. Volumen de agua por m³ agua litros / m³ para TMN de agregados y consistencia indicada.

PASO 5: Seleccionar la relación agua /cemento sea por resistencia a compresión.

f'c (kgf / cm ²)	RELACION AGUA /CEMENTO EN PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
280	0.57	0.48
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
420	0.41	
450	0.38	

Tabla 3.49. Relación A/C por resistencia, para f'cr.

Interpolando se obtiene la relación a/c para las siguientes resistencias:

RESISTENCIAS	RELACION DE A/C SIN AIRE INCORPORADO
175 kgf / cm ²	0.63
210 kgf / cm ²	0.56
280 kgf / cm ²	0.47

Tabla 3.50. Relación de A/C sin aire incorporado.

PASO 6: Obteniendo la relación agua cemento, se obtiene el contenido del cemento, y esta se divide por 42.5 para obtener el número de bolsas de cemento por metro cubico de concreto.

$$\# \text{ N}^\circ \text{ de Bolsas de Cemento} = \left(\frac{\text{Agua}}{\text{Relacion } \frac{a}{c}} \right) \times 42.5$$

PASO 7: Se procede a ver el módulo de fineza del agregado grueso y el TMN, si el valor del módulo de fineza no se encuentra en la tabla se debe de interpolar para encontrar el valor adecuado.

TMN del agregado grueso	Módulo de fineza de agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Tabla 3.51. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

El factor hallado representaría el 100 % de agregado grueso entonces se debe multiplicar por cada porcentaje de reemplazo que se realizó.

PASO 8: Cálculo del volumen del agregado fino:

- a. Calcular el volumen absoluto de todos los componentes del diseño, que conforman un metro cubico.

EJEMPLO.

Materiales	Peso Seco Kg/ m³	Peso específico	Volumen	Unidad
Cemento	327	2.82	0.12	m³
Agua	205	1	0.21	m³
Aire	0.02	--	0.02	m³
Agregado grueso	911.5892307	2.345560872	0.39	m³
Material estéril	84.70851962	2.184306569	0.04	m³
		Total	0.768	m³

Volumen abs. Agregado fino	0.232 m³
Peso agregado fino	583.7 Kg/ m³

PASO 9: Ajustes por humedad del agregado.

- *Calculo del peso en estado seco del agregado fino.*
- *Presentación del diseño en estado seco.*
- *Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.*
- *Presentación del diseño en estado húmedo.*

EJEMPLO.

CORRECCIÓN POR HUMEDAD

PESO HÚMEDO

<i>Agregado fino</i>	593.867	kg/ m ³
<i>Agregado grueso</i>	927.4539219	kg/ m ³
<i>Material estéril</i>	86.17905952	kg/ m ³

HUMEDAD SUPERFICIAL

<i>Agregado fino</i>	-0.014	%
<i>Agregado grueso</i>	0.566262617	%
<i>Material estéril</i>	-2.839	%

APORTE DE HUMEDAD

<i>Agregado fino</i>	-0.081714685	lt/ m ³
<i>Agregado grueso</i>	5.161989035	lt/ m ³
<i>Material estéril</i>	-2.404874872	lt/ m ³
	2.68	lt/ m ³

AGUA EFECTIVA

<i>Agua efectiva</i>	202.325	lt/ m ³
----------------------	---------	--------------------

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

<i>Cemento</i>	<i>327</i>	<i>kg/ m³</i>
<i>Agua efectiva</i>	<i>203.00</i>	<i>lt/ m³</i>
<i>Agregado fino</i>	<i>594</i>	<i>kg/ m³</i>
<i>Agregado grueso</i>	<i>928</i>	<i>kg/ m³</i>
<i>Material estéril</i>	<i>87</i>	<i>kg/ m³</i>

PASO 10: Pesos por tanda por una bolsa de 42.5 kg.

EJEMPLO.

Material	Pesos	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	26.38	lt/bls
Agregado fino	77.20	kg/bls
Agregado grueso	120.6	kg/bls
Material estéril	11.3	kg/bls

DISEÑO DE MEZCLAS MÉTODO DEL ACI 211.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
0% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/cm ²
f'cr	245		kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	294		kg/cm ²
A/C	0.63		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.63		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento	327		kg/ m ³
	7.69		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.606		
Material estéril	0		
PESOS			
Agregado grueso	1012.877		kg/ m ³
Material estéril	0		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			

MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN	
Cemento	326	2.82	0.12	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	1012.877	2.346	0.43	m ³
Material estéril	0	2.184	0.00	m ³
TOTAL			0.773	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.227	m ³	
Peso agregado fino		573.1	kg/ m ³	
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)			
Cemento	326	kg/ m ³		
Agua	205	lt/ m ³		
Agregado fino	573	kg/ m ³		
Agregado grueso	1013	kg/ m ³		
Material estéril	0	kg/ m ³		
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		577.177	kg/ m ³	
Agregado grueso		1020.376	kg/ m ³	
Material estéril		0	kg/ m ³	
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047	%	
Agregado grueso		-0.434	%	
Material estéril		-3.939	%	
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-5.993	lt/ m ³	
Agregado grueso		-4.393	lt/ m ³	
Material estéril		0	lt/ m ³	
Sumatoria		-10.39	lt/ m ³	
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		215.39	lt/ m ³	
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)			
Cemento	326.43	kg/ m ³		
Agua efectiva	215.39	lt/ m ³		
Agregado fino	577.18	kg/ m ³		
Agregado grueso	1020.38	kg/ m ³		
Material estéril	0	kg/ m ³		
Nueva relación A/c		0.660		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)			

Cemento	1	
Agregado fino	1.76	
Agregado grueso	3.13	
Material estéril	0.00	
Agua efectiva	28.04	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	28.04	lt/bls
Agregado fino	75.15	kg/bls
Agregado grueso	132.8	kg/bls
Material estéril	0.0	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	577.18	Kg/m ³
Agr. Grueso	1020.38	Kg/m ³
Material estéril	0.00	Kg/m ³
Agua	215.39	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	23.5	Kg.
Agr. Grueso	41.6	Kg.
Material estéril	0.0	Kg.
Agua	8.8	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
20% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70		kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84		kg/cm ²
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98		kg/cm ²
f'cr		245		kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN			3/4	
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas		2"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua		205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire		2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr		294		kg/cm ²
A/C			0.63	
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C		0.63		
Vol. Agua		205		lt/ m ³
Cemento		327		kg/ m ³
		7.69		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza		2.94		
TMN		3/4		
Factor Agregado Grueso		0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso		0.61		
Agregado grueso		0.4848		
Material estéril		0.1212		
PESOS				
Agregado grueso		810.302		kg/ m ³
Material estéril		169.417		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	326	2.82	0.12	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³

Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	810.302	2.346	0.35	m ³
Material estéril	169.417	2.184	0.08	m ³
TOTAL			0.764	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.236		m ³
Peso agregado fino		595.3		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		595		kg/ m ³
Agregado grueso		810		kg/ m ³
Material estéril		169.417		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCIÓN POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		599.013		kg/ m ³
Agregado grueso		816.300		kg/ m ³
Material estéril		170.495		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-6.225		lt/ m ³
Agregado grueso		-3.515		lt/ m ³
Material estéril		-6.673		lt/ m ³
Sumatoria		-16.41		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		221.41		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326.43		kg/ m ³
Agua efectiva		221.42		lt/ m ³
Agregado fino		599.52		kg/ m ³
Agregado grueso		816.30		kg/ m ³
Material estéril		170.49		kg/ m ³
Nueva relación A/c		0.678		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		1		
Agregado fino		1.84		
Agregado grueso		2.50		
Material estéril		0.52		

Agua efectiva	28.83	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES TANDA POR BOLSA		
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	28.85	lt/bls
Agregado fino	78.05	kg/bls
Agregado grueso	106.3	kg/bls
Material estéril	22.2	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES PESO (kg/ m³)		
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	599.52	Kg/m ³
Agr. Grueso	816.30	Kg/m ³
Material estéril	170.49	Kg/m ³
Agua	221.42	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES PESO (kg)		
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	24.5	Kg.
Agr. Grueso	33.3	Kg.
Material estéril	7.0	Kg.
Agua	9.0	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
40% Material estéril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70	kg/cm ²	
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84	kg/cm ²	
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98	kg/cm ²	
f'cr	245		kg/cm ²	
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN	3/4			
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas	2"	4"		
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua	205	(lt/m ³)		
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire	2	%		
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr	294	kg/cm ²		
A/C	0.63			
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C	0.63			
Vol. Agua	205	lt/m ³		
Cemento	327	kg/m ³		
	7.69	bls/m ³		
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza	2.94			
TMN	3/4			
Factor Agregado Grueso	0.61			
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTÉRIL				
Factor Agregado grueso	0.61			
Agregado grueso	0.3636			
Material estéril	0.2424			
PESOS				
Agregado grueso	607.726	kg/m ³		
Material estéril	338.834	kg/m ³		
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	326	2.82	0.12	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³

Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	607.726	2.346	0.26	m ³
Material estéril	338.834	2.184	0.16	m ³
TOTAL			0.755	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.245		m ³
Peso agregado fino		617.5		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		617		kg/ m ³
Agregado grueso		608		kg/ m ³
Material estéril		338.834		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		621.358		kg/ m ³
Agregado grueso		612.225		kg/ m ³
Material estéril		340.989		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-6.463		lt/ m ³
Agregado grueso		-2.636		lt/ m ³
Material estéril		-13.347		lt/ m ³
Sumatoria		-22.45		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		227.45		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326.43		kg/ m ³
Agua efectiva		227.45		lt/ m ³
Agregado fino		621.87		kg/ m ³
Agregado grueso		612.33		kg/ m ³
Material estéril		340.99		kg/ m ³
Nueva relación A/c		0.697		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		1		
Agregado fino		1.91		
Agregado grueso		1.88		
Material estéril		1.04		

Agua efectiva	29.61	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES TANDA POR BOLSA		
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	29.61	lt/bls
Agregado fino	80.96	kg/bls
Agregado grueso	79.7	kg/bls
Material estéril	44.4	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES PESO (kg/ m³)		
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	621.87	Kg/m ³
Agr. Grueso	612.23	Kg/m ³
Material estéril	340.99	Kg/m ³
Agua	227.45	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES PESO (kg)		
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	25.4	Kg.
Agr. Grueso	25.0	Kg.
Material estéril	13.9	Kg.
Agua	9.3	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
60% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70	kg/cm ²	
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84	kg/cm ²	
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98	kg/cm ²	
f'cr	245		kg/cm ²	
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN	3/4			
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas	2"	4"		
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua	205	(lt/m ³)		
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire	2	%		
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr	294	kg/cm ²		
A/C	0.63			
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C	0.63			
Vol. Agua	205	lt/m ³		
Cemento	327	kg/m ³		
	7.69	bls/m ³		
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza	2.94			
TMN	3/4			
Factor Agregado Grueso	0.61			
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso	0.61			
Agregado grueso	0.2424			
Material estéril	0.3636			
PESOS				
Agregado grueso	405.151	kg/m ³		
Material estéril	508.251	kg/m ³		
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	326	2.82	0.12	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³

Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	405.151	2.346	0.17	m ³
Material estéril	508.251	2.184	0.23	m ³
TOTAL			0.746	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.254		m ³
Peso agregado fino		639.7		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		640		kg/ m ³
Agregado grueso		405		kg/ m ³
Material estéril		508.251		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		644.214		kg/ m ³
Agregado grueso		408.150		kg/ m ³
Material estéril		511.484		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-6.695		lt/ m ³
Agregado grueso		-1.757		lt/ m ³
Material estéril		-20.020		lt/ m ³
Sumatoria		-28.47		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		233.47		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326		kg/ m ³
Agua efectiva		233.47		lt/ m ³
Agregado fino		644.21		kg/ m ³
Agregado grueso		408.15		kg/ m ³
Material estéril		511.48		kg/ m ³
Nueva relación A/c		0.715		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		1		
Agregado fino		1.97		
Agregado grueso		1.25		
Material estéril		1.57		

Agua efectiva	30.40	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES TANDA POR BOLSA		
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	30.40	lt/bls
Agregado fino	83.87	kg/bls
Agregado grueso	53.1	kg/bls
Material estéril	66.6	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES PESO (kg/ m³)		
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	644.21	Kg/m ³
Agr. Grueso	408.15	Kg/m ³
Material estéril	511.48	Kg/m ³
Agua	233.47	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES PESO (kg)		
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	26.3	Kg.
Agr. Grueso	16.7	Kg.
Material estéril	20.9	Kg.
Agua	9.5	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
80% Material estéril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²	
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/cm ²	
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/cm ²	
f'cr	245		kg/cm ²	
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN	3/4			
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas	2"	4"		
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua	205	(lt/m ³)		
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire	2	%		
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr	294	kg/cm ²		
A/C	0.63			
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C	0.63			
Vol. Agua	205	lt/ m ³		
Cemento	327	kg/ m ³		
	7.69	bls/ m ³		
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza	2.94			
TMN	3/4			
Factor Agregado Grueso	0.61			
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso	0.61			
Agregado grueso	0.1212			
Material estéril	0.4848			
PESOS				
Agregado grueso	202.575	kg/ m ³		
Material estéril	677.668	kg/ m ³		
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	326	2.82	0.12	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³

Agregado grueso	202.575	2.346	0.09	m ³
Material estéril	677.668	2.184	0.31	m ³
TOTAL			0.737	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.262		m ³
Peso agregado fino		661.3		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		662		kg/ m ³
Agregado grueso		203		kg/ m ³
Material estéril		677.668		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		666.559		kg/ m ³
Agregado grueso		204.075		kg/ m ³
Material estéril		681.978		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-6.927		lt/ m ³
Agregado grueso		-0.879		lt/ m ³
Material estéril		-26.693		lt/ m ³
Sumatoria		-34.50		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		239.50		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		326.43		kg/ m ³
Agua efectiva		239.50		lt/ m ³
Agregado fino		666.56		kg/ m ³
Agregado grueso		204.08		kg/ m ³
Material estéril		681.98		kg/ m ³
Nueva relación A/c		0.734		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		1		
Agregado fino		2.04		
Agregado grueso		0.63		
Material estéril		2.09		
Agua efectiva		31.18		

PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	31.18	lt/bls
Agregado fino	86.78	kg/bls
Agregado grueso	26.6	kg/bls
Material estéril	88.8	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	666.56	Kg/m ³
Agr. Grueso	204.98	Kg/m ³
Material estéril	681.98	Kg/m ³
Agua	239.50	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	27.2	Kg.
Agr. Grueso	8.3	Kg.
Material estéril	27.8	Kg.
Agua	9.8	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 175 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
100% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84	kg/ cm ²

>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/ cm ²
f'cr	245		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	294	kg/ cm ²	
A/C	0.63		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.63		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento	327	kg/ m ³	
	7.69	bls/ m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0		
Material estéril	0.606		
PESOS			
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	847.085	kg/ m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	326	2.82	0.12 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	0	2.346	0.00 m ³
Material estéril	847.085	2.184	0.39 m ³
TOTAL			0.729 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.271		m ³
Peso agregado fino	684.0		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)		

Cemento	326	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	684	kg/ m ³
Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	847.085	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	688.394	kg/ m ³
Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	852.473	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-7.154	lt/ m ³
Agregado grueso	0	lt/ m ³
Material estéril	-33.367	lt/ m ³
Sumatoria	-40.53	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	245.53	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	326.43	kg/ m ³
Agua efectiva	245.53	lt/ m ³
Agregado fino	688.90	kg/ m ³
Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	852.47	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.752	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	2.11	
Agregado grueso	0.00	
Material estéril	2.61	
Agua efectiva	31.97	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	31.97	lt/bls
Agregado fino	89.69	kg/bls
Agregado grueso	0.0	kg/bls
Material estéril	111.0	kg/bls

PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	326.43	Kg/m ³
Agr. Fino	689.90	Kg/m ³
Agr. Grueso	0.00	Kg/m ³
Material estéril	852.47	Kg/m ³
Agua	245.53	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
<i>Diámetro</i>	0.15	m
<i>Altura</i>	0.3	m
<i>Volumen</i>	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
<i>Núm. de Probetas</i>	7	
<i>Volumen total (nro. probe*volumen)</i>	0.0371	m ³
<i>Vol. + 10% desperdicio</i>	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	13.3	Kg.
Agr. Fino	28.1	Kg.
Agr. Grueso	0.0	Kg.
Material estéril	34.8	Kg.
Agua	10.0	Lt.

TABLA RESUMEN DE DISEÑOS DE MEZCLAS f'c: 210 kgf/cm²

Diseño de mezclas Método comité ACI							
f'c= 175 kgf/cm²							
f'cr=245 kgf/cm²							
Materiales	Unidad	0%		5%		10%	
Cemento	Kg/m ³	326.433	1.0	326.433	1.0	326.433	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	577.177	1.8	582.764	1.8	588.350	1.8
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	1020.376	3.1	969.357	3.0	918.338	2.8
Material Estéril	Kg/m ³	0.000	0.0	42.624	0.1	85.247	0.3
Agua	litros/m ³	215.392	28.0	216.898	28.2	218.405	28.4
Materiales	Unidad	15%		20%		40%	
Cemento	Kg/m ³	326.433	1.0	326.433	1.0	326.433	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	593.936	1.8	599.523	1.8	621.868	1.9
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	867.319	2.7	816.300	2.5	612.225	1.9
Material Estéril	Kg/m ³	127.871	0.4	170.495	0.5	340.989	1.0
Agua	litros/m ³	219.912	28.6	221.418	28.8	227.445	29.6
Materiales	Unidad	60%		80%		100%	
Cemento	Kg/m ³	326.433	1.0	326.433	1.0	326.433	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	644.214	2.0	666.559	2.0	688.904	2.1
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	408.150	1.3	204.075	0.6	0.000	0.0
Material Estéril	Kg/m ³	511.484	1.6	681.978	2.1	852.473	2.6
Agua	litros/m ³	233.472	30.4	239.499	31.2	245.526	32.0

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
0% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98	kg/ cm ²
f'cr	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		

PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas		2"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua		205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire		2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr		294		kg/cm ²
A/C		0.56		
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C		0.56		
Vol. Agua		205		lt/ m ³
Cemento		368		kg/ m ³
		8.64		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza		2.94		
TMN		3/4		
Factor Agregado Grueso		0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso		0.61		
Agregado grueso		0.606		
Material estéril		0		
PESOS				
Agregado grueso		1012.877		kg/ m ³
Material estéril		0		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	367.12	2.82	0.13	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	1012.877	2.346	0.43	m ³
Material estéril	0	2.184	0.00	m ³
TOTAL			0.787	m3
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.213		m ³
Peso agregado fino		536.7		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
Cemento		367.12		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		536.73		kg/ m ³
Agregado grueso		1012.88		kg/ m ³
Material estéril		0		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				

PESO HUMEDO		
Agregado fino	540.559	kg/ m ³
Agregado grueso	1020.376	kg/ m ³
Material estéril	0	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.618	lt/ m ³
Agregado grueso	-4.393	lt/ m ³
Material estéril	0	lt/ m ³
Sumatoria	-10.01	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	215.01	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	367	kg/ m ³
Agua efectiva	215.011	lt/ m ³
Agregado fino	541	kg/ m ³
Agregado grueso	1020.376	kg/ m ³
Material estéril	0	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.586	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.47	
Agregado grueso	2.78	
Material estéril	0.00	
Agua efectiva	24.89	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	24.89	lt/bls
Agregado fino	62.58	kg/bls
Agregado grueso	118.1	kg/bls
Material estéril	0.0	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	540.56	Kg/m ³
Agr. Grueso	1020.38	Kg/m ³

Material estéril	0.00	Kg/m ³
Agua	215.01	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	22.1	Kg.
Agr. Grueso	41.6	Kg.
Material estéril	0.0	Kg.
Agua	8.8	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
20% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm²	fc+70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm²	fc+84=	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm²	fc+98=	98	kg/ cm ²
f'cr	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	294	kg/ cm ²	
A/C	0.56		

PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C		0.56		
Vol. Agua		205		lt/ m ³
Cemento		368		kg/ m ³
		8.66		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza			2.94	
TMN			3/4	
Factor Agregado Grueso			0.61	
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso			0.61	
Agregado grueso			0.485	
Material estéril			0.121	
PESOS				
Agregado grueso		810.302		kg/ m ³
Material estéril		169.417		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	367	2.82	0.13	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	810.302	2.346	0.35	m ³
Material estéril	169.417	2.184	0.08	m ³
TOTAL			0.778	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.222		m ³
Peso agregado fino		558.9		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
Cemento		367		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		559		kg/ m ³
Agregado grueso		810		kg/ m ³
Material estéril		169.417		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		562.905		kg/ m ³
Agregado grueso		816.300		kg/ m ³
Material estéril		170.495		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				

Agregado fino	-5.850	lt/ m ³
Agregado grueso	-3.515	lt/ m ³
Material estéril	-6.673	lt/ m ³
Sumatoria	-16.04	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	221.04	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367	kg/ m ³
Agua efectiva	221.04	lt/ m ³
Agregado fino	562.9	kg/ m ³
Agregado grueso	816.3	kg/ m ³
Material estéril	170.49	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.602	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.53	
Agregado grueso	2.22	
Material estéril	0.46	
Agua efectiva	25.59	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	25.59	lt/bls
Agregado fino	65.17	kg/bls
Agregado grueso	94.5	kg/bls
Material estéril	19.7	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	562.90	Kg/m ³
Agr. Grueso	816.30	Kg/m ³
Material estéril	170.49	Kg/m ³
Agua	221.04	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	

Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	23.0	Kg.
Agr. Grueso	33.3	Kg.
Material estéril	7.0	Kg.
Agua	9.0	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
40% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/ cm ²
f'cr	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	294	kg/ cm ²	
A/C	0.56		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.56		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento	368	kg/ m ³	
	8.66	bls/ m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.610		

Agregado grueso				0.364
Material estéril				0.242
PESOS				
Agregado grueso		607.726		kg/ m ³
Material estéril		338.834		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECIFICO		VOLUMEN
Cemento	367	2.82	0.13	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	607.726	2.346	0.26	m ³
Material estéril	338.834	2.184	0.16	m ³
TOTAL			0.769	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.231		m ³
Peso agregado fino		581.1		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		367		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		581		kg/ m ³
Agregado grueso		608		kg/ m ³
Material estéril		338.834		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		585.250		kg/ m ³
Agregado grueso		612.225		kg/ m ³
Material estéril		340.989		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-6.082		lt/ m ³
Agregado grueso		-2.636		lt/ m ³
Material estéril		-13.3467		lt/ m ³
Sumatoria		-22.060		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		227.06		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		367.12		kg/ m ³
Agua efectiva		227.06		lt/ m ³

Agregado fino	585.25	kg/ m ³
Agregado grueso	612	kg/ m ³
Material estéril	340	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.619	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.59	
Agregado grueso	1.67	
Material estéril	0.93	
Agua efectiva	26.29	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	26.29	lt/bls
Agregado fino	67.75	kg/bls
Agregado grueso	70.9	kg/bls
Material estéril	39.5	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	585.25	Kg/m ³
Agr. Grueso	612.23	Kg/m ³
Material estéril	340.99	Kg/m ³
Agua	227.06	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	23.9	Kg.
Agr. Grueso	25.0	Kg.
Material estéril	13.9	Kg.
Agua	9.3	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
60% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70		kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84		kg/ cm ²
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98		kg/ cm ²
f'cr		294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN				3/4
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas		2"		4"
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua		205		(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire		2		%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr		294		kg/ cm ²
A/C			0.56	
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C		0.56		
Vol. Agua		205		lt/ m ³
Cemento		368		kg/ m ³
		8.66		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza				2.94
TMN				3/4
Factor Agregado Grueso				0.61
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso				0.61
Agregado grueso				0.242
Material estéril				0.364
PESOS				
Agregado grueso		405.151		kg/ m ³
Material estéril		508.251		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	367	2.82	0.13	m ³

Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	405.151	2.346	0.17	m ³
Material estéril	508.251	2.184	0.23	m ³
TOTAL			0.761	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino	0.239		m ³	
Peso agregado fino	603.3		kg/ m ³	
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento	367		kg/ m ³	
Agua	205		lt/ m ³	
Agregado fino	603		kg/ m ³	
Agregado grueso	405		kg/ m ³	
Material estéril	508.251		kg/ m ³	
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino	607.595		kg/ m ³	
Agregado grueso	408.150		kg/ m ³	
Material estéril	511.484		kg/ m ³	
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino	-1.047		%	
Agregado grueso	-0.434		%	
Material estéril	-3.939		%	
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino	-6.314		lt/ m ³	
Agregado grueso	-1.757		lt/ m ³	
Material estéril	-20.020		lt/ m ³	
Sumatoria	-28.09		lt/ m ³	
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva	233.09		lt/ m ³	
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento	367		kg/ m ³	
Agua efectiva	233.09		lt/ m ³	
Agregado fino	607.60		kg/ m ³	
Agregado grueso	408.15		kg/ m ³	
Material estéril	511.48		kg/ m ³	
Nueva relación A/c	0.635			
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento	1			
Agregado fino	1.66			
Agregado grueso	1.11			

Material estéril		1.39
Agua efectiva		26.98
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.50	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.50	kg/bls
Agua efectiva	26.98	lt/bls
Agregado fino	70.34	kg/bls
Agregado grueso	47.20	kg/bls
Material estéril	59.20	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	607.60	Kg/m ³
Agr. Grueso	408.15	Kg/m ³
Material estéril	511.48	Kg/m ³
Agua	233.09	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	24.8	Kg.
Agr. Grueso	16.7	Kg.
Material estéril	20.9	Kg.
Agua	9.5	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
80% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)

<210 Kg/cm ²	$f_c+70=$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	$f_c+84=$	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	$f_c+98=$	98	kg/cm ²
f'_{cr}	294		kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'_{cr}	294	kg/cm ²	
A/C	0.56		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.56		
Vol. Agua	205	lt/m ³	
Cemento	368	kg/m ³	
	8.66	bls/m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.121		
Material estéril	0.485		
PESOS			
Agregado grueso	202.575	kg/m ³	
Material estéril	677.668	kg/m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/m³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	367	2.82	0.13 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	202.575	2.346	0.09 m ³
Material estéril	677.668	2.184	0.31 m ³
TOTAL			0.752 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.248		m ³
Peso agregado fino	625.5		kg/m ³

PASO 11: VALORES DE DISEÑO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	625	kg/ m ³
Agregado grueso	203	kg/ m ³
Material estéril	677.668	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	629.941	kg/ m ³
Agregado grueso	204.075	kg/ m ³
Material estéril	681.978	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-6.546	lt/ m ³
Agregado grueso	-0.879	lt/ m ³
Material estéril	-26.693	lt/ m ³
Sumatoria	-34.120	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	239.12	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367	kg/ m ³
Agua efectiva	239.12	lt/ m ³
Agregado fino	629.12	kg/ m ³
Agregado grueso	204.08	kg/ m ³
Material estéril	681.98	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.651	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.72	
Agregado grueso	0.56	
Material estéril	1.86	
Agua efectiva	27.68	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	27.68	lt/bls
Agregado fino	72.93	kg/bls

Agregado grueso	23.6	kg/bls
Material estéril	78.9	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	629.94	Kg/m ³
Agr. Grueso	204.08	Kg/m ³
Material estéril	681.98	Kg/m ³
Agua	239.12	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	25.7	Kg.
Agr. Grueso	8.3	Kg.
Material estéril	27.8	Kg.
Agua	9.8	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 210 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
100% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/ cm ²
f'cr	294		kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			

Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	294	kg/cm ²	
A/C	0.56		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.56		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento	368	kg/ m ³	
	8.66	bls/ m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0		
Material estéril	0.606		
PESOS			
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	847.085	kg/ m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN
Cemento	367	2.82	0.13 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	0	2.346	0.00 m ³
Material estéril	847.085	2.184	0.39 m ³
TOTAL			0.743 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.00	m ³	
Peso agregado fino	0.39	kg/ m ³	
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)		
Cemento	368	kg/ m ³	
Agua	205	lt/ m ³	
Agregado fino	648	kg/ m ³	
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	847.085	kg/ m ³	
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD			
PESO HUMEDO			
Agregado fino	652.286	kg/ m ³	

Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	852.473	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-6.771	lt/ m ³
Agregado grueso	0	lt/ m ³
Material estéril	-33.367	lt/ m ³
Sumatoria	-40.15	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	245.15	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	kg/ m ³
Agua efectiva	245.15	lt/ m ³
Agregado fino	652.29	kg/ m ³
Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	852.47	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.668	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.78	
Agregado grueso	0.00	
Material estéril	2.32	
Agua efectiva	28.38	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	28.38	lt/bls
Agregado fino	75.51	kg/bls
Agregado grueso	0.0	kg/bls
Material estéril	98.7	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	367.12	Kg/m ³
Agr. Fino	652.29	Kg/m ³
Agr. Grueso	0.00	Kg/m ³
Material estéril	852.47	Kg/m ³
Agua	245.15	lt/m ³

Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	15.0	Kg.
Agr. Fino	26.6	Kg.
Agr. Grueso	0.0	Kg.
Material estéril	34.8	Kg.
Agua	10.0	Lt.

TABLA RESUMEN DE DISEÑOS DE MEZCLAS f'c: 210 kgf/cm²

Diseño de mezclas Método comité ACI							
f'c= 210 kgf/cm ²							
f'cr=294 kgf/cm ²							
Materiales	Unidad	0%		5%		10%	
Cemento	Kg/m ³	367.120	1.0	367.120	1.0	367.120	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	540.559	1.5	546.146	1.5	551.732	1.5
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	1020.376	2.8	969.357	2.6	918.338	2.5
Material Estéril	Kg/m ³	0.000	0.0	42.624	0.1	85.247	0.2
Agua	litros/m ³	215.011	24.9	216.518	25.1	218.024	25.2
Materiales	Unidad	15%		20%		40%	
Cemento	Kg/m ³	367.120	1.0	367.120	1.0	367.120	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	557.318	1.5	562.905	1.5	585.250	1.6
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	867.319	2.4	816.300	2.2	612.225	1.7
Material Estéril	Kg/m ³	127.871	0.3	170.495	0.5	340.989	0.9
Agua	litros/m ³	219.531	25.4	221.038	25.6	227.065	26.3
Materiales	Unidad	60%		80%		100%	
Cemento	Kg/m ³	367.120	1.0	367.120	1.0	367.120	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	607.595	1.7	629.941	1.7	652.286	1.8
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	408.150	1.1	204.075	0.6	0.000	0.0
Material Estéril	Kg/m ³	511.484	1.4	681.978	1.9	852.473	2.3
Agua	litros/m ³	233.092	27.0	239.119	27.7	245.146	28.4

RESISTENCIA
f'c = 280 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
0% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/cm ²
f'cr	364		kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	364	kg/cm ²	
A/C	0.466		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.47		
Vol. Agua	205	lt/ m ³	
Cemento	440	kg/ m ³	
	10.35	bls/ m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.606		
Material estéril	0		
PESOS			
Agregado grueso	1012.877	kg/ m ³	
Material estéril	0	kg/ m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN

Cemento	440	2.82	0.16	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³
Agregado grueso	1012.877	2.346	0.43	m ³
Material estéril	0	2.184	0.00	m ³
TOTAL			0.813	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.187		m ³
Peso agregado fino		471.7		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento	440			kg/ m ³
Agua	205			lt/ m ³
Agregado fino	472			kg/ m ³
Agregado grueso	1013			kg/ m ³
Material estéril	0			kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		474.045		kg/ m ³
Agregado grueso		1020.376		kg/ m ³
Material estéril		0		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-4.936		lt/ m ³
Agregado grueso		-4.393		lt/ m ³
Material estéril		0		lt/ m ³
Sumatoria		-9.33		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		214.33		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento	439.90			kg/ m ³
Agua efectiva	214.33			lt/ m ³
Agregado fino	475.05			kg/ m ³
Agregado grueso	1020.38			kg/ m ³
Material estéril	0			kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.487			
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES	PESO (kg/ m³)			
Cemento		1		
Agregado fino		1.08		

Agregado grueso	2.32	
Material estéril	0.00	
Agua efectiva	20.71	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	20.71	lt/bls
Agregado fino	45.89	kg/bls
Agregado grueso	98.6	kg/bls
Material estéril	0.0	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	475.05	Kg/m ³
Agr. Grueso	1020.38	Kg/m ³
Material estéril	0.00	Kg/m ³
Agua	214.33	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.
Agr. Fino	19.4	Kg.
Agr. Grueso	41.6	Kg.
Material estéril	0.0	Kg.
Agua	8.7	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 280 kg/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
20% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)				
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²	
210-350 Kg/cm ²	fc+84=	84	kg/cm ²	
>350Kg/cm ²	fc+98=	98	kg/cm ²	
f'cr	364		kg/cm ²	
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN				
TMN	3/4			
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO				
Columnas	2"	4"		
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA				
Volumen de agua	205	(lt/m ³)		
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE				
Contenido de aire	2	%		
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA				
Para f'cr	364	kg/cm ²		
A/C	0.466			
PASO 7: FACTOR CEMENTO				
A/C	0.47			
Vol. Agua	205	lt/m ³		
Cemento	440	kg/m ³		
	10.35	bls/m ³		
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO				
Módulo de fineza	2.94			
TMN	3/4			
Factor Agregado Grueso	0.61			
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL				
Factor Agregado grueso	0.61			
Agregado grueso	0.4848			
Material estéril	0.1212			
PESOS				
Agregado grueso	810.302	kg/m ³		
Material estéril	169.417	kg/m ³		
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
MATERIALES	PESO (kg/m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN	
Cemento	440	2.82	0613	m ³
Agua	205	1	0.21	m ³
Aire	0.02	--	0.02	m ³

Agregado grueso	810.302	2.346	0.35	m ³
Material estéril	169.417	2.184	0.08	m ³
TOTAL			0.804	m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO				
Volumen abs. Agregado fino		0.196		m ³
Peso agregado fino		493.9		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		440		kg/ m ³
Agua		205		lt/ m ³
Agregado fino		494		kg/ m ³
Agregado grueso		810		kg/ m ³
Material estéril		169.417		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD				
PESO HUMEDO				
Agregado fino		497.314		kg/ m ³
Agregado grueso		816.300		kg/ m ³
Material estéril		170.495		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL				
Agregado fino		-1.047		%
Agregado grueso		-0.434		%
Material estéril		-3.939		%
APORTE DE HUMEDAD				
Agregado fino		-5.169		lt/ m ³
Agregado grueso		-3.515		lt/ m ³
Material estéril		-6.673		lt/ m ³
Sumatoria		-15.36		lt/ m ³
AGUA EFECTIVA				
Agua efectiva		220.36		lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		439.9		kg/ m ³
Agua efectiva		220.36		lt/ m ³
Agregado fino		497.39		kg/ m ³
Agregado grueso		816.30		kg/ m ³
Material estéril		170.49		kg/ m ³
Nueva relación A/c		0.501		
PASO 13: PROPORCION EN PESO				
MATERIALES		PESO (kg/ m³)		
Cemento		1		
Agregado fino		1.13		
Agregado grueso		1.86		
Material estéril		0.39		
Agua efectiva		21.29		

PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	21.29	lt/bls
Agregado fino	48.05	kg/bls
Agregado grueso	78.9	kg/bls
Material estéril	16.5	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	497.39	Kg/m ³
Agr. Grueso	816.30	Kg/m ³
Material estéril	170.49	Kg/m ³
Agua	220.36	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.
Agr. Fino	20.3	Kg.
Agr. Grueso	33.3	Kg.
Material estéril	7.0	Kg.
Agua	9.0	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 280 kgf/ cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
40% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	fc+70=	70	kg/cm ²

210-350 Kg/cm ²	$f_{c+84} =$	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	$f_{c+98} =$	98	kg/cm ²
f'_{cr}	364		kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN	3/4		
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'_{cr}	364	kg/cm ²	
A/C	0.466		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.47		
Vol. Agua	205	lt/m ³	
Cemento	440	kg/m ³	
	10.35	bls/m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.3636		
Material estéril	0.2424		
PESOS			
Agregado grueso	607.726	kg/m ³	
Material estéril	338.834	kg/m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	440	2.82	0.16 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	607.726	2.346	0.26 m ³
Material estéril	338.834	2.184	0.16 m ³
TOTAL			0.795 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.205		m ³
Peso agregado fino	516.1		kg/m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			

MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	440	kg/ m ³
Agua	205	lt/ m ³
Agregado fino	516	kg/ m ³
Agregado grueso	608	kg/ m ³
Material estéril	338.834	kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD		
PESO HUMEDO		
Agregado fino	519.659	kg/ m ³
Agregado grueso	612.225	kg/ m ³
Material estéril	340.989	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.401	lt/ m ³
Agregado grueso	-2.636	lt/ m ³
Material estéril	-13.347	lt/ m ³
Sumatoria	-21.38	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	226.38	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua efectiva	226.38	lt/ m ³
Agregado fino	519.74	kg/ m ³
Agregado grueso	612.23	kg/ m ³
Material estéril	340.99	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.515	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.18	
Agregado grueso	1.39	
Material estéril	0.78	
Agua efectiva	21.87	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	21.87	lt/bls
Agregado fino	50.21	kg/bls
Agregado grueso	59.2	kg/bls

Material estéril	32.9	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	519.74	Kg/m ³
Agr. Grueso	612.23	Kg/m ³
Material estéril	340.99	Kg/m ³
Agua	226.38	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.
Agr. Fino	21.2	Kg.
Agr. Grueso	25.0	Kg.
Material estéril	13.9	Kg.
Agua	9.2	Lt.

RESISTENCIA
 $f'c = 280 \text{ kgf/ cm}^2$

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
60% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	$f_c+70=$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	$f_c+84=$	84	kg/ cm ²
>350Kg/cm ²	$f_c+98=$	98	kg/ cm ²
f'cr		364	kg/ cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			

Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua	205	(lt/m ³)	
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire	2	%	
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr	364	kg/cm ²	
A/C	0.466		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.47		
Vol. Agua	205	lt/m ³	
Cemento	440	kg/m ³	
	10.35	bls/m ³	
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.2424		
Material estéril	0.3636		
PESOS			
Agregado grueso	405.151	kg/m ³	
Material estéril	508.251	kg/m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/m ³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	440	2.82	0.16 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	405.151	2.346	0.17 m ³
Material estéril	508.251	2.184	0.23 m ³
TOTAL			0.786 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.214	m ³	
Peso agregado fino	538.2	kg/m ³	
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			
MATERIALES	PESO (kg/m ³)		
Cemento	440	kg/m ³	
Agua	205	lt/m ³	
Agregado fino	538	kg/m ³	
Agregado grueso	405	kg/m ³	
Material estéril	508.251	kg/m ³	
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD			

PESO HUMEDO		
Agregado fino	542.082	kg/ m ³
Agregado grueso	408.150	kg/ m ³
Material estéril	511.484	kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL		
Agregado fino	-1.047	%
Agregado grueso	-0.434	%
Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.633	lt/ m ³
Agregado grueso	-1.757	lt/ m ³
Material estéril	-20.020	lt/ m ³
Sumatoria	-27.41	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	232.41	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua efectiva	232.41	lt/ m ³
Agregado fino	542.08	kg/ m ³
Agregado grueso	408.15	kg/ m ³
Material estéril	511.48	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.528	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.23	
Agregado grueso	0.93	
Material estéril	1.16	
Agua efectiva	22.45	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	22.45	lt/bls
Agregado fino	52.37	kg/bls
Agregado grueso	39.4	kg/bls
Material estéril	49.4	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m ³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	542.08	Kg/m ³
Agr. Grueso	408.15	Kg/m ³

Material estéril	511.48	Kg/m ³
Agua	232.41	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.
Agr. Fino	22.1	Kg.
Agr. Grueso	16.7	Kg.
Material estéril	20.9	Kg.
Agua	9.5	Lt.

RESISTENCIA
 $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
80% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	$f_c+70=$	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	$f_c+84=$	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	$f_c+98=$	98	kg/cm ²
$f'cr$		364	kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr		364	kg/cm ²

A/C	0.466		
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C	0.47		
Vol. Agua	205		lt/ m ³
Cemento	440		kg/ m ³
	10.35		bls/ m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza	2.94		
TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0.1212		
Material estéril	0.4848		
PESOS			
Agregado grueso	202.575		kg/ m ³
Material estéril	677.668		kg/ m ³
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	440	2.82	0.16 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	202.575	2.346	0.09 m ³
Material estéril	677.668	2.184	0.31 m ³
TOTAL			0.778 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.222		m ³
Peso agregado fino	560.4		kg/ m ³
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)		
Cemento	440		kg/ m ³
Agua	205		lt/ m ³
Agregado fino	560		kg/ m ³
Agregado grueso	203		kg/ m ³
Material estéril	677.668		kg/ m ³
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD			
PESO HUMEDO			
Agregado fino	564.350		kg/ m ³
Agregado grueso	204.075		kg/ m ³
Material estéril	681.978		kg/ m ³
HUMEDAD SUPERFICIAL			
Agregado fino	-1.047		%
Agregado grueso	-0.434		%

Material estéril	-3.939	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado fino	-5.865	lt/ m ³
Agregado grueso	-0.879	lt/ m ³
Material estéril	-26.693	lt/ m ³
Sumatoria	-33.44	lt/ m ³
AGUA EFECTIVA		
Agua efectiva	238.44	lt/ m ³
PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua efectiva	238.44	lt/ m ³
Agregado fino	564.43	kg/ m ³
Agregado grueso	204.08	kg/ m ³
Material estéril	681.98	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.542	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.28	
Agregado grueso	0.46	
Material estéril	1.55	
Agua efectiva	23.04	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	23.04	lt/bls
Agregado fino	52.53	kg/bls
Agregado grueso	19.7	kg/bls
Material estéril	65.9	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	564.43	Kg/m ³
Agr. Grueso	204.08	Kg/m ³
Material estéril	681.98	Kg/m ³
Agua	238.44	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³

b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.
Agr. Fino	23.0	Kg.
Agr. Grueso	8.3	Kg.
Material estéril	27.8	Kg.
Agua	9.7	Lt.

RESISTENCIA
f'c = 280 kgf/cm²

PORCENTAJE DE REEMPLAZO
100% Material esteril

PASO 1: RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA (f'cr)			
<210 Kg/cm ²	f _c +70=	70	kg/cm ²
210-350 Kg/cm ²	f _c +84=	84	kg/cm ²
>350Kg/cm ²	f _c +98=	98	kg/cm ²
f'cr		364	kg/cm ²
PASO 2: SELECCIÓN DEL TMN			
TMN		3/4	
PASO 3: SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO			
Columnas	2"	4"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		205	(lt/m ³)
PASO 5: CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2	%
PASO 6: RELACION A/C POR RESISTENCIA			
Para f'cr		364	kg/cm ²
A/C		0.466	
PASO 7: FACTOR CEMENTO			
A/C		0.47	
Vol. Agua		205	lt/m ³
Cemento		440	kg/m ³
		10.35	bls/m ³
PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Módulo de fineza		2.94	

TMN	3/4		
Factor Agregado Grueso	0.61		
VARIACION POR PORCENTAJE DE MATERIAL ESTERIL			
Factor Agregado grueso	0.61		
Agregado grueso	0		
Material estéril	0.606		
PESOS			
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	847.085	kg/ m ³	
PASO 9: SUMA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN
Cemento	440	2.82	0.16 m ³
Agua	205	1	0.21 m ³
Aire	0.02	--	0.02 m ³
Agregado grueso	0	2.346	0.00 m ³
Material estéril	847.085	2.184	0.39 m ³
TOTAL			0.769 m³
PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Volumen abs. Agregado fino	0.231	m ³	
Peso agregado fino	582.6	kg/ m ³	
PASO 11: VALORES DE DISEÑO			
MATERIALES	PESO (kg/ m³)		
Cemento	440	kg/ m ³	
Agua	205	lt/ m ³	
Agregado fino	583	kg/ m ³	
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	847.085	kg/ m ³	
PASO 12: CORRECCION POR HUMEDAD			
PESO HUMEDO			
Agregado fino	586.695	kg/ m ³	
Agregado grueso	0	kg/ m ³	
Material estéril	852.473	kg/ m ³	
HUMEDAD SUPERFICIAL			
Agregado fino	-1.047	%	
Agregado grueso	-0.434	%	
Material estéril	-3.939	%	
APORTE DE HUMEDAD			
Agregado fino	-6.097	lt/ m ³	
Agregado grueso	0	lt/ m ³	
Material estéril	-33.367	lt/ m ³	
Sumatoria	-39.46	lt/ m ³	
AGUA EFECTIVA			
Agua efectiva	244.46	lt/ m ³	

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	kg/ m ³
Agua efectiva	244.46	lt/ m ³
Agregado fino	586.77	kg/ m ³
Agregado grueso	0	kg/ m ³
Material estéril	852.47	kg/ m ³
Nueva relación A/c	0.556	
PASO 13: PROPORCION EN PESO		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	1	
Agregado fino	1.33	
Agregado grueso	0.00	
Material estéril	1.94	
Agua efectiva	23.62	
PASO 14: PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA		
1 BLS	42.5	kg
MATERIALES	TANDA POR BOLSA	
Cemento	42.5	kg/bls
Agua efectiva	23.62	lt/bls
Agregado fino	56.69	kg/bls
Agregado grueso	0.0	kg/bls
Material estéril	82.4	kg/bls
PASO 15: Calculando kilos para probetas		
Diseño final por Corrección por Humedad.		
MATERIALES	PESO (kg/ m³)	
Cemento	439.91	Kg/m ³
Agr. Fino	586.77	Kg/m ³
Agr. Grueso	0.00	Kg/m ³
Material estéril	852.47	Kg/m ³
Agua	244.46	lt/m ³
Peso por volumen para vaciado		
a) Volumen de una probeta.		
Diámetro	0.15	m
Altura	0.3	m
Volumen	0.0053	m ³
b) Volumen total del concreto para probetas		
Núm. de Probetas	7	
Volumen total (nro. probe*volumen)	0.0371	m ³
Vol. + 10% desperdicio	0.0408	m ³
c) Calculamos el peso de cada materia en kg.		
MATERIALES	PESO (kg)	
Cemento	17.95	Kg.

Agr. Fino	23.9	Kg.
Agr. Grueso	0.0	Kg.
Material estéril	34.8	Kg.
Agua	10.0	Lt.

TABLA RESUMEN DE DISEÑOS DE MEZCLAS f'c: 280 kgf/cm²

Diseño de mezclas Método comité ACI							
f'c= 280 kgf/cm²							
f'cr=364 kgf/cm²							
Materiales	Unidad	0%		5%		10%	
Cemento	Kg/m ³	439.914	1.0	439.914	1.0	439.914	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	475.045	1.1	480.632	1.1	486.218	1.1
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	1020.376	2.3	969.357	2.2	918.338	2.1
Material Estéril	Kg/m ³	0.000	0.0	42.624	0.1	85.247	0.2
Agua	litros/m ³	214.330	20.7	215.837	20.9	217.344	21.0
Materiales	Unidad	15%		20%		40%	
Cemento	Kg/m ³	439.914	1.0	439.914	1.0	439.914	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	491.804	1.1	497.391	1.1	519.736	1.2
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	867.319	2.0	816.300	1.9	612.225	1.4
Material Estéril	Kg/m ³	127.871	0.3	170.495	0.4	340.989	0.8
Agua	litros/m ³	218.850	21.1	220.357	21.3	226.384	21.9
Materiales	Unidad	60%		80%		100%	
Cemento	Kg/m ³	439.914	1.0	439.914	1.0	439.914	1.0
Agregado Fino	Kg/m ³	542.082	1.2	564.427	1.3	586.772	1.3
Agregado Grueso (La Poderosa)	Kg/m ³	408.150	0.9	204.075	0.5	0.000	0.0
Material Estéril	Kg/m ³	511.484	1.2	681.978	1.6	852.473	1.9
Agua	litros/m ³	232.411	22.5	238.438	23.0	244.465	23.6

Resultados y Análisis de los Ensayos del Concreto Estado Fresco y Endurecido.

Capítulo 4



CAPITULO 4: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO.

4.1. SECUENCIA DE LOS ENSAYOS.

4.1.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

4.1.1.1. RESULTADOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL COMITÉ 211 ACI.

Resistencia a la Compresión

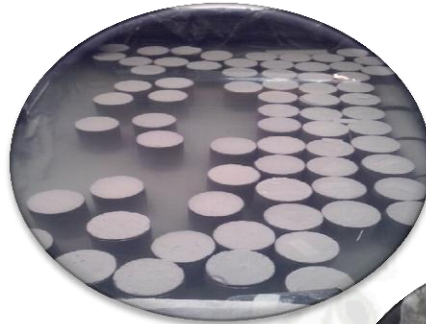
ASTM C31: “Práctica estándar para elaborar y curar probetas”.

ASTM C39: “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL DISEÑO COMTE ACI 211.





RESISTENCIA:

175 kgf/cm²

210 kgf/cm²

CUADRO DE RESULTADOS DE COMPRESION

RESISTENCIA	% REEMPLAZO	MÉTODO	CÁMERA			T.M.M.	CÓDIGO	FECHA		DOSIFICACION					w _c	EDAD (días)	TOMA DE DATOS				LÍNEA		ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm ²)	Verificación	
			AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	MATERIAL ESTÉRIL			VACIADO	ROTURA	CEMENTO	A.FINO	A. GRUESO	MATERIAL ESTÉRIL	AGUA (lts.)			SLUMP (mm)	DIÁMETRO (R)	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO PROMEDIO (cm)	FUERZA (Kg)	ÁREA (cm ²)			MR
175 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	AG100_175_07_4.5e_1	13-abr	20-abr	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66	7 días	4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							AG100_175_07_4.5e_2	13-abr	20-abr	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66		4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME20_175_07_3e_1	13-abr	20-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
	20%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME20_175_07_3e_2	13-abr	20-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68	7 días	3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	si
							ME20_175_14_3e_3	13-abr	20-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
							ME40_175_07_3.5e_1	15-abr	22-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
	40%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME40_175_07_3.5e_2	15-abr	22-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70	7 días	3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME40_175_07_3.5e_2	15-abr	22-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME60_175_07_3.5e_1	15-abr	22-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
	60%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME60_175_07_3.5e_2	15-abr	22-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72	7 días	2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME60_175_07_3.5e_2	15-abr	22-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME80_175_07_4e_1	16-abr	23-abr	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
80%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME80_175_07_4e_2	16-abr	23-abr	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73	7 días	4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	no	
						ME100_175_07_4e_1	13-abr	20-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
						ME100_175_14_4e_3	13-abr	20-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
100%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME100_175_14_4e_2	13-abr	20-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75	7 días	4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	no	
						ME100_175_14_4e_2	13-abr	20-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
						ME100_175_14_4e_2	13-abr	20-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
175 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	AG100_175_14_4.5e_1	13-abr	27-abr	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66	14 días	4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							AG100_175_14_4.5e_2	13-abr	27-abr	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66		4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME20_175_14_3e_1	13-abr	27-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
	20%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME20_175_14_3e_2	13-abr	27-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68	14 días	3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	si
							ME20_175_14_3e_2	13-abr	27-abr	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
							ME40_175_14_3.5e_1	15-abr	29-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
	40%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME40_175_14_3.5e_2	15-abr	29-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70	14 días	3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME40_175_14_3.5e_2	15-abr	29-abr	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME60_175_14_3.5e_1	15-abr	29-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
	60%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME60_175_14_3.5e_2	15-abr	29-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72	14 días	2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME60_175_14_3.5e_2	15-abr	29-abr	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME80_175_14_4e_1	16-abr	30-abr	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
80%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME80_175_14_4e_2	16-abr	30-abr	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73	14 días	4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	no	
						ME100_175_14_4e_1	13-abr	27-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
						ME100_175_14_4e_2	13-abr	27-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
100%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME100_175_14_4e_2	13-abr	27-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75	14 días	4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	no	
						ME100_175_14_4e_2	13-abr	27-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
						ME100_175_14_4e_2	13-abr	27-abr	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
175 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	AG100_175_21_4.5e_1	13-abr	04-may	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66	21 días	4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							AG100_175_21_4.5e_2	13-abr	04-may	1	1.77	3.13	0.00	28.04	0.66		4.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME20_175_21_3e_1	13-abr	04-may	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
	20%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME20_175_21_3e_2	13-abr	04-may	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68	21 días	3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	si
							ME20_175_21_3e_2	13-abr	04-may	1	1.84	2.50	0.52	28.83	0.68		3	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
							ME40_175_21_3.5e_1	15-abr	06-may	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
	40%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME40_175_21_3.5e_2	15-abr	06-may	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70	21 días	3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME40_175_21_3.5e_2	15-abr	06-may	1	1.91	1.88	1.04	29.61	0.70		3.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME60_175_21_3.5e_1	15-abr	06-may	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
	60%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME60_175_21_3.5e_2	15-abr	06-may	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72	21 días	2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	si
							ME60_175_21_3.5e_2	15-abr	06-may	1	1.97	1.25	1.57	30.40	0.72		2.5	6.223	15.925	15.072	27680	178.45	122.50	156.50	
							ME80_175_21_4e_1	16-abr	07-may	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	
80%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	34"	ME80_175_21_4e_2	16-abr	07-may	1	2.04	0.63	2.09	31.18	0.73	21 días	4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75	no	
						ME100_175_21_4e_1	13-abr	04-may	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
						ME100_175_21_4e_2	13-abr	04-may	1	2.11	0	2.61	31.97	0.75		4	6.088	15.454	15.508	31950	188.89	167.03	148.75		
100%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro																					



RESISTENCIA:

210 kgf/cm²

CUADRO DE RESULTADOS DE COMPRESION

Fca. A. GONZALEZ
A. FRO
MATERIAL ESTERIL

210 kg/cm2

La Podolosa
La Podolosa
Carmen de

RESISTENCIA	% REEMPLAZO	MÉTODO	CONTINER		MATERIAL ESTERIL	T.M.A.	CÓDIGO	FECHA				A. GROSERO	MATERIAL ESTERIL	AGUA	K _v	EDAD (días)	TOPÓ DE DATOS							ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm2)	ESFUERZO (kg/cm2)	Verificación	
			AGREGADO GRSERO	AGREGADO FINO				VACIADO	ROTURA	CEMENTO	A. FINO						DAMNITRO (kg)	DAMNITRO (cm)	DAMNITRO (cm)	FUERZA (kgf)	ÁREA (cm2)	Área (mm)	ESFUERZO (kg/cm2)				ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm2)
210 Kgf/cm2	0%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	AG100_210_07_4s_1	07abr	14abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586	7 días	4	5.921	15.166	15.141	30203	180.05	147.00	177.84	173.68	si	
							AG100_210_07_4s_2	07abr	14abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586		4	5.920	15.162	15.180	30660	180.99	147.00	169.51	173.68	si	
	20%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME20_210_07_3s_1	09abr	15abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602	7 días	3	5.915	15.024	15.077	31170	178.94	147.00	174.68	166.22	si	
							ME20_210_07_3s_2	09abr	15abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602		3	5.877	14.829	15.030	28010	177.43	147.00	157.86	166.22	si	
	40%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME40_210_07_4s_1	09abr	15abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619	7 días	4	5.931	15.116	15.141	29420	180.05	147.00	163.40	161.86	si	
							ME40_210_07_4s_2	09abr	15abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619		4	5.949	15.110	15.108	28740	179.27	147.00	160.32	161.86	si	
	60%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME60_210_07_3s_1	10abr	17abr	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635	7 días	3.5	5.950	14.999	15.023	29130	177.25	147.00	164.34	156.75	si	
							ME60_210_07_3s_2	10abr	17abr	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635		3.5	5.941	15.000	15.052	28550	178.20	147.00	149.15	156.75	si	
	80%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME80_210_07_3s_1	10abr	17abr	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651	7 días	3.5	5.929	15.099	15.113	29130	178.20	147.00	150.78	148.12	si	
							ME80_210_07_3s_2	10abr	17abr	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651		3.5	5.924	15.050	15.089	29150	178.33	147.00	163.46	148.12	si	
100%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME100_210_07_4s_1	07abr	14abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668	7 días	4	5.923	15.050	15.063	24600	178.53	147.00	140.03	136.62	no		
						ME100_210_07_4s_2	07abr	14abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668		4	5.941	15.050	15.003	23550	176.77	147.00	133.22	136.62	no		
210 Kgf/cm2	0%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	AG100_210_14_4s_1	07abr	21abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586	14 días	4	5.926	15.140	15.116	38120	178.45	168.00	212.43	209.34	si	
							AG100_210_14_4s_2	07abr	21abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586		4	5.913	15.078	15.170	37280	181.75	168.00	206.26	209.34	si	
	20%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME20_210_14_3s_1	09abr	23abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602	14 días	3	5.927	15.085	15.045	43240	192.24	168.00	224.92	208.22	si	
							ME20_210_14_3s_2	09abr	23abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602		3	5.921	15.066	15.208	34790	191.66	168.00	191.52	208.22	si	
	40%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME40_210_14_4s_1	09abr	23abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619	14 días	4	5.928	15.097	15.070	38850	190.40	168.00	200.88	191.13	si	
							ME40_210_14_4s_2	09abr	23abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619		4	5.924	15.174	15.130	33040	178.84	168.00	178.38	191.13	si	
	60%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME60_210_14_3s_1	10abr	24abr	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635	14 días	3.5	5.954	15.149	15.105	30300	178.21	168.00	178.57	177.32	si	
							ME60_210_14_3s_2	10abr	24abr	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635		3.5	5.914	15.052	15.066	31390	178.27	168.00	178.68	177.32	si	
	80%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME80_210_14_3s_1	10abr	24abr	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651	14 días	3.5	5.928	15.057	15.133	32740	188.00	168.00	182.02	187.56	si	
							ME80_210_14_3s_2	10abr	24abr	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651		3.5	5.959	15.090	15.104	34630	178.18	168.00	193.11	187.56	si	
100%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME100_210_14_4s_1	07abr	21abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668	14 días	4	5.940	15.110	15.154	28550	180.35	168.00	180.30	160.89	no		
						ME100_210_14_4s_2	07abr	21abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668		4	5.928	15.006	15.087	14.838	15.039	29030	177.40	168.00	163.47	160.89	no
210 Kgf/cm2	0%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	AG100_210_21_4s_1	07abr	28abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586	21 días	4	5.923	14.943	15.123	42000	178.63	168.00	233.82	232.36	si	
							AG100_210_21_4s_2	07abr	28abr	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586		4	5.917	15.074	14.888	35390	184.86	168.00	230.90	232.36	si	
	20%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME20_210_21_3s_1	09abr	30abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602	21 días	3	5.927	15.066	15.016	43050	191.62	168.00	224.78	223.19	si	
							ME20_210_21_3s_2	09abr	30abr	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602		3	5.928	15.089	15.038	39390	177.61	168.00	221.61	223.19	si	
	40%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME40_210_21_4s_1	09abr	30abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619	21 días	4	5.925	15.090	15.074	40240	188.05	168.00	213.28	213.67	si	
							ME40_210_21_4s_2	09abr	30abr	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619		4	5.925	15.090	15.074	40240	188.05	168.00	213.28	213.67	si	
	60%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME60_210_21_3s_1	10abr	01may	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635	21 días	3.5	5.919	15.114	14.888	35390	184.86	168.00	214.67	214.02	si	
							ME60_210_21_3s_2	10abr	01may	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635		3.5	5.914	15.052	15.066	38380	178.27	168.00	218.18	214.02	si	
	80%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME80_210_21_3s_1	10abr	01may	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651	21 días	3.5	5.928	15.179	15.052	37000	177.94	168.00	206.44	219.45	si	
							ME80_210_21_3s_2	10abr	01may	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651		3.5	5.928	15.179	14.994	38550	187.27	168.00	230.47	219.45	si	
100%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME100_210_21_4s_1	07abr	28abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668	21 días	4	5.928	15.211	15.174	33660	180.84	168.00	188.08	180.60	no		
						ME100_210_21_4s_2	07abr	28abr	1	1.78	0	2.32	28.38	0.668		4	5.928	15.015	15.018	31020	177.13	168.00	175.12	180.60	no		
210 Kgf/cm2	0%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	AG100_210_28_4s_1	07abr	05may	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586	28 días	4	5.929	15.149	15.104	48880	181.56	210.00	252.75	253.14	si	
							AG100_210_28_4s_2	07abr	05may	1	1.47	2.78	0	24.89	0.586		4	5.911	15.088	15.196	46980	181.35	210.00	253.54	253.14	si	
	20%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME20_210_28_3s_1	09abr	07may	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602	28 días	3	5.927	15.070	15.084	40960	178.09	210.00	240.41	240.89	si	
							ME20_210_28_3s_2	09abr	07may	1	1.53	2.22	0.46	25.59	0.602		3	5.921	15.067	15.066	48920	178.00	210.00	245.97	240.89	si	
	40%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME40_210_28_4s_1	09abr	07may	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619	28 días	4	5.920	15.200	15.116	41610	178.45	210.00	231.88	238.05	si	
							ME40_210_28_4s_2	09abr	07may	1	1.59	1.67	0.93	26.29	0.619		4	5.925	15.075	15.137	43990	178.96	210.00	244.22	238.05	si	
	60%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME60_210_28_3s_1	10abr	08may	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635	28 días	3.5	5.920	15.184	15.173	38720	188.81	210.00	214.15	225.36	si	
							ME60_210_28_3s_2	10abr	08may	1	1.66	1.11	1.39	26.98	0.635		3.5	5.941	15.081	15.015	46390	191.49	210.00	236.56	225.36	si	
	80%	ACI	La podolosa	La podolosa	Claro verde	3"	ME80_210_28_3s_1	10abr	08may	1	1.72	0.56	1.86	27.68	0.651	28 días	3.5	5.921	15.440	15.407	41440	188.61	210.00	219.72	227.60	si	
							ME80_210_28_3s_2	10abr	08may	1	1.72	0.56															



RESISTENCIA:

280 kgf/cm²

CUADRO DE RESULTADOS DE COMPRESION

f_c = 280 kgf/cm²
 A. GRUESO La Poderosa
 A. FINO La Poderosa
 MATERIAL ESTERIL Cerro verde

RESISTENCIA	% REEMPLAZO	MÉTODO	CARRETERA		MATERIAL ESTERIL	T.M.N.	CÓDIGO	FISICA		IDENTIFICACION					w _c	EDAD (días)	FORMA DE BRITOS							Límite	ESFUERZO PROMEDIO (kgf/cm ²)	ESFUERZO PROMEDIO (kgf/cm ²)	Vibración
			AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO				VACIADO	ROTURA	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	MATERIAL ESTERIL	AGUA			SLUMP (mm)	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	FUERZA (Kg)	AREA (cm ²)	Min				
280 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	3"	AG10_280_07.2.56.1	18-abr	23-abr	1.00	1.08	2.32	0.00	20.71	0.487	7 días	2.5	6.00	14.93	15.44	4700	187.34	196.00	250.88	237.17	si	
							AG10_280_07.2.56.2	18-abr	23-abr	1.00	1.13	1.86	0.39	21.29	0.501		2.5	6.12	15.58	15.51	4020	180.29	196.00	223.47			
	ME10_280_07.3.25.1	17-abr	24-abr	1.00	1.18	1.39	0.78	21.87	0.515	3.25	6.56	15.13	15.17	3940	180.84		196.00	182.15	203.70								
	ME10_280_07.3.25.2	17-abr	24-abr	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.13	14.90	3070	176.47		196.00	225.24									
	ME10_280_07.4.1	17-abr	24-abr	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	4	6.82	15.13	15.107	3760	179.24		196.00	211.73	207.09	si							
	ME10_280_07.4.2	17-abr	24-abr	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	4	6.82	15.13	15.187	3670	181.14		196.00	202.44									
	ME10_280_07.2.75.1	20-abr	27-abr	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.13	15.478	15.188	3650		181.17	196.00	203.85	200.51	si						
	ME10_280_07.3.25.2	20-abr	27-abr	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	3.25	6.56	15.13	15.105	15.105	3670		179.03	196.00	199.43								
	ME10_280_07.2.75.2	20-abr	27-abr	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.13	14.968	35670	179.07		196.00	206.24	206.04	si							
	ME100_280_07.3.25.1	21-abr	28-abr	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.001	15.003	33040	176.77		196.00	186.91	173.90	no							
ME100_280_07.3.25.2	21-abr	28-abr	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.050	15.060	28660	178.12	196.00	160.90											
280 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	3"	AG10_280_14.2.56.1	18-abr	30-abr	1.00	1.08	2.32	0.00	20.71	0.487	14 días	2.5	6.00	14.818	15.095	4670	178.97	224.00	260.78	263.38	si	
							AG10_280_14.2.56.2	18-abr	30-abr	1.00	1.13	1.86	0.39	21.29	0.501		2.5	6.12	15.73	15.227	4840	182.11	224.00	255.99			
	ME10_280_14.3.25.1	17-abr	01-may	1.00	1.18	1.39	0.78	21.87	0.515	3.25	6.56	15.093	15.091	4760	178.87		224.00	263.90	240.97	si							
	ME10_280_14.3.25.2	17-abr	01-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.093	15.128	3930	175.75		224.00	218.86									
	ME10_280_14.4.1	17-abr	01-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	4	6.82	15.093	15.079	4070	178.57		224.00	228.25	226.52	si							
	ME10_280_14.4.2	17-abr	01-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	4	6.82	15.093	15.150	4050	180.26		224.00	224.78									
	ME10_280_14.2.75.1	20-abr	04-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.093	15.123	15.551	4210		189.94	224.00	233.81	225.78	si						
	ME10_280_14.3.25.2	20-abr	04-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	3.25	6.56	15.093	15.121	4060	179.84		224.00	227.62									
	ME10_280_14.2.75.2	20-abr	04-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.093	15.023	40710	189.26		224.00	241.52	247.13	si							
	ME100_280_14.3.25.1	21-abr	05-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.103	15.141	3790	180.05		224.00	252.75	208.49	no							
ME100_280_14.3.25.2	21-abr	05-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.113	15.103	3690	179.15	224.00	205.98											
280 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	3"	AG10_280_21.2.56.1	18-abr	07-may	1.00	1.08	2.32	0.00	20.71	0.487	21 días	2.5	6.00	15.739	15.366	5390	185.44	280.00	291.15	294.19	si	
							AG10_280_21.2.56.2	18-abr	07-may	1.00	1.13	1.86	0.39	21.29	0.501		2.5	6.12	15.739	15.293	5450	183.69	280.00	297.23			
	ME10_280_21.3.25.1	17-abr	08-may	1.00	1.18	1.39	0.78	21.87	0.515	3.25	6.56	15.113	15.099	5260	179.06		280.00	294.21	289.86	si							
	ME10_280_21.3.25.2	17-abr	08-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.113	15.166	5160	180.66		280.00	285.52									
	ME10_280_21.4.1	17-abr	08-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	4	6.82	15.113	15.152	5030	180.32		280.00	279.39									
	ME10_280_21.4.2	17-abr	08-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	4	6.82	15.113	15.141	5160	180.05		280.00	287.09									
	ME10_280_21.2.75.1	20-abr	11-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.113	15.148	49210	191.18		280.00	258.93	264.88	no							
	ME10_280_21.3.25.2	20-abr	11-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	3.25	6.56	15.113	15.157	4920	180.44		280.00	272.83									
	ME10_280_21.2.75.2	20-abr	11-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.113	15.089	47560	187.93		280.00	253.68	252.88	no							
	ME10_280_21.3.25.1	21-abr	12-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.113	15.208	4590	181.66		280.00	252.62									
ME100_280_21.3.25.2	21-abr	12-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.139	15.131	4190	179.81	280.00	230.03	231.73	no									
ME100_280_21.3.25.1	21-abr	12-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.148	15.128	4140	179.75	280.00	230.43											
280 Kgf/cm ²	0%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	3"	AG10_280_28.2.56.1	18-abr	14-may	1.00	1.08	2.32	0.00	20.71	0.487	28 días	2.5	6.00	15.850	15.079	6130	178.57	280.00	343.39	337.42	si	
							AG10_280_28.2.56.2	18-abr	14-may	1.00	1.13	1.86	0.39	21.29	0.501		2.5	6.12	15.850	15.227	6390	182.11	280.00	331.45			
	ME10_280_28.3.25.1	17-abr	15-may	1.00	1.18	1.39	0.78	21.87	0.515	3.25	6.56	15.079	15.037	5490	177.58		280.00	309.38	303.61	si							
	ME10_280_28.3.25.2	17-abr	15-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.079	15.146	5630	188.11		280.00	297.85									
	ME10_280_28.4.1	17-abr	15-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	4	6.82	15.079	15.080	5630	177.88		280.00	316.84	286.55	si							
	ME10_280_28.4.2	17-abr	15-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	4	6.82	15.079	15.150	5620	178.68		280.00	256.26									
	ME10_280_28.2.75.1	20-abr	18-may	1.00	1.23	0.93	1.16	22.45	0.528	3.25	6.56	15.079	15.129	15.185	4890		180.38	280.00	271.09	272.40	no						
	ME10_280_28.3.25.2	20-abr	18-may	1.00	1.28	0.46	1.55	23.04	0.542	3.25	6.56	15.079	15.150	15.180	4930		180.26	280.00	273.71								
	ME10_280_28.2.75.2	20-abr	18-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.079	15.126	49370	179.69		280.00	274.75	266.11	no							
	ME10_280_28.3.25.1	21-abr	19-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	2.75	6.56	15.079	15.110	48170	179.33		280.00	257.46									
ME100_280_28.3.25.2	21-abr	19-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.079	15.149	45620	180.23	280.00	253.12	254.33	no									
ME100_280_28.3.25.1	21-abr	19-may	1.00	1.33	0.00	1.94	23.62	0.556	3.25	6.56	15.079	15.103	46780	179.15	280.00	255.65											
280 Kgf/cm ²	5%	ACI	La poderosa	La poderosa	Cerro verde	3"	ME10_280_07.3.01	29-abr	06-may	1.00	1.00	2.20	0.10	20.85	0.491	7 días	3	6.975	15.187	15.019	3950	177.16	196.00	223.18	227.98	si	
							ME10_280_07.3.02	29-abr	06-may	1.00	1.11	2.00	0.19	21.00	0.494		3	6.991	15.471	15.452	4360	187.63	196.00	230.77			
	ME10_280_07.2.75.01	29-abr	06-may	1.00	1.11	2.00	0.19	21.00	0.494	2.75	6.986	15.204	15.207	4920	181.63		196.00	224.75	219.12	si							
	ME10_280_07.2.75.02	29-abr	06-may	1.00	1.12	1.97	0.29	21.14	0.497	2.75	6.933	15.070	15.180	3860	180.99		196.00	213.49									
	ME10_128_07.4.01	29-abr	06-may	1.00	1.12	1.97	0.29	21.14	0.497	4	6.971	15.278	15.279	3860	183.36		196.00	210.63	208.38	si							
	ME10_128_07.4.02	29-abr	06-may	1.00	1.12	1.97	0.29	21.14	0.497	4	6.971	15.550	15.451	3860	187.50		196.00	206.14		</							

4.1.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO.

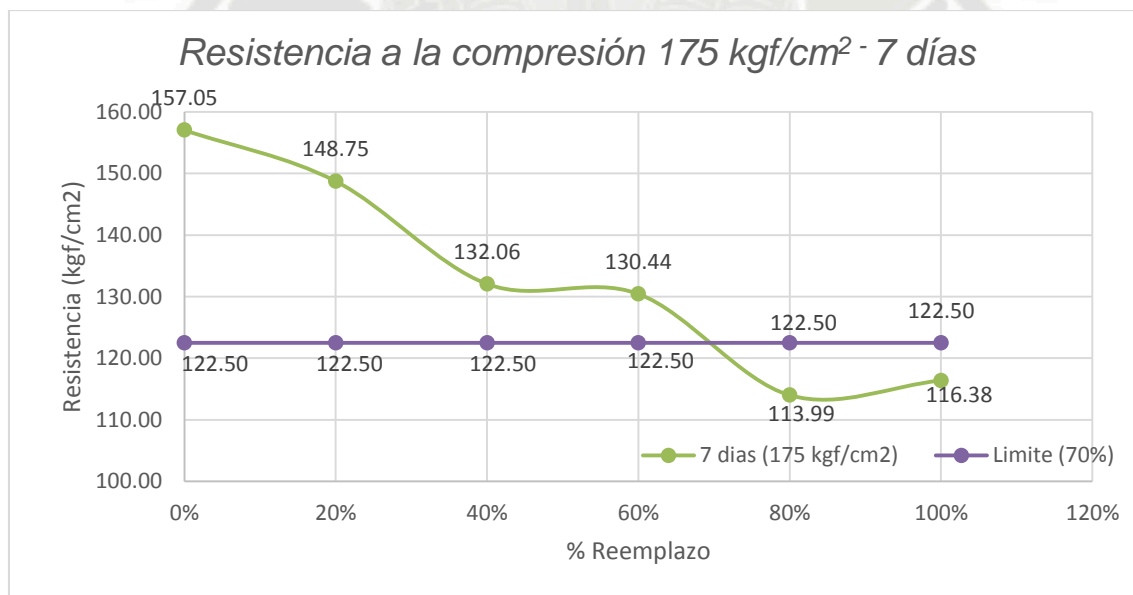
4.1.2.1. ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 175 kgf/cm².

◆ De los diseños según el ACI COMITÉ 211.

Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.

Obteniendo que hasta el 60 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 7 días ya que es del 70% de 175 kgf/cm².

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	7

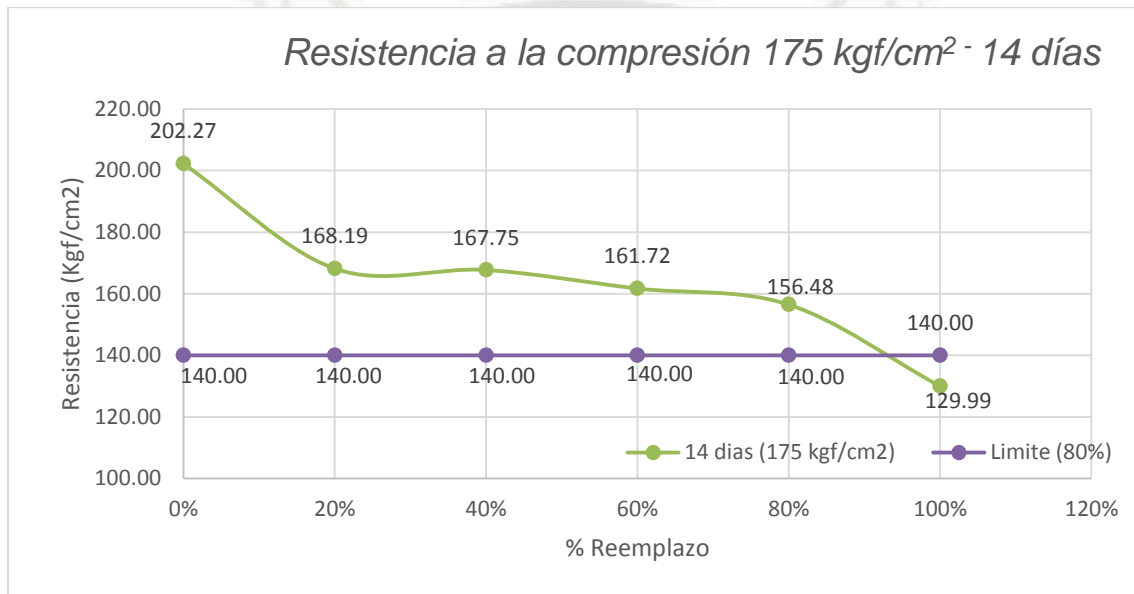


Grafica 4.1. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -7días

◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 14 días ya que es del 80% de 175 kgf/cm².

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	14

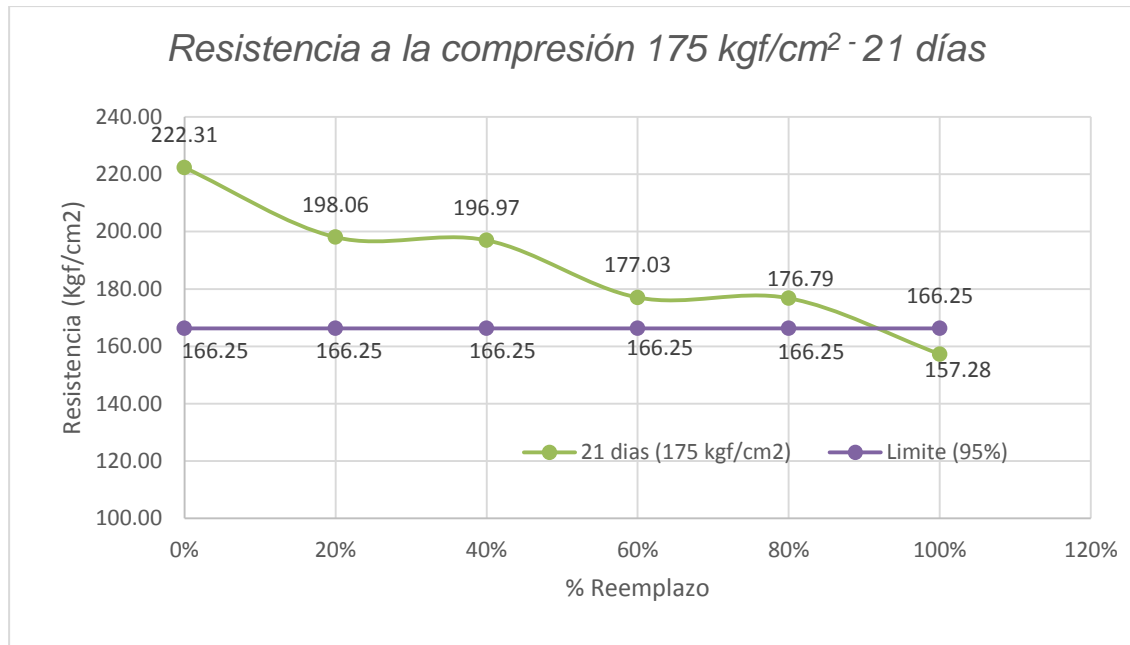


Grafica 4.2. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -14días

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 21 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 21 días ya que es del 95% de 175 kgf/cm².

f'c	175 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	21

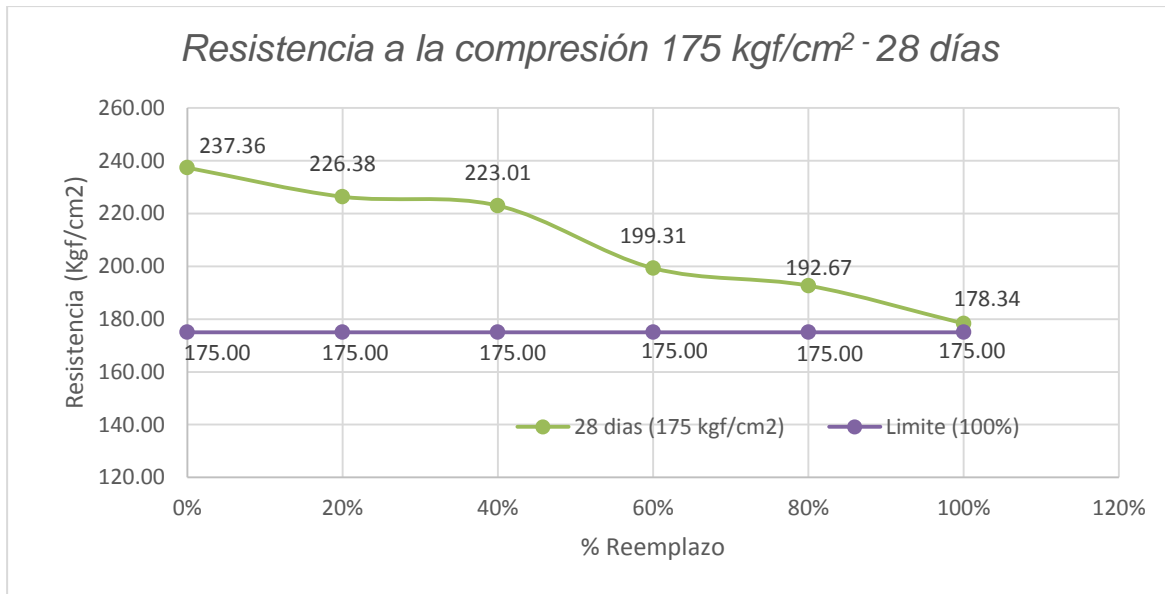


Grafica 4.3: Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -21días

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.

Obteniendo que hasta el 100 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 28 días ya que es del 100% de 175 kgf/cm².

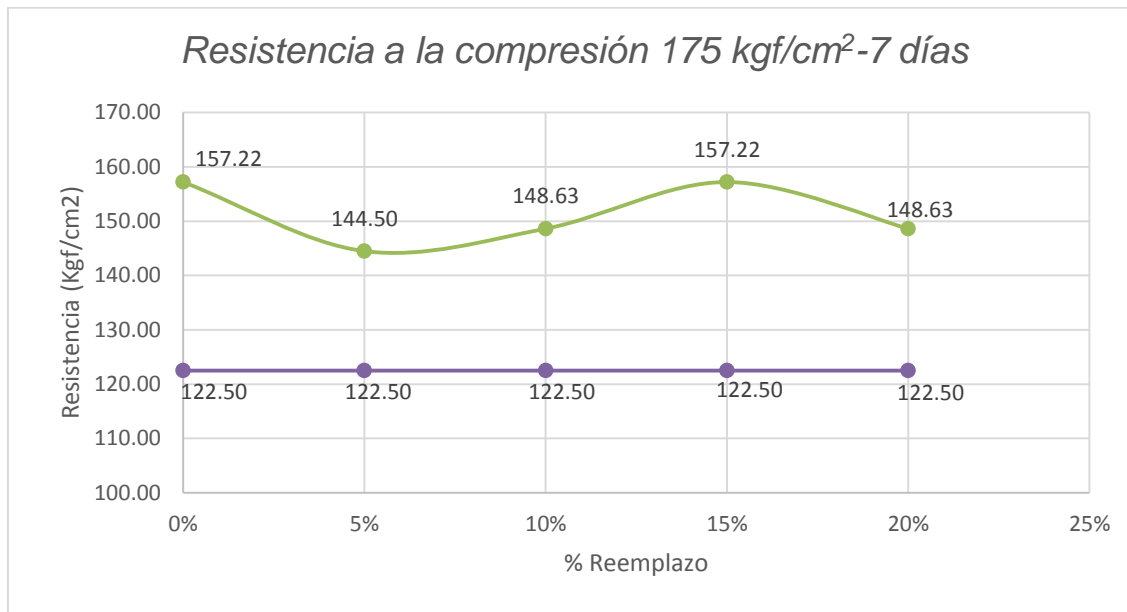
f'c	175 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	28



Grafica 4.4. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -28días.

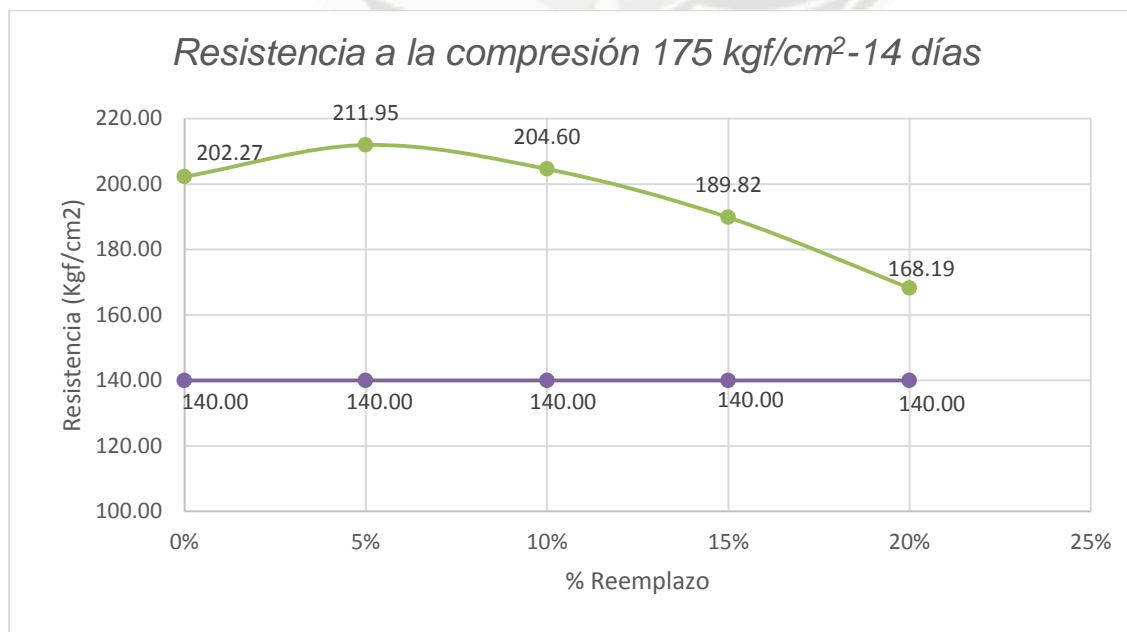
- ◆ Esta grafica toma como referencia el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de porcentaje de reemplazo, se observa que la resistencia al 0 % de reemplazo es de 157.22 kgf/cm² a los 7 días y las resistencias al 5%, 10%, 15% y 20 % son relativamente parecidas a las de 0% de reemplazo. Esta observación se mantiene a los 14, 21 y 28 días de rotura.

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	7



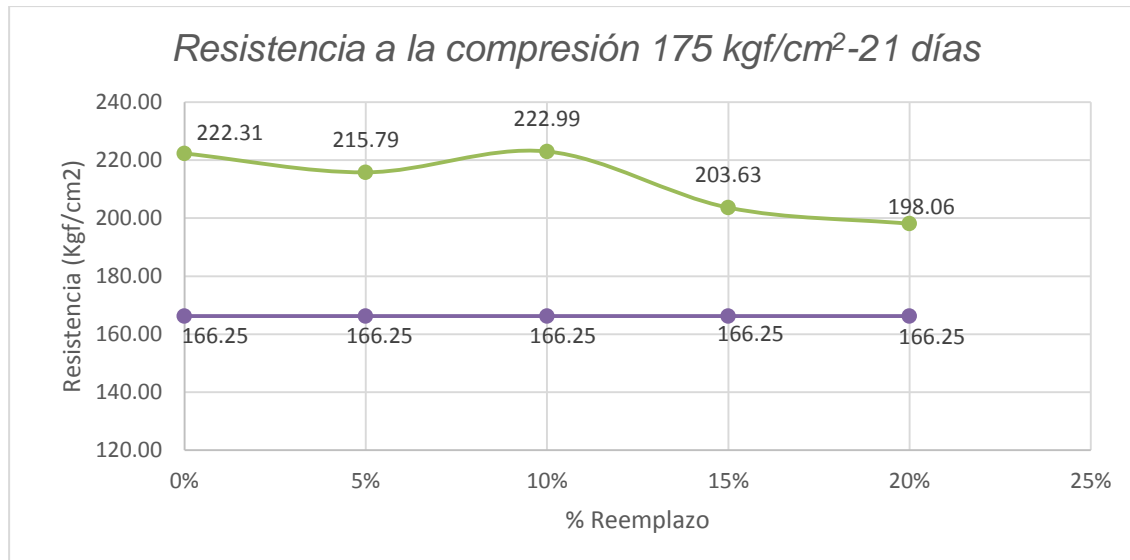
Grafica 4.5. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -7días.

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	14



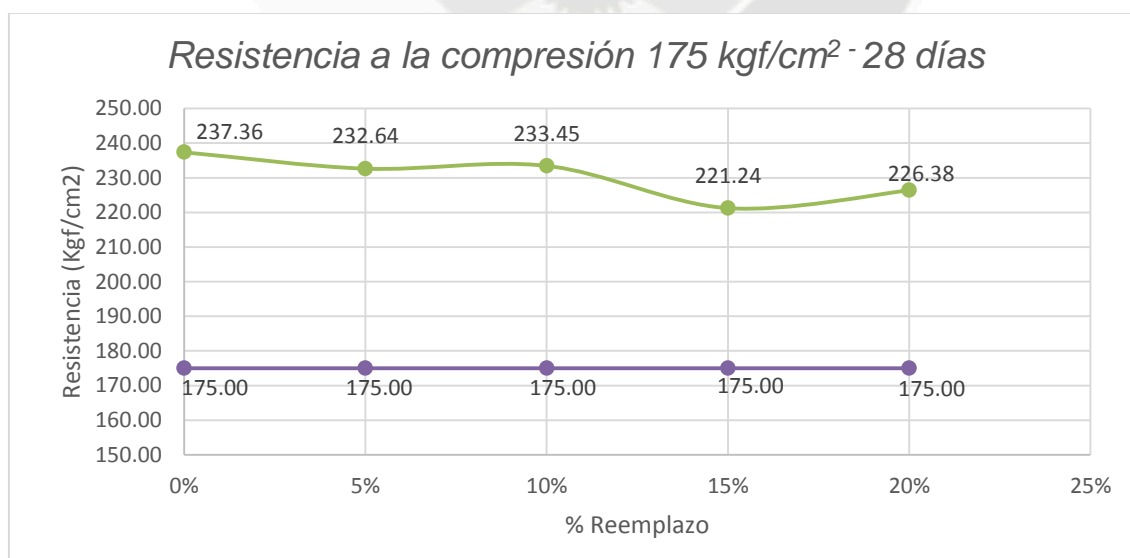
Grafica 4.6. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -14días.

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	21



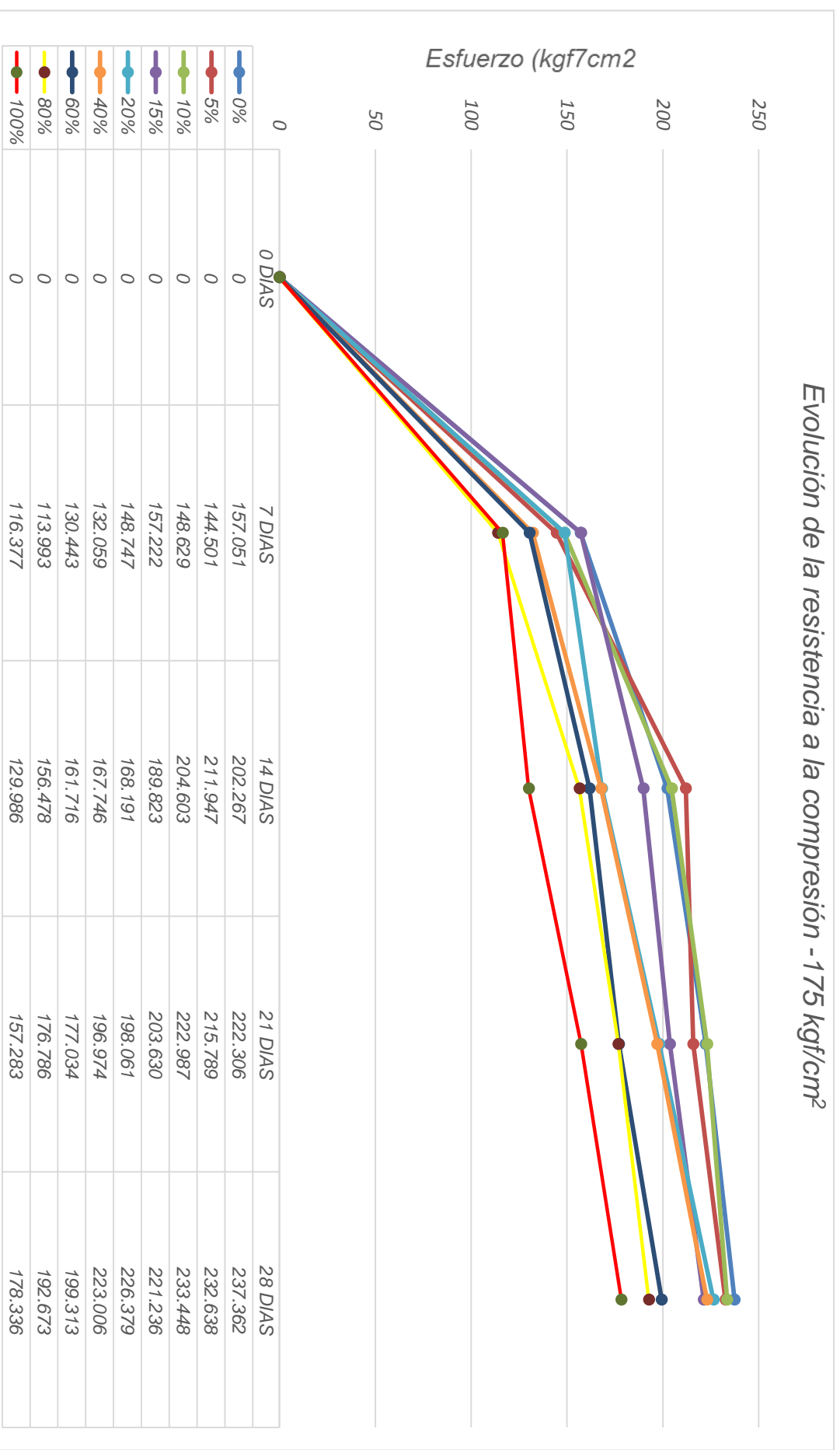
Grafica 4.7. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -21días.

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	7



Grafica 4.8. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -28días.

Evolución de la resistencia a la compresión -175 kgf/cm²



Grafica 4.9. Evolución de la resistencia a la compresión 175 kgf/cm²

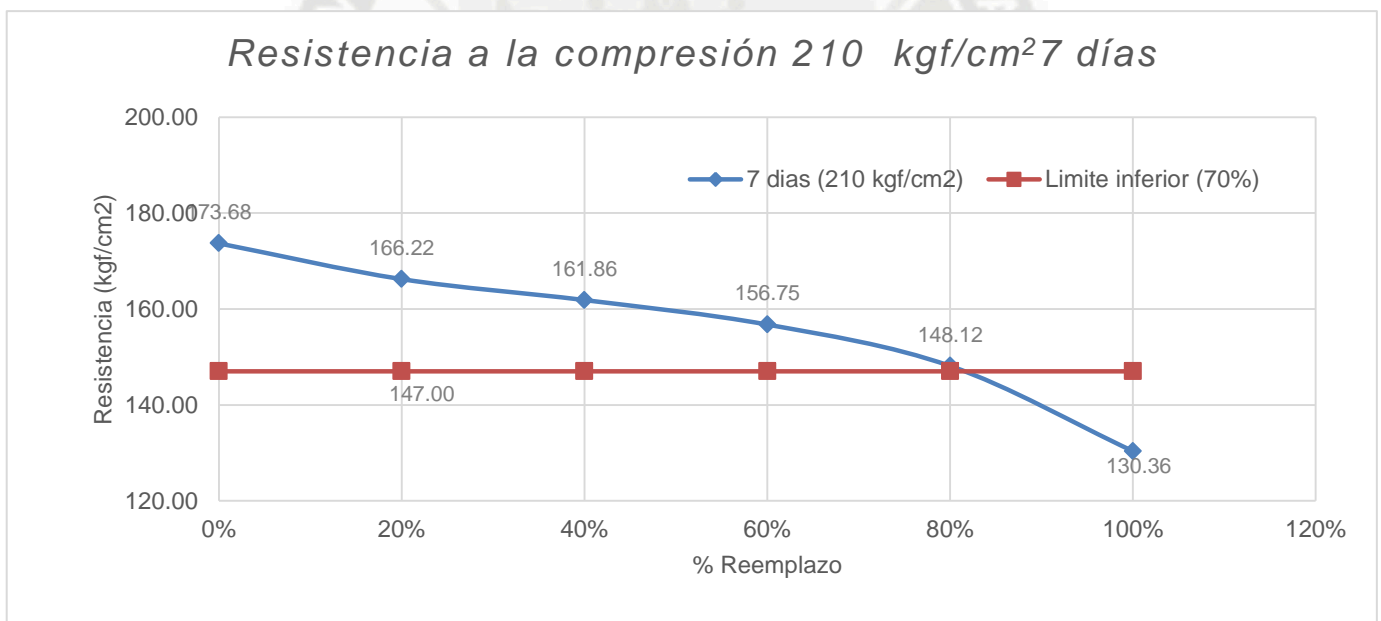
4.1.2.2. ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A 210 kgf/cm².

◆ De los diseños según el ACI COMITÉ 211.

Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 7 días ya que es del 70% de 210 kgf/cm².

f'c	210 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	7

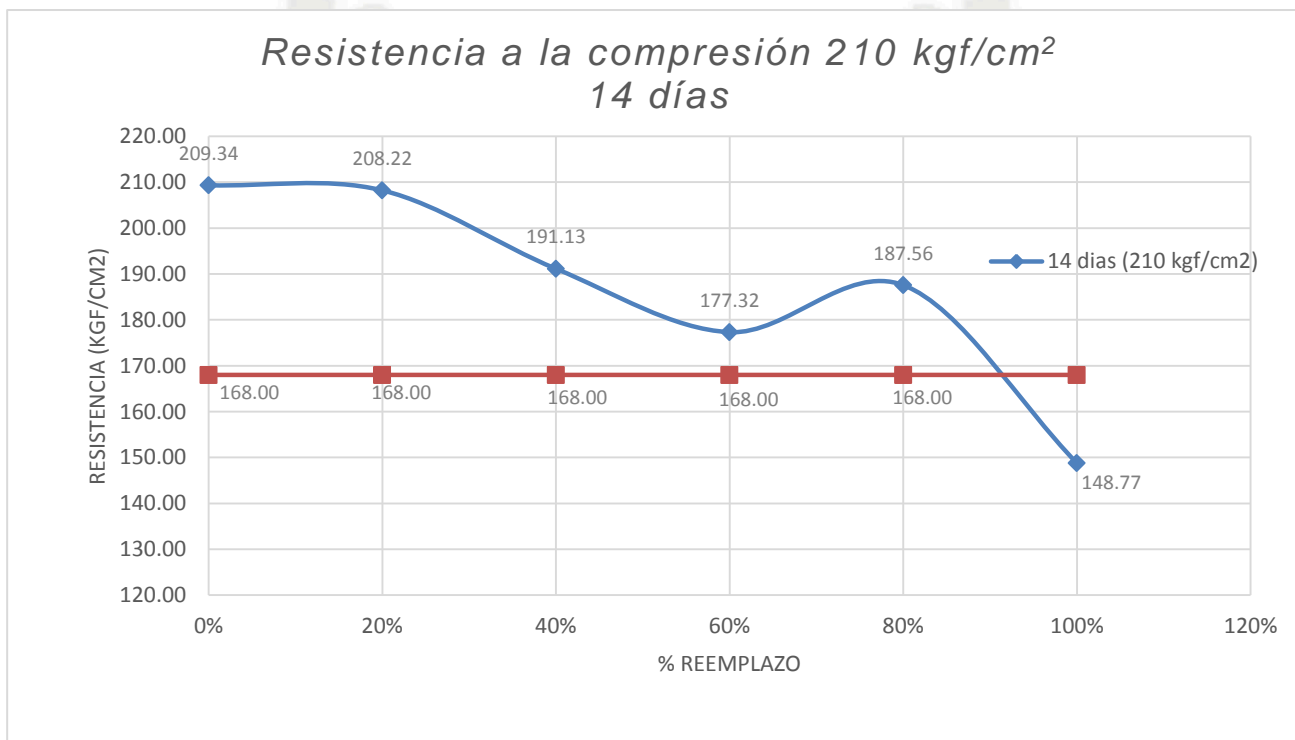


Grafica 4.10. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -7días.

◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 14 días ya que es del 80% de 210 kgf/cm².

f'c	210 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%,y100%
Días	14

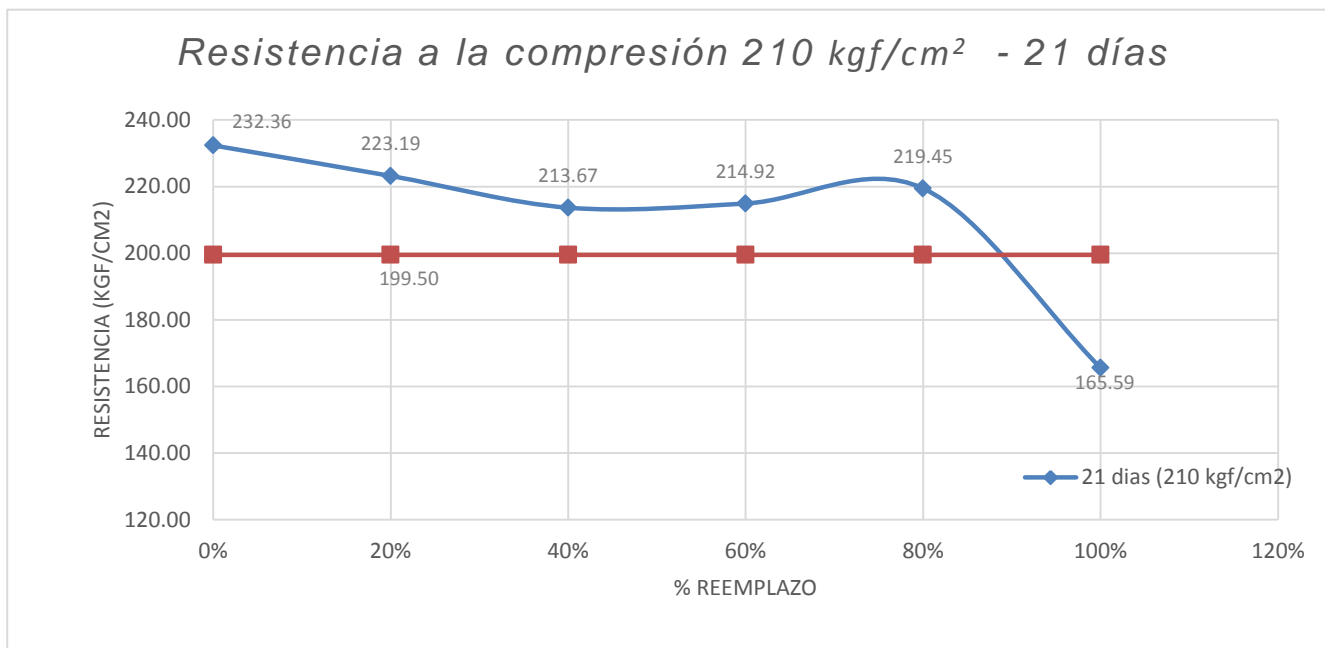


Grafica 4.11. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -14días.

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 21 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 21 días ya que es del 95% de 210 kgf/cm².

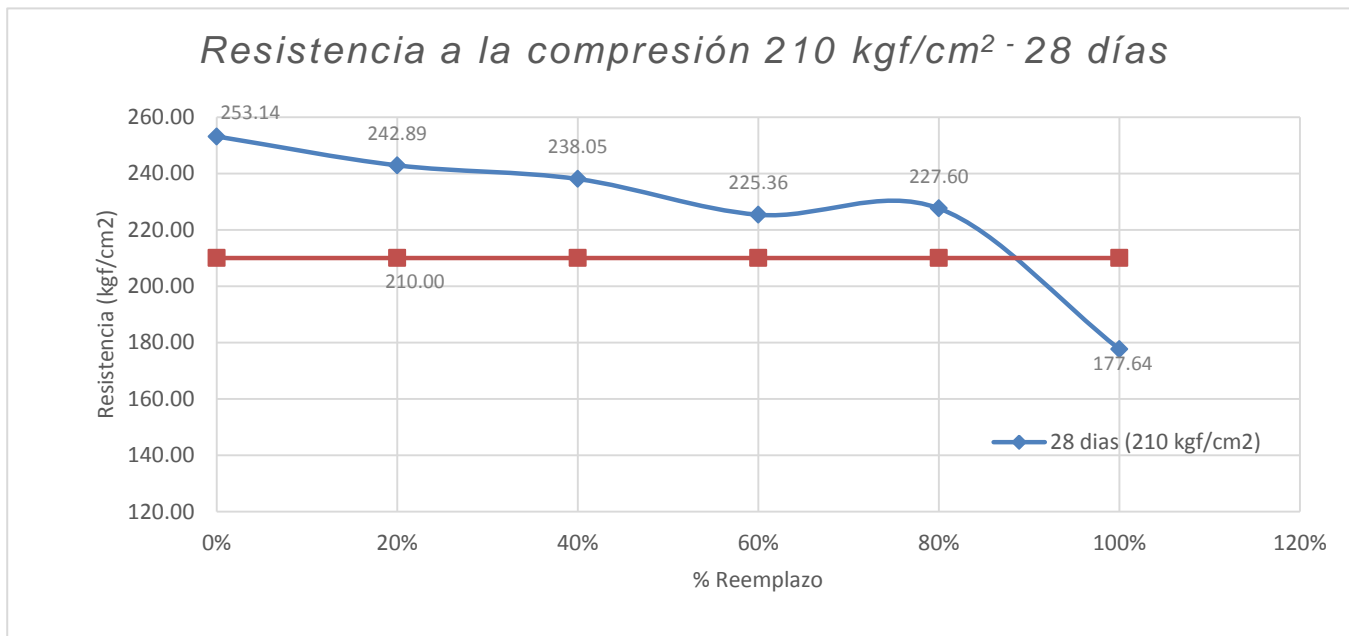
f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	21



Grafica 4.12. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -21días

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días. Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 28 días ya que es del 100% de 175 kgf/cm².

f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80%y100%
Días	28

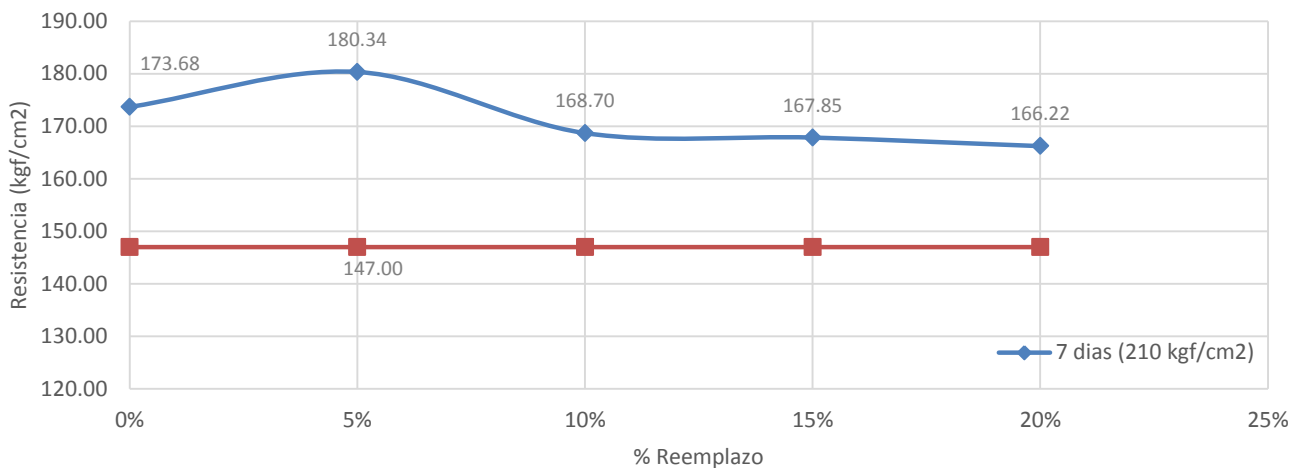


Grafica 4.13. Resistencia a la compresión-210kgf/cm² -28días

- ◆ Esta grafica toma como referencia el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de porcentaje de reemplazo, se observa que la resistencia al 0 % de reemplazo es de 173.68 kgf/cm² a los 7 días y las resistencias al 5%, 10%, 15% y 20 % son relativamente parecidas a las de 0% de reemplazo. Esta observación se mantiene a los 14, 21 y 28 días de rotura.

f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15%y20%
Días	7

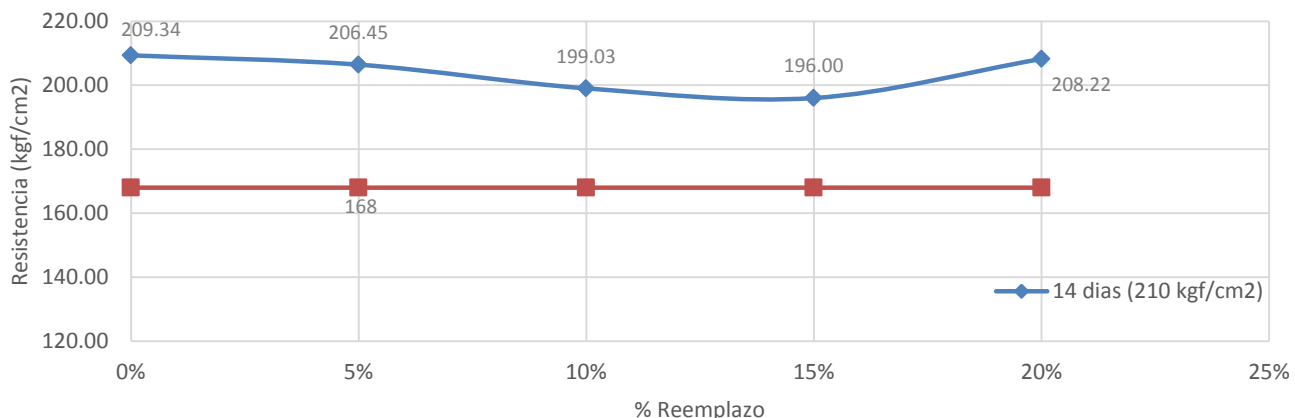
Resistencia a la compresión 210 kgf/cm²-7 días



Gráfica 4.14. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -7días

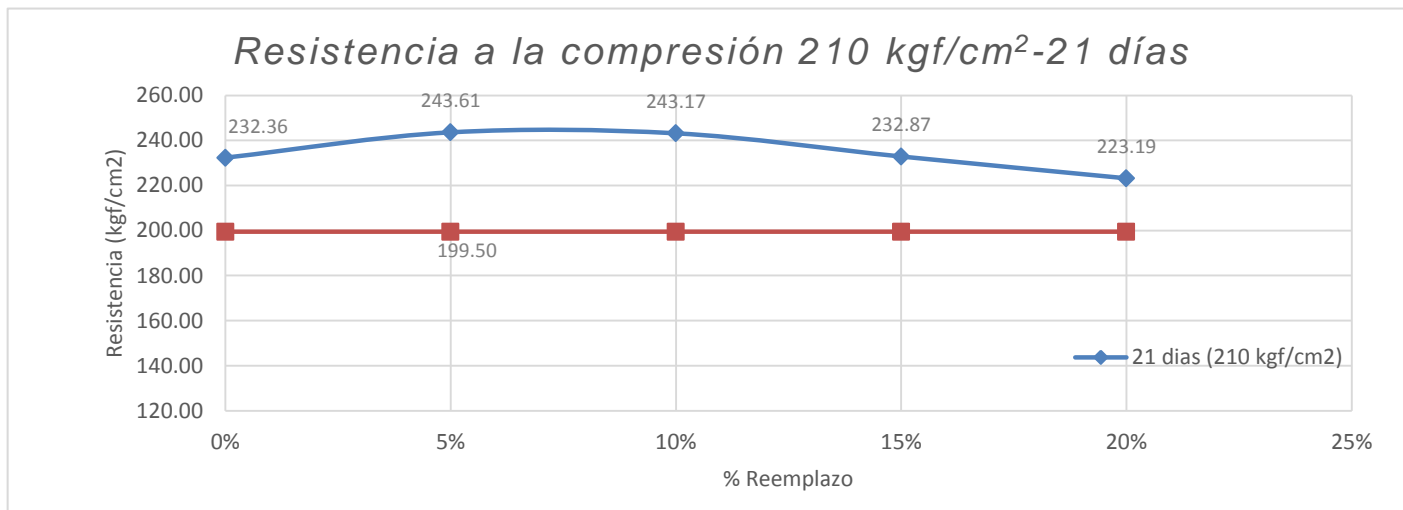
f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15%y20%
Días	14

Resistencia a la compresión 210 kgf/cm²-14 días



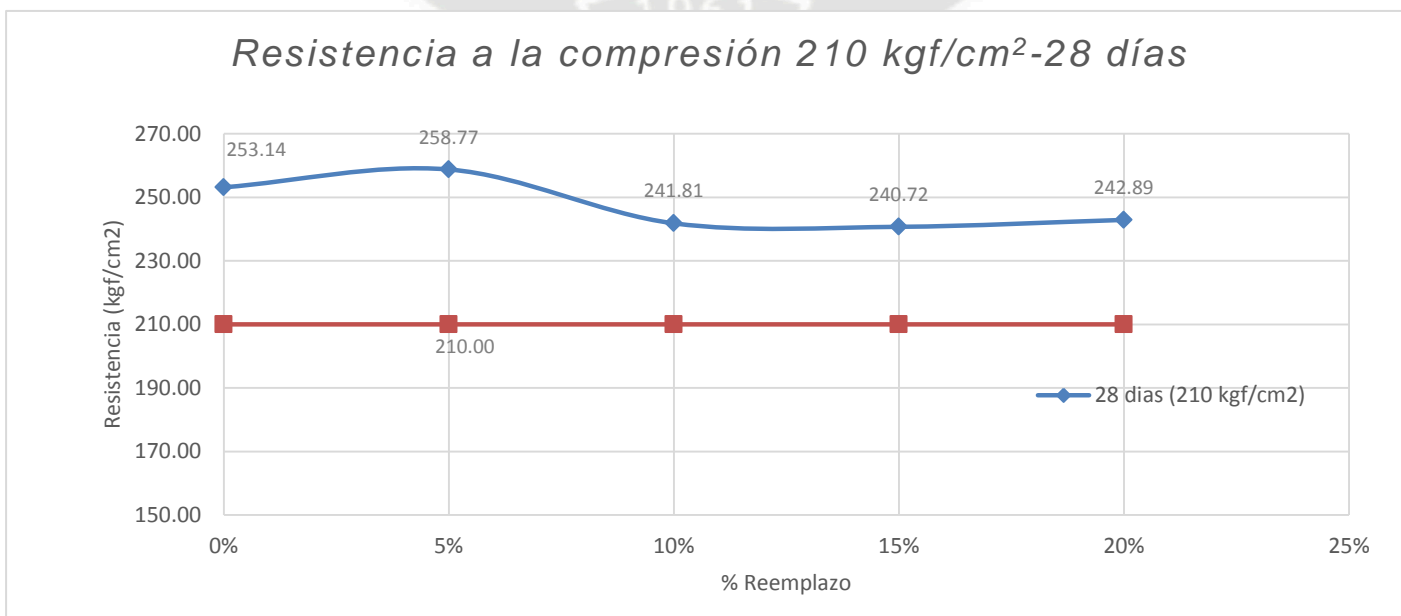
Gráfica 4.15. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -14días

f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15%y20%
Días	21



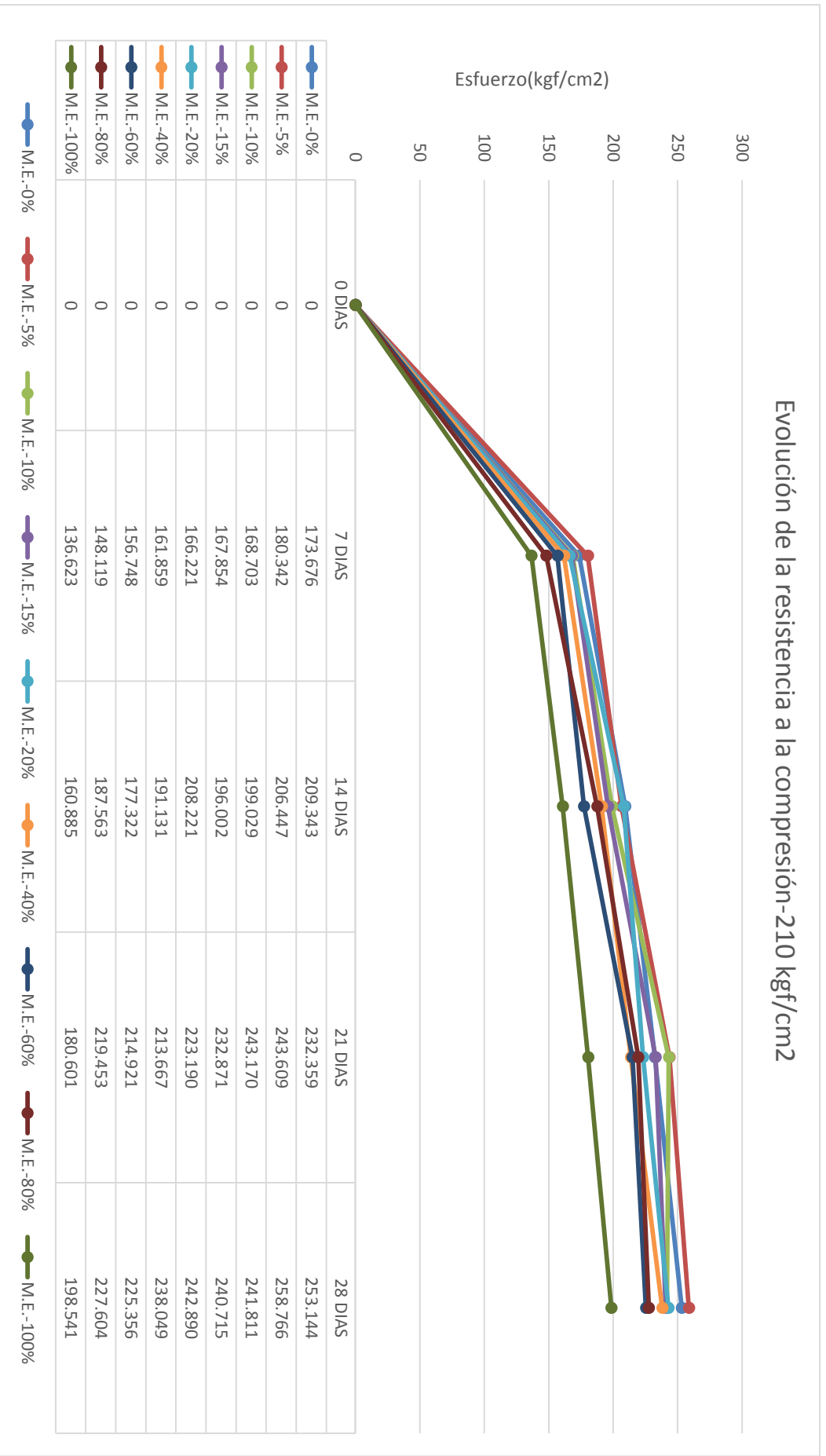
Gráfica 4.16. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -21días

f'c	210 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15%y20%
Días	28



Gráfica 4.17. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -28días

Evolución de la resistencia a la compresión-210 kgf/cm²



Grafica 4. 18. Evolución de la resistencia a la compresión 210 kgf/cm²

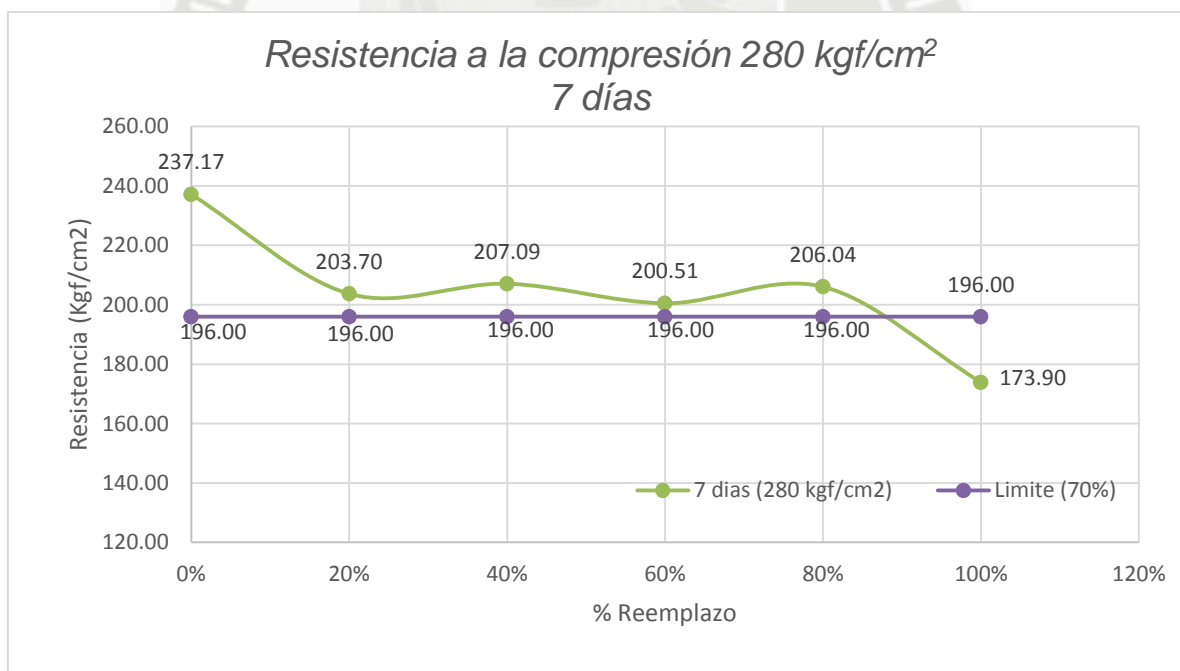
4.1.2.3. ANALISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 280 kgf/cm².

◆ De los diseños según el ACI COMITÉ 211.

Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días.

Obteniendo que a hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 7 días ya que es del 70% de 280 kgf/cm².

f'c	280 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80% y 100%
Días	7

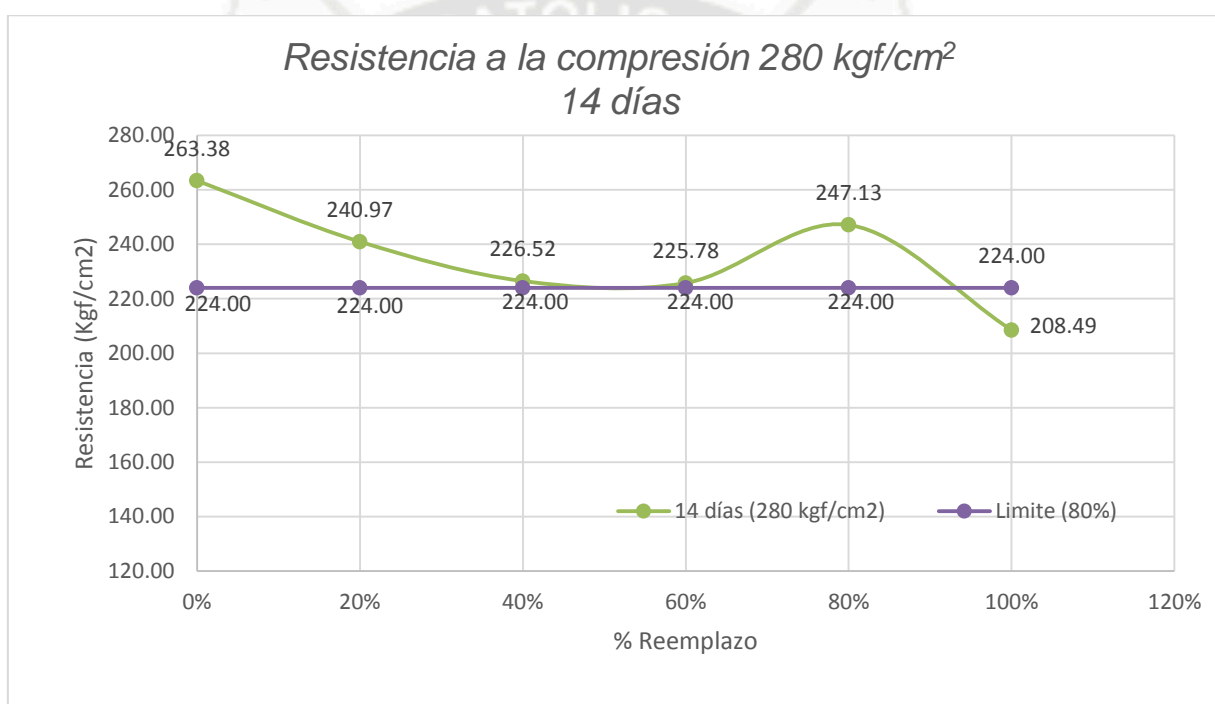


Grafica 4.19. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -7días

◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días.

Obteniendo que hasta el 80 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 14 días ya que es del 80% de 280 kgf/cm².

f'c	280 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80% y 100%
Días	14

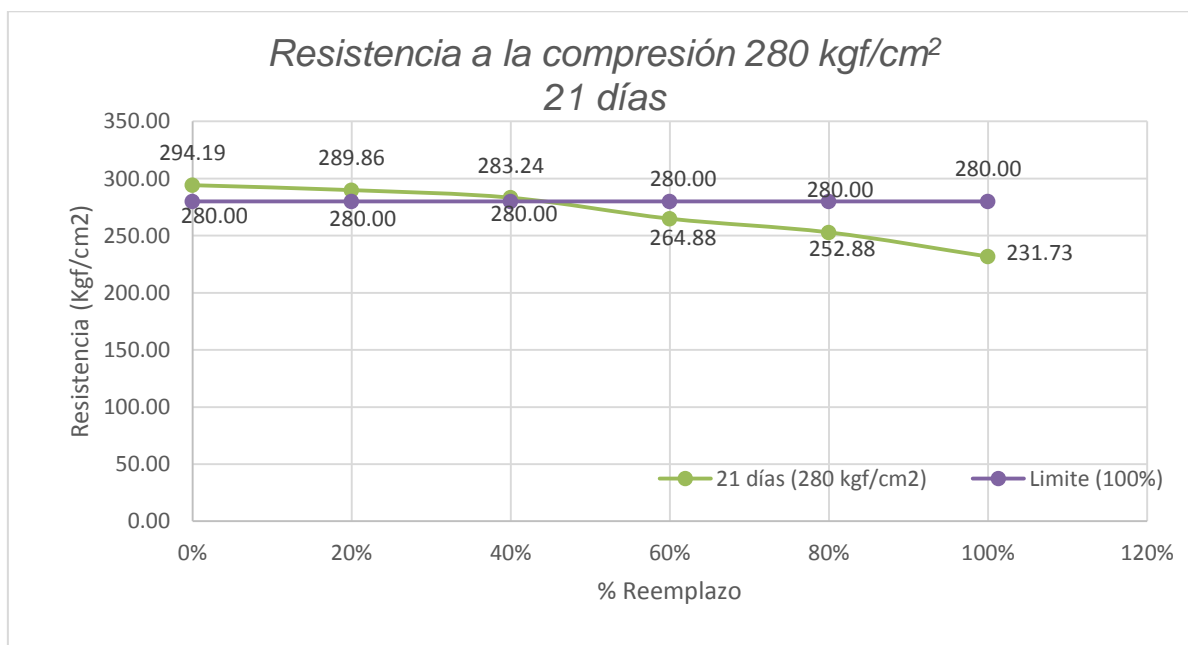


Grafica 4.20. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -14días.

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 21 días.

Obteniendo que hasta el 40 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 21 días ya que es del 95% de 280 kgf/cm².

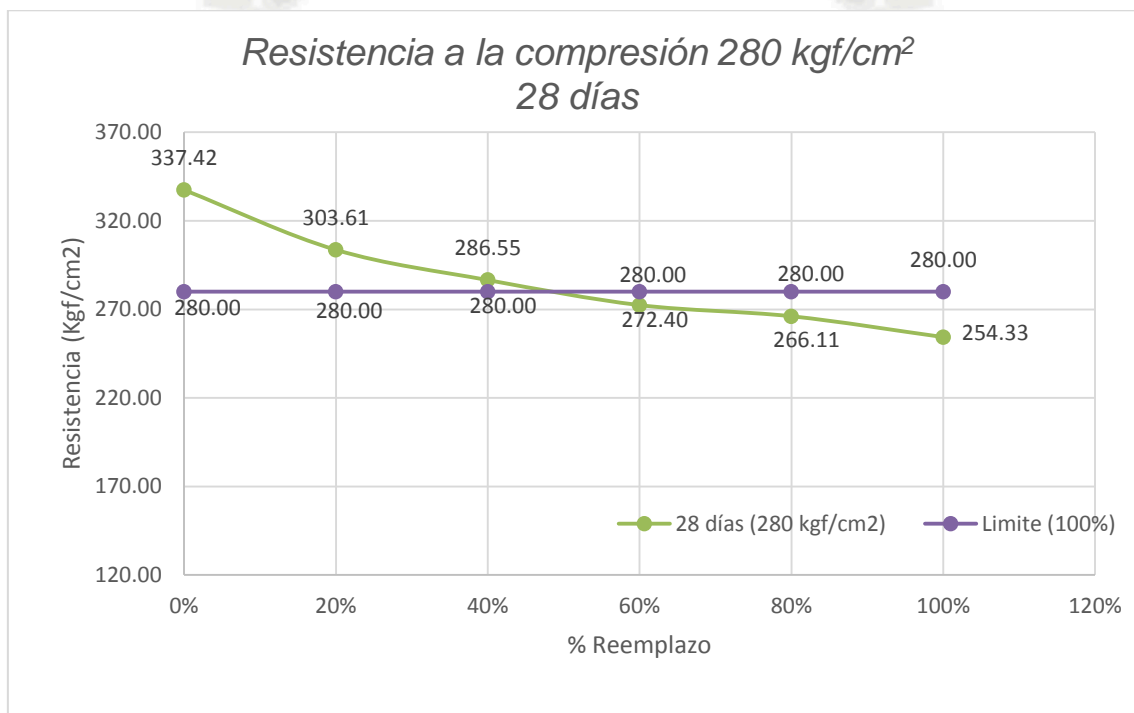
f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80% y 100%
Días	21



Grafica 4.21. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -21días

- ◆ Se ha realizado una comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días. Obteniendo que hasta el 40 % de reemplazo de material estéril si pasa la resistencia limite a los 28 días ya que es del 100% de 280 kgf/cm².

f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,20%,40%,60%,80% y 100%
Días	28

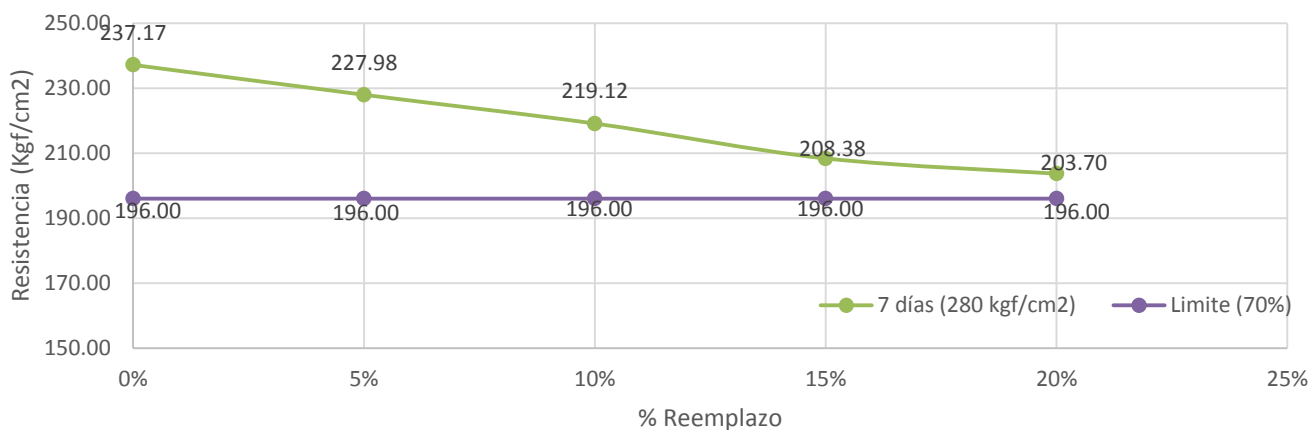


Grafica 4.22. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -28días.

- ◆ Esta grafica toma como referencia el 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de porcentaje de reemplazo, se observa que la resistencia al 0 % de reemplazo es de 173.68 kgf/cm² a los 7 días y las resistencias al 5%, 10%, 15% y 20 % son relativamente parecidas a las de 0% de reemplazo. Esta observación se mantiene a los 14, 21 y 28 días de rotura.

f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	7

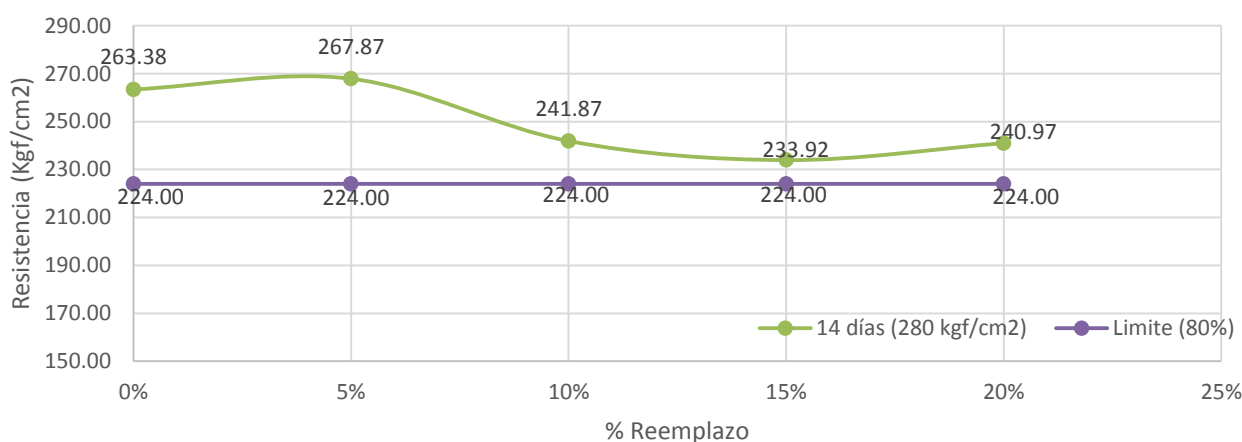
Resistencia a la compresión 280 kgf/cm² -7 días



Grafica 4.23. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -7 días.

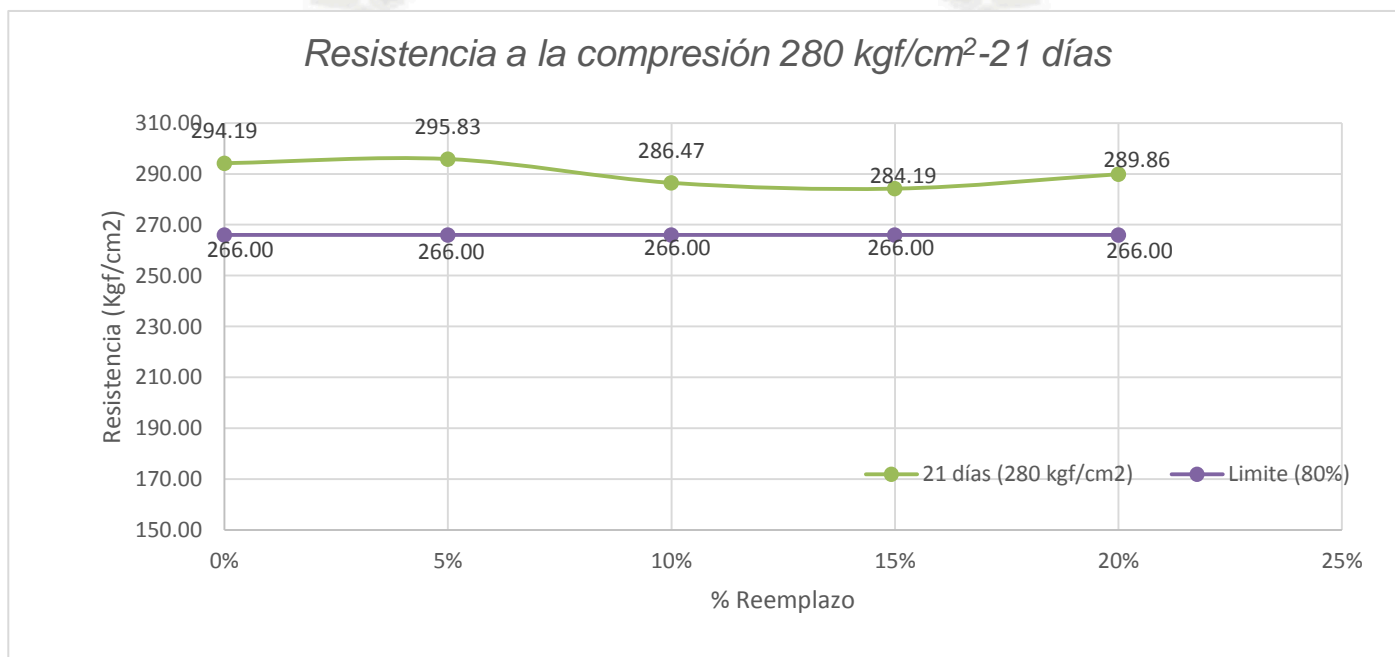
f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	14

Resistencia a la compresión 280 kgf/cm²-14 días



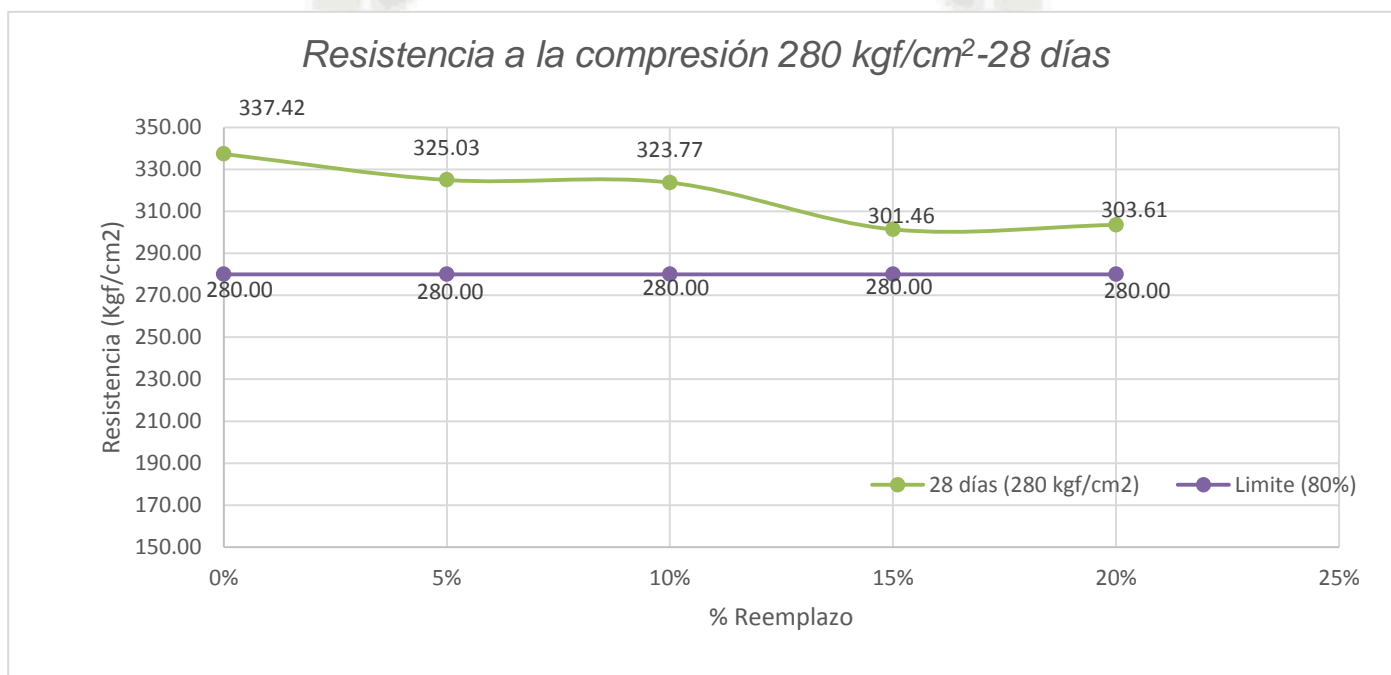
Grafica 4.24. Resistencia a los compresión-280 kgf/cm² -14 días

f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	21



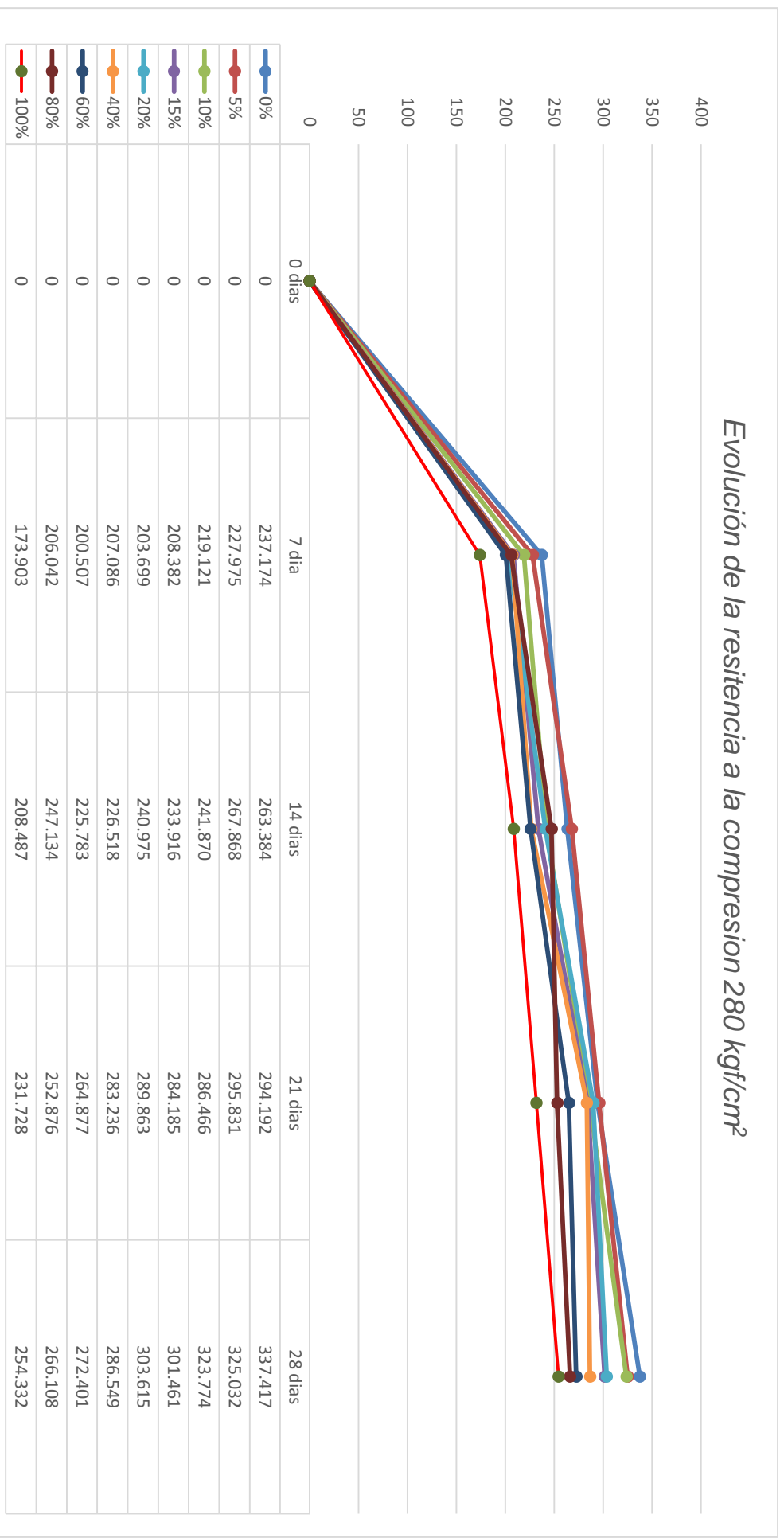
Grafica 4.25. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -21días

f'c	280 kgf/cm²
% Reemplazo	0%,5%,10%,15% y 20%
Días	14



Grafica 4.26. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -28días

Evolución de la resistencia a la compresión 280 kgf/cm²



Grafica 4.27. Evolución de la resistencia a la compresión -280 kgf/cm².

4.1.3. RESISTENCIA A LA TRACCION.

4.1.3.1. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL DISEÑO ACI COMITÉ 211.

Resistencia a la Tracción

ASTM C 496: Resistencia a La Tracción Indirecta De Especímenes Cilíndricos.



RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO SEGÚN EL DISEÑO COMITE ACI 211.





RESISTENCIAS:

175 kgf/cm²

210 kgf/cm²

280 kgf/cm²

F_{ce}
A. GRUESO
A. FINO
La Poderosa
La Poderosa
Carro Verde

175 kgf/cm², 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm²

CUADRO DE RESULTADOS DE TRACCION

RESISTENCIA	% REEMPLAZO	METODO	CANTERA		MATERIAL ESTERIL	T.M.N	CODIGO	REGIA		EJAD (días)	SLUMP (m)	DIAMETRO (m)	TOMA DE DATOS						LIMITE (10% F _{ce})	Tracción (kgf/cm ²)	Trac en Promedio (kgf/cm ²)	Verificación	
			AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO				VACADO	ROTURA				DIAMETRO PROMEDIO (cm)	ALTURA (cm)	ALTURA PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	FUERZA (Kg)	ESFUERZO (kgf/cm ²)					
175 kgf/cm ²	5%	ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME05_175_28_3_5s_01	27-abr	25-may	28 días	3.5	6.175	15.599	15.44066	29.60	29.500	187.250	15460	82.56	21.607361	21.387	SI	
												6.033	15.274	15.77048	29.400	29.585	195.533	15520	79.37				
												6.159	15.644	15.68533	29.710	29.515	178.735	16310	91.24				
	40%	ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME04_175_28_3_01	15-abr	13-may	28 días	3	5.889	14.956	15.68533	29.630	29.675	169.517	15750	82.91	17.5	22.98947	23.159	SI
												5.991	15.217	14.69136	29.700	29.675	169.517	15750	82.91				
												5.756	14.620	14.69136	29.650	29.675	169.517	15750	82.91				
	80%	ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME03_175_28_4s_01	16-abr	14-may	28 días	4	6.026	15.905	15.16507	29.610	29.505	180.625	17460	86.77	24.870328	23.462	SI	
												6.122	15.905	15.16507	29.650	29.505	180.625	17460	86.77				
												6.525	15.075	15.31239	29.520	29.580	194.152	15690	85.20				
	210 kgf/cm ²	15%	ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME15_210_28_3s_01	27-abr	25-may	28 días	3	5.964	15.149	15.12189	29.650	29.535	179.598	17260	86.10	24.602422	24.664	SI
													6.043	15.095	15.13469	29.550	29.500	179.900	17340	96.39			
													6.595	15.095	14.85425	29.450	29.565	175.638	15980	90.98			
100%		ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME100_210_28_4s_01	07-abr	05-may	28 días	4	5.895	14.979	15.1384	29.620	29.310	179.991	14890	82.67	21.062904	22.036	SI	
												6.023	15.298	15.1384	29.700	29.310	179.991	14890	82.67				
												6.595	15.227	15.14983	29.630	29.515	180.263	17420	118.27				
0%		ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	AG100_280_28_2_5s_1	16-abr	14-may	28 días	2.5	5.924	15.072	15.14983	29.630	29.515	180.263	17420	118.27	30.354059	29.622	SI	
												6.135	15.535	15.2527	29.510	29.530	182.719	20440	114.87				
												6.075	15.278	15.04689	29.600	29.500	177.793	19640	110.47				
100%		ACI	La poderosa	La poderosa	Carro verde	3/4"	ME100_280_28_3_2s_2	21-abr	19-may	28 días	3.25	5.852	14.619	15.04689	29.400	29.500	177.793	19640	110.47	28.170041	28.216	SI	
												5.952	15.118	15.17209	29.590	29.495	180.807	19800	109.84				
												5.995	15.227	15.17209	29.380	29.495	180.807	19800	109.84				



4.1.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO.

4.1.4.1. ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A 175 kgf/cm².

Para la resistencia de 175 kgf/cm² se tiene resultados para 5%, 40% y 80% de los cuales sus valores oscilan entre 21 kgf/cm² a 23 kgf/cm², estos valores pasan el limite permisible que es el 10% de 175 kgf/cm².

f'c	175 kgf/cm ²
% Reemplazo	5%,40%,80%
Días	28

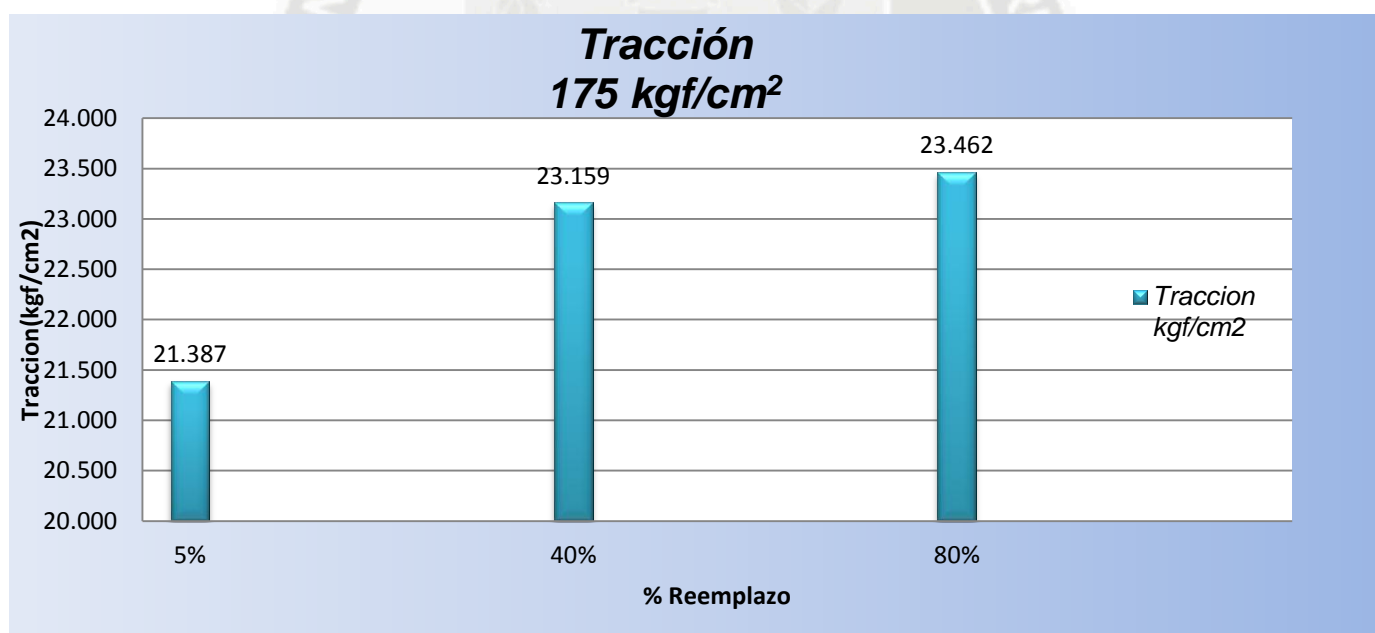


Grafico 4.28. Tracción indirecta -175 kgf/cm².

4.1.4.2. ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCION A 210 kgf/cm².

Para la resistencia de 210 kgf/cm² se tiene resultados para 15% y 100% estos valores pasan el limite permisible que es el 10% de 210 kgf/cm².

f'c	210 kgf/cm ²
% Reemplazo	5%, 100%
Días	28

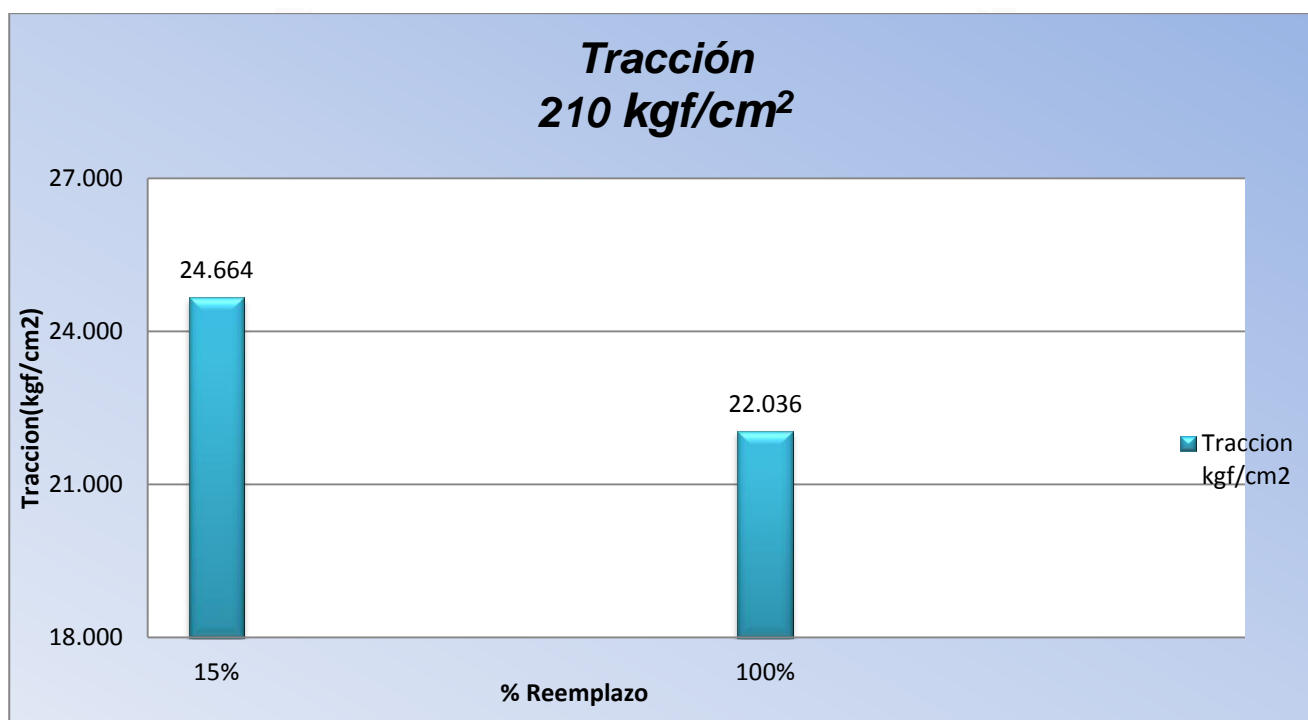


Grafico 4.29. Tracción indirecta -210 kgf/cm².

4.1.4.3. ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A 280 kgf/cm².

Para la resistencia de 280 kgf/cm² se tiene resultados para 0% y 100% estos valores pasan el limite permisible que es el 10% de 280 kgf/cm².

f'c	280 kgf/cm ²
% Reemplazo	0%, 100%
Días	28

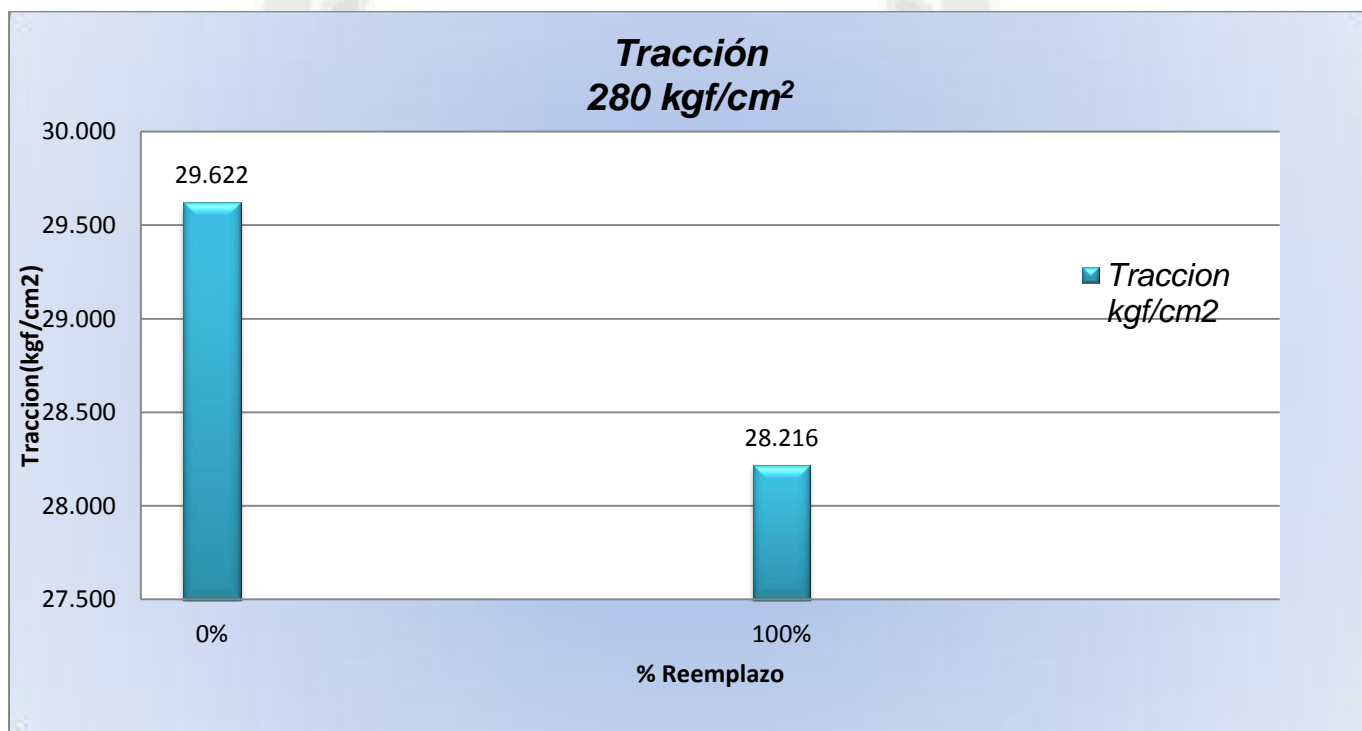
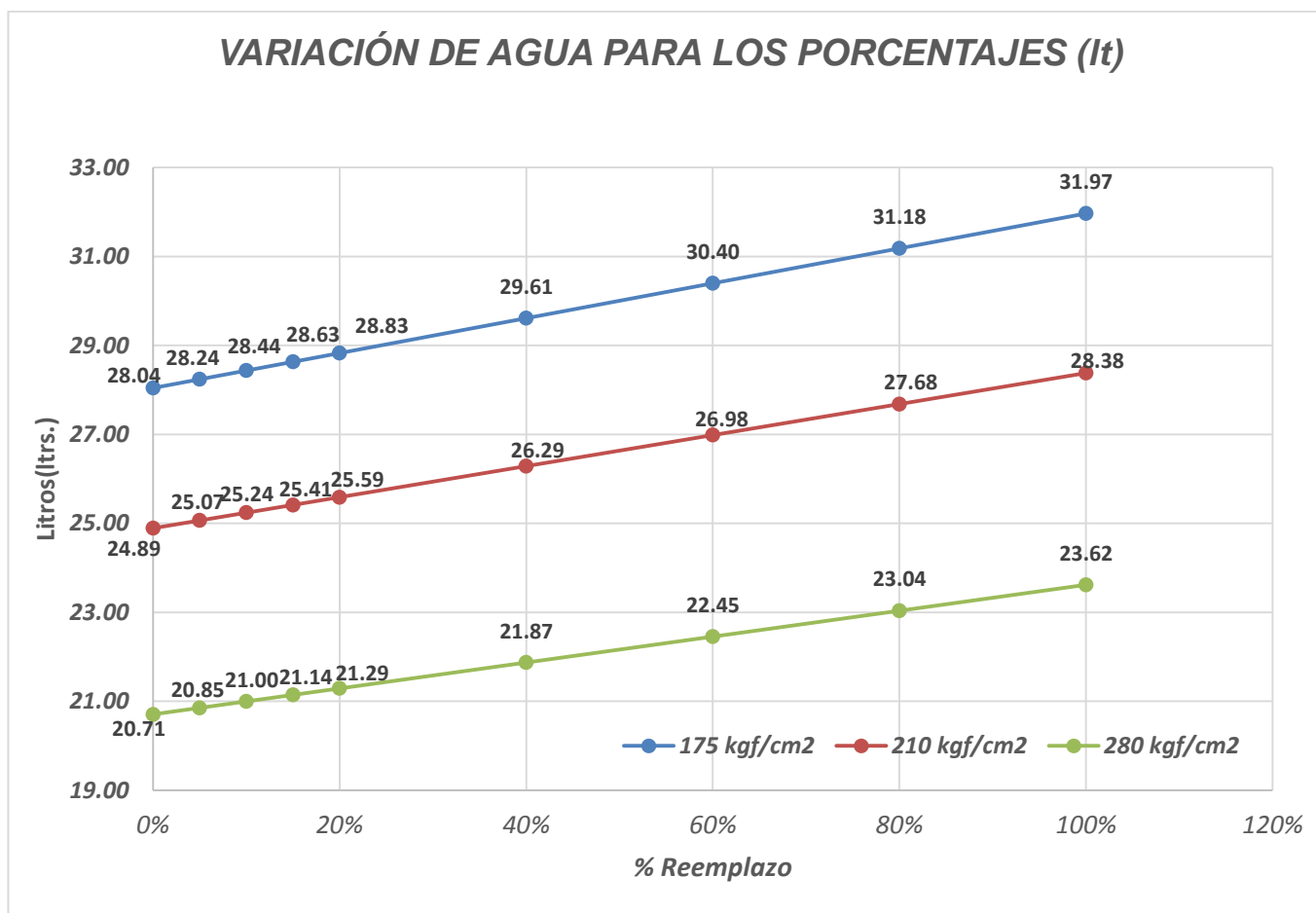


Grafico 4.30. Tracción indirecta -280 kgf/cm².

4.2. ANALISIS DE LA VARIACIÓN DE AGUA.

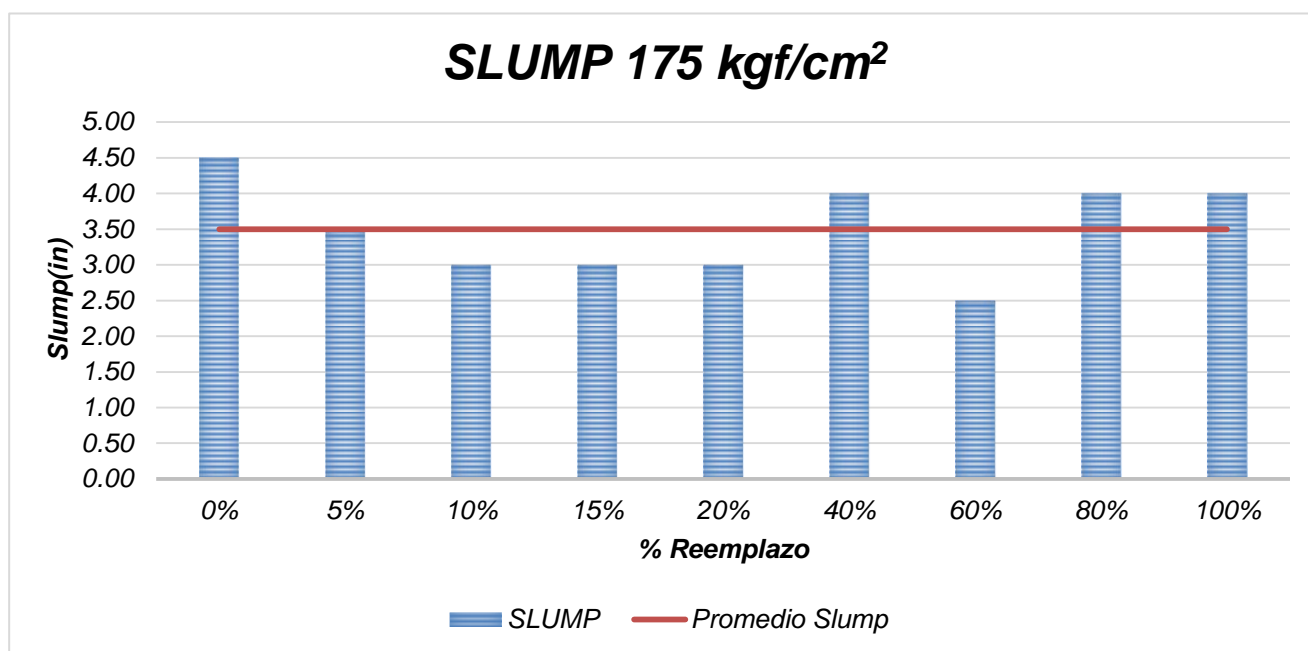
Al realizar la comparación se puede notar que a mayor porcentaje de reemplazo se utiliza más agua debido a que la estructura del material estéril tiene alto contenido de porosidad.



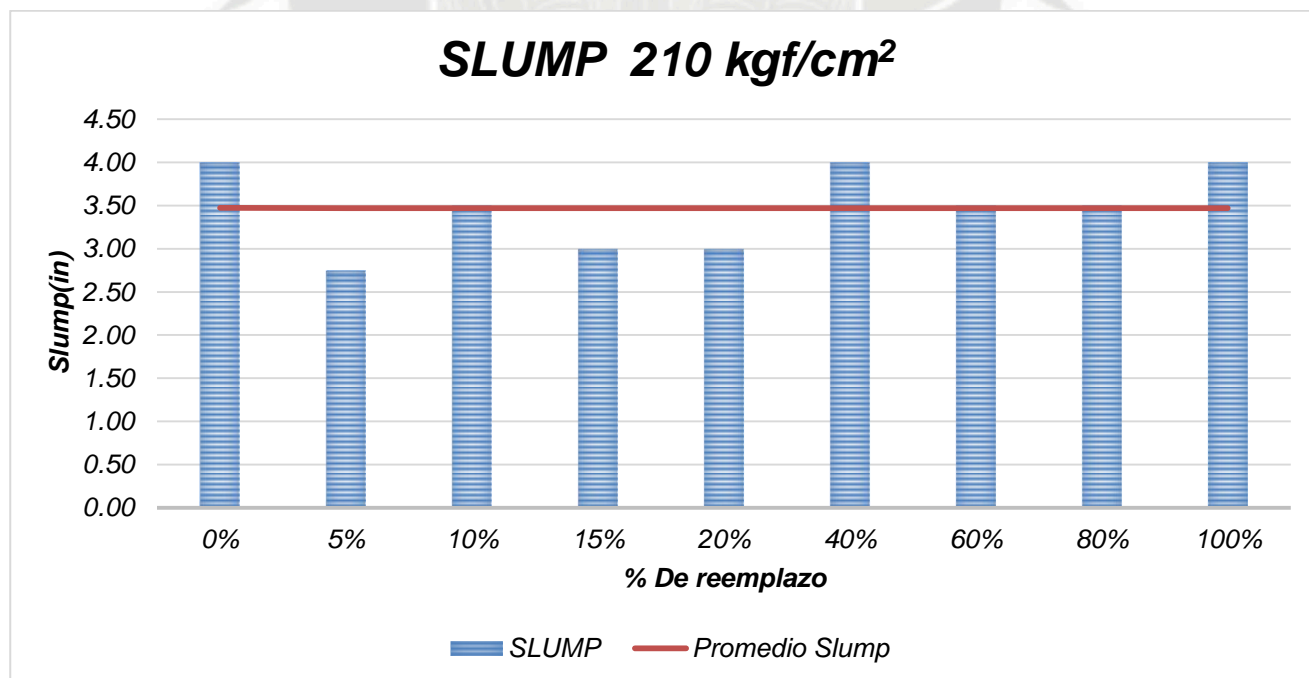
Grafica 4.31. Variación del agua en el diseño – 175 kgf/cm², 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm²

4.3. ANÁLISIS DEL ASENTAMIENTO “SLUMP”.

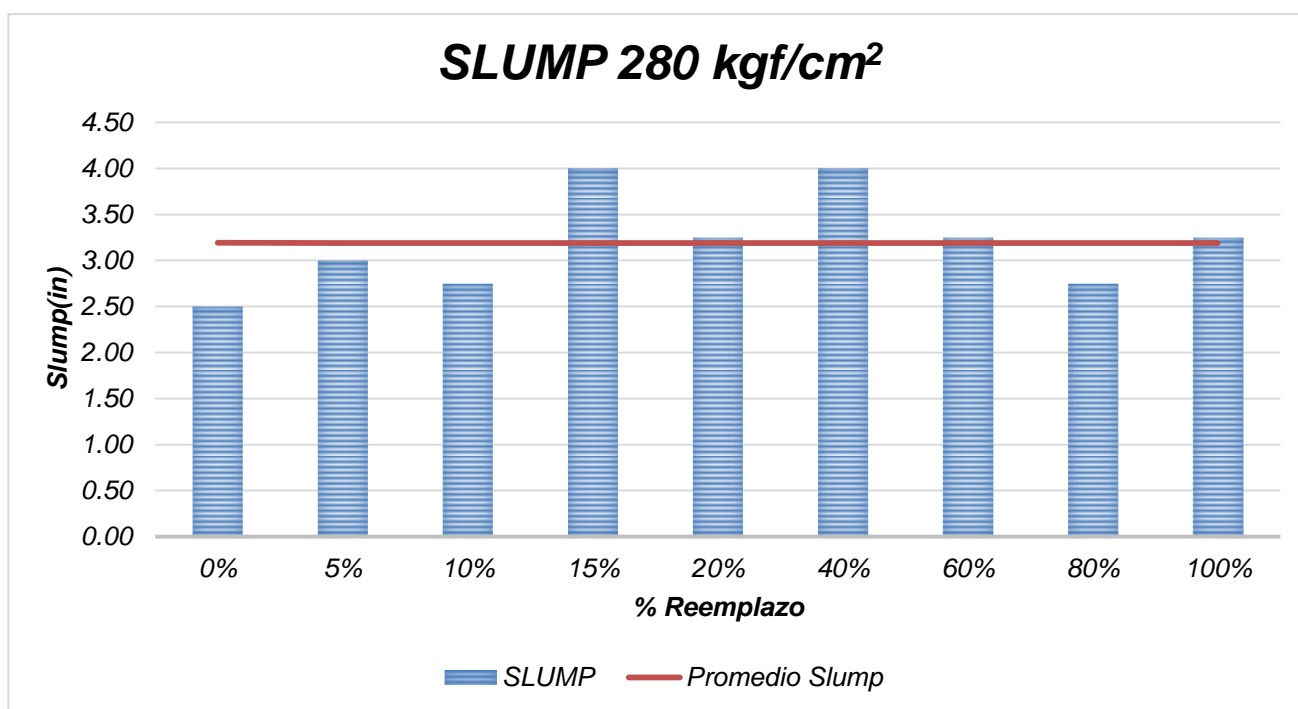
Según las gráficas se puede observar que el slump para todas las resistencias está dentro de los parámetros diseñados (columna 2 a 4 in.)



Grafica 4.32. SLUMP - 175 kgf/cm²



Grafica 4.33. SLUMP - 210 kgf/cm²

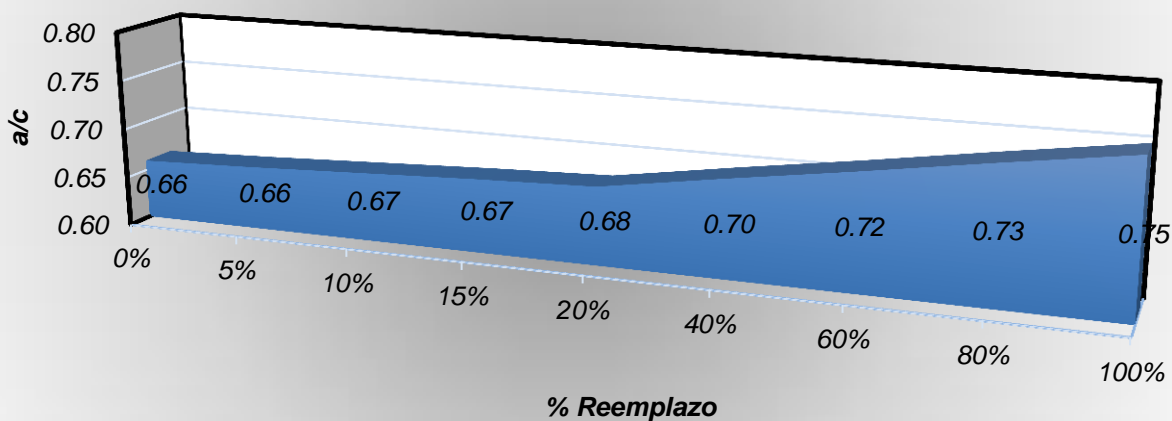


Grafica 4.34. SLUMP – 280 kgf/cm²

4.4. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO.

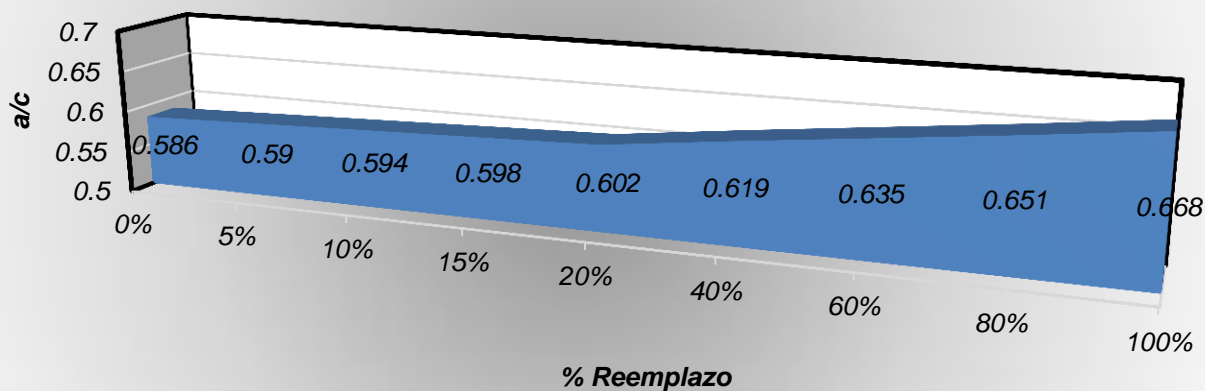
- ◆ Se observa en las gráficas, que la relación a/c aumenta cuando el porcentaje de reemplazo es mayor.
- ◆ También que a mayor resistencia menor será la relación a/c.

RELACIÓN a/c 175 kgf/cm²

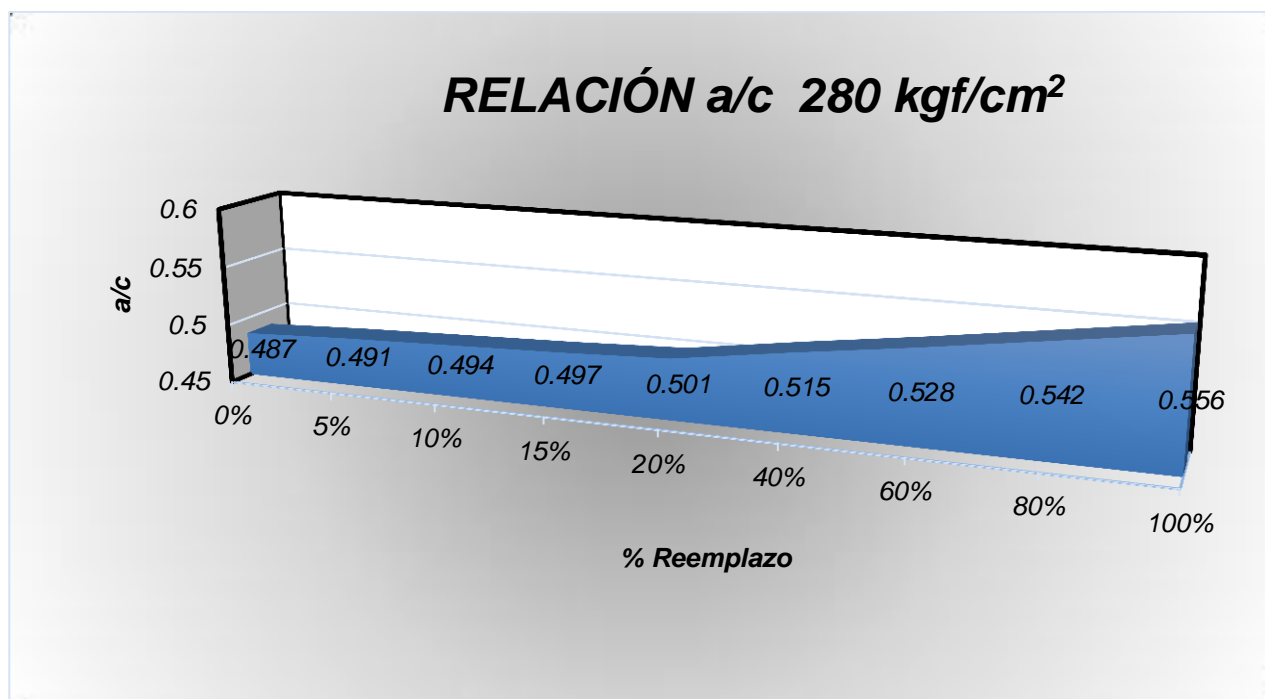


Grafica 4.35. Relación a/c - 175 kgf/cm²

RELACIÓN a/c 210 kgf/cm²



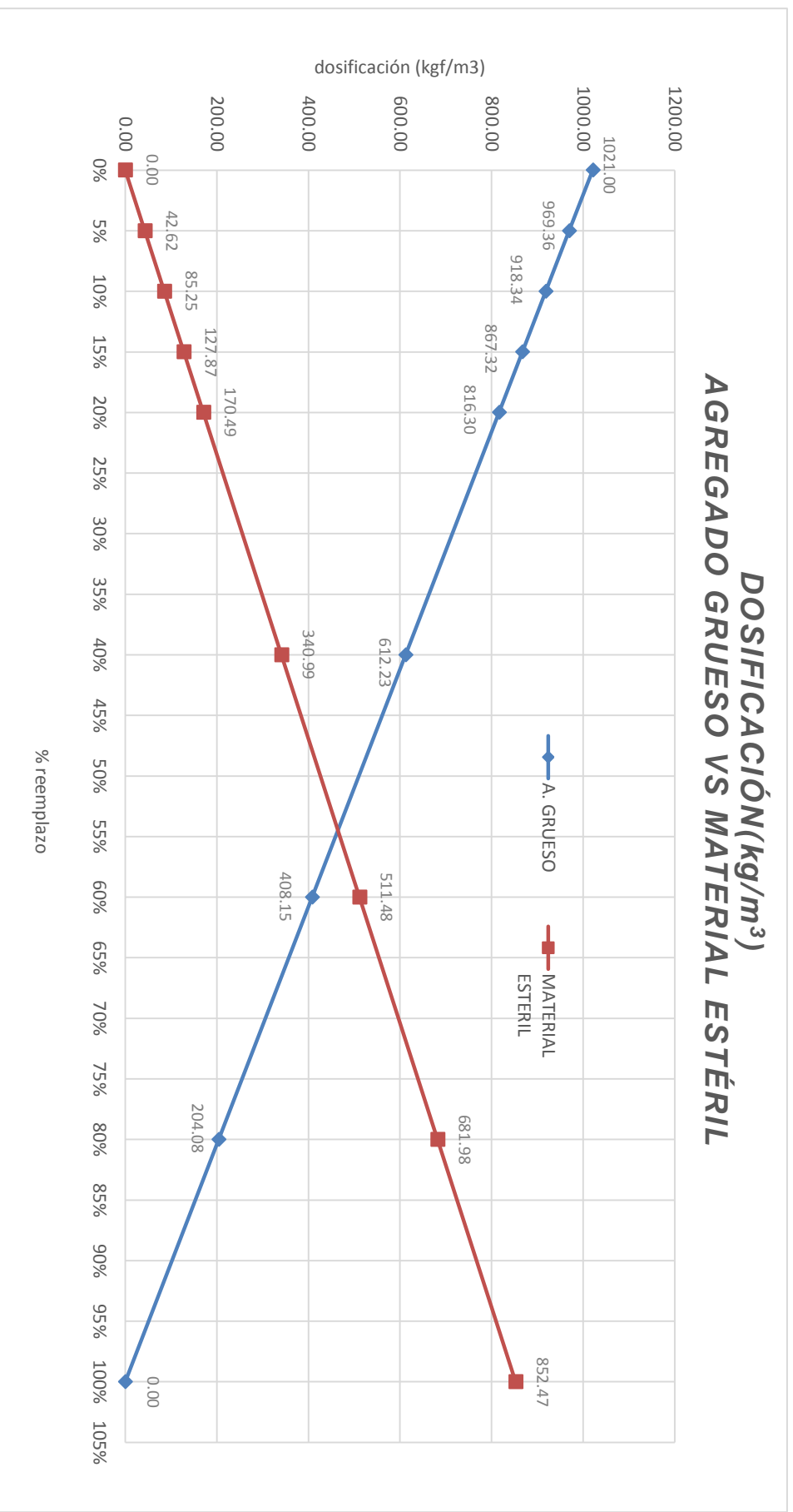
Grafica 4.36. Relación a/c - 210 kgf/cm²



Grafica 4.37. Relación a/c – 280 kgf/cm²

4.5. ANÁLISIS DE LA DOSIFICACIÓN DEL AGREGADO GRUESO VS. MATERIAL ESTÉRIL.

En esta gráfica se ha realizado una comparación de la dosificación en kg del agregado grueso y material estéril con los diferentes porcentajes de reemplazo. Dando así como resultado que al usando un diseño al 100 % de agregado grueso y no se obtiene el mismo resultado que al usar un diseño al 100% de material estéril; ya que el peso unitario compactado del agregado grueso es mayor al peso unitario compactado del material estéril.



Grafica 4.38. Dosificación agregado grueso y material estéril- 210 kgf/cm² , 175 kgf/cm², 280 kgf/cm².

Análisis de Costos.

Capítulo 5



CAPITULO 5: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS.

5.1. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL MATERIAL ESTÉRIL.

Costo de extracción del material estéril por m³.

◆ **OBTENCIÓN DEL RENDIMIENTO.**

Insumo	m ³ xhora	m ³ xdia
Chancadora de Quijada	40	320

Tabla 5.1. Rendimiento (m³/día).



◆ **ANÁLISIS COSTOS UNITARIOS POR m³.**

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Extracción de material estéril por m ³					Unidad:	m ³
Especificaciones:	Chancadora de quijada : 40m ³ /hora , puesto en obra						
Cuadrilla:	1 capataz+3 Operarios+1 oficial+2peones						
Rendimiento:	320		m ³ /día				
Extracción de material estéril							
Costo unitario directo (S./) por m³							23.16
I.U.	Descripción de insumo	Und.	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	h-h	1.00	0.025	20.68	0.52	
47	Operario	h-h	3.00	0.075	16.68	1.25	
47	Oficial	h-h	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Peón	h-h	2.00	0.050	13.22	0.66	2.85
EQUIPO							
37	Herramientas Manuales	% MO		0.030	2.85	0.09	
49	Chancadora de Quijada	h-m	0.900	0.023	279.00	6.28	
49	Cargador Frontal 2m ³	h-m	0.900	0.023	186.00	4.19	
49	Volquete 15m ³	h-m	1.800	0.045	77.50	3.49	
49	Excavadora	h-m	0.900	0.023	279.00	6.28	20.31

Tabla 5.2. Análisis de costos unitarios para 1 m³ de material estéril.

◆ **COSTO TOTAL DEL MATERIAL ESTÉRIL.**

<i>Extracción Material Estéril</i>	
	S/.
costo unitario directo (S/.) por m³	23.16
Utilidad (30%)	6.95
Costo total S/.	30.11

Tabla 5.3. Costo total por m³ mas ganancia de 30%.

5.1.1. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 175 kgf/cm².

◆ **Cálculo de cantidades de los materiales.**

- **Peso unitario suelto.**

f'c: 175 kgf/cm²	P.U. suelto	
Cemento	42.500	kg/bolsa
Agr. Fino	1561.202	kg/m ³
Agr. Grueso	1574.018	kg/m ³
material estéril	1279.898	kg/m ³
Agua	1000	litros/m ³

Tabla 5.4. Peso unitario suelto de los materiales.

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- Cantidad de los materiales

		Dosificación								
f'c: 175 kgf/cm ²	Und.	ME0%	ME5%	ME10%	ME15%	ME20%	ME40%	ME60%	ME80%	ME100%
Cemento	kg/m ³	326.433	326.433	326.433	326.433	326.433	326.433	326.433	326.433	326.433
Agr. Fino	kg/m ³	577.177	582.764	588.350	593.936	599.523	621.868	644.214	666.559	688.904
Agr. Grueso	kg/m ³	1020.376	969.357	918.338	867.319	816.300	612.225	408.150	204.075	0.000
material estéril	kg/m ³	0.000	42.624	85.247	127.871	170.495	340.989	511.484	681.978	852.473
Agua	litros/m ³	215.392	216.898	218.405	219.912	221.418	227.445	233.472	239.499	245.526
Cantidad del material-175 kgf/cm ²										
Cemento	bls	7.681	7.681	7.681	7.681	7.681	7.681	7.681	7.681	7.681
Agr. Fino	m ³	0.370	0.373	0.377	0.380	0.384	0.398	0.413	0.427	0.441
Agr. Grueso	m ³	0.648	0.616	0.583	0.551	0.519	0.389	0.259	0.130	0.000
material estéril	m ³	0.000	0.033	0.067	0.100	0.133	0.266	0.400	0.533	0.666
Agua	m ³	0.215	0.217	0.218	0.220	0.221	0.227	0.233	0.239	0.246

Tabla 5.5. Tabla resumen de las cantidades-175 kgf/cm².

◆ **Análisis de costos unitarios del concreto -175 kgf/cm²**

- 0% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	0% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S/.) por m ³							233.43
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	h-h	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	h-h	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	h-h	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	h-h	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	h-h	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4"	m ³		0.648	85.00	55.10	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.000	30.11	0.00	
4	Agregado Fino	m ³		0.370	55.00	20.33	
39	Agua Potable	m ³		0.215	1.10	0.24	229.29
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	h-m	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	h-m	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.6. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-175 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

5% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	5% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³						231.88	
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.616	85.00	52.35	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.033	30.11	1.00	
4	Agregado Fino	m ³		0.373	55.00	20.53	
39	Agua Potable	m ³		0.217	1.10	0.24	227.73
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.7. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-175 kgf/cm².

- 10% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	10% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³						230.33	
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.583	85.00	49.59	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.067	30.11	2.01	
4	Agregado Fino	m ³		0.377	55.00	20.73	
39	Agua Potable	m ³		0.218	1.10	0.24	226.18
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.8. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-175 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 15% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	15% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							228.77
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.551	85.00	46.84	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.100	30.11	3.01	
4	Agregado Fino	m ³		0.380	55.00	20.92	
39	Agua Potable	m ³		0.220	1.10	0.24	224.63
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.9. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-175 kgf/cm².

- 20% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	20% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							227.22
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.519	85.00	44.08	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.133	30.11	4.01	
4	Agregado Fino	m ³		0.384	55.00	21.12	
39	Agua Potable	m ³		0.221	1.10	0.24	223.07
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.10. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-175 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 40% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	40% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							221.00
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.389	85.00	33.06	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.266	30.11	8.02	
4	Agregado Fino	m ³		0.398	55.00	21.91	
39	Agua Potable	m ³		0.227	1.10	0.25	216.86
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.11. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-175 kgf/cm².

- 60% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	60% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							214.79
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.259	85.00	22.04	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.400	30.11	12.03	
4	Agregado Fino	m ³		0.413	55.00	22.70	
39	Agua Potable	m ³		0.233	1.10	0.26	210.64
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.12. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-175 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 80% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	80% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
RENDIMIENTO:	10 m ³ /día			costo unitario directo (S./) por m ³			208.57
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.130	85.00	11.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.533	30.11	16.04	
4	Agregado Fino	m ³		0.427	55.00	23.48	
39	Agua Potable	m ³		0.239	1.10	0.26	204.43
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.13. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo-175 kgf/cm².

- 100% de reemplazo – 175 kgf/cm²

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=175 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	100% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
RENDIMIENTO:	10 m ³ /día			costo unitario directo (S./) por m ³			202.36
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		7.681	20.00	153.62	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.000	85.00	0.00	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.666	30.11	20.05	
4	Agregado Fino	m ³		0.441	55.00	24.27	
39	Agua Potable	m ³		0.246	1.10	0.27	198.21
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.14. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo-175 kgf/cm².

5.1.2. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 210 kgf/cm²

◆ *Calculo de cantidades de los materiales.*

- *Cantidad de los materiales*

f'c: 210 kgf/cm ²	Und.	Dosificación								
		ME0%	ME5%	ME10%	ME15%	ME20%	ME40%	ME60%	ME80%	ME100%
Cemento	kg/m ³	367.120	367.120	367.120	367.120	367.120	367.120	367.120	367.120	367.120
Agr. Fino	kg/m ³	540.559	546.146	551.732	557.318	562.905	585.250	607.595	629.941	652.286
Agr. Grueso	kg/m ³	1020.376	969.357	918.338	867.319	816.300	612.225	408.150	204.075	0.000
material estéril	kg/m ³	0.000	42.624	85.247	127.871	170.495	340.989	511.484	681.978	852.473
Agua	litros/m ³	215.011	216.518	218.024	219.531	221.038	227.065	233.092	239.119	245.146
Cantidad del material-175 kgf/cm ²										
Cemento	bls	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638	8.638
Agr. Fino	m ³	0.346	0.350	0.353	0.357	0.361	0.375	0.389	0.403	0.418
Agr. Grueso	m ³	0.648	0.616	0.583	0.551	0.519	0.389	0.259	0.130	0.000
material estéril	m ³	0.000	0.033	0.067	0.100	0.133	0.266	0.400	0.533	0.666
Agua	m ³	0.215	0.217	0.218	0.220	0.221	0.227	0.233	0.239	0.245

Tabla 5.15. Tabla resumen del desarrollo de Cantidades-210 kgf/cm².

◆ *Análisis de costos unitarios del concreto -210 kgf/cm².*

- *0% de reemplazo – 210 kgf/cm².*

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especific	0% de reemplazo						
Cuadrilla	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimi:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							251.29
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4"	m ³		0.648	85.00	55.10	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.000	50.00	0.00	
4	Agregado Fino	m ³		0.346	55.00	19.04	
39	Agua Potable	m ³		0.215	1.10	0.24	247.14
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.16. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-210 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 5% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	5% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							250.40
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.616	85.00	52.35	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.033	50.00	1.67	
4	Agregado Fino	m ³		0.350	55.00	19.24	
39	Agua Potable	m ³		0.217	1.10	0.24	246.25
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.17. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-210 kgf/cm².

- 10% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	10% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							249.51
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.583	85.00	49.59	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.067	50.00	3.33	
4	Agregado Fino	m ³		0.353	55.00	19.44	
39	Agua Potable	m ³		0.218	1.10	0.24	245.36
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.18. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-210 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 15% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	15% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimi:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							248.62
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.551	85.00	46.84	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.100	50.00	5.00	
4	Agregado Fino	m ³		0.357	55.00	19.63	
39	Agua Potable	m ³		0.220	1.10	0.24	244.47
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.19. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-210 kgf/cm².

- 20% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	20% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimi:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							247.72
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.519	85.00	44.08	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.133	50.00	6.66	
4	Agregado Fino	m ³		0.361	55.00	19.83	
39	Agua Potable	m ³		0.221	1.10	0.24	243.58
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.20. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-210 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 40% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	40% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimi:	320 m ³ /dia						
COLUMNA							
					costo unitario directo (S./) por m ³		244.16
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.389	85.00	33.06	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.266	50.00	13.32	
4	Agregado Fino	m ³		0.375	55.00	20.62	
39	Agua Potable	m ³		0.227	1.10	0.25	240.01
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.21. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-210 kgf/cm².

- 60% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Específico:	60% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimi:	320 m ³ /dia						
COLUMNA							
					costo unitario directo (S./) por m ³		240.59
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.259	85.00	22.04	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.400	50.00	19.98	
4	Agregado Fino	m ³		0.389	55.00	21.41	
39	Agua Potable	m ³		0.233	1.10	0.26	236.45
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.22. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-210 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 80% de reemplazo – 210 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS								
Partida:	Concreto f'c=210 kgf/cm ²					Unidad:	m ³	
Específico:	80% de reemplazo							
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano							
Rendimi:	320 m ³ /día							
COLUMNA								
						costo unitario directo (S./) por m ³		237.03
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal	
MANO DE OBRA								
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10		
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42		
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83		
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65		
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42	
MATERIALES								
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76		
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.130	85.00	11.02		
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.533	50.00	26.64		
4	Agregado Fino	m ³		0.403	55.00	22.19		
39	Agua Potable	m ³		0.239	1.10	0.26	232.88	
EQUIPO								
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10		
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45		
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72	

Tabla 5.23. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo- 210 kgf/cm².

- 100% de reemplazo – 210 kgf/cm².

COLUMNA							
RENDIMIENTO:		10 m ³ /día		costo unitario directo (S./) por m ³			233.46
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		8.638	20.00	172.76	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.000	85.00	0.00	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.666	50.00	33.30	
4	Agregado Fino	m ³		0.418	55.00	22.98	
39	Agua Potable	m ³		0.245	1.10	0.27	229.31
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.24. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo- 210 kgf/cm².

5.1.3. ANÁLISIS UNITARIO DEL CONCRETO f'c: 280 kgf/cm²

◆ **Cálculo de cantidades de los materiales.**

- Cantidad de los materiales

		Dosificación								
f'c: 280 kgf/cm ²	Und.	ME0%	ME5%	ME10%	ME15%	ME20%	ME40%	ME60%	ME80%	ME100%
Cemento	kg/m3	439.914	439.914	439.914	439.914	439.914	439.914	439.914	439.914	439.914
Agr. Fino	kg/m3	475.045	480.632	486.218	491.804	497.391	519.736	542.082	564.427	586.772
Agr. Grueso	kg/m3	1020.376	969.357	918.338	867.319	816.300	612.225	408.150	204.075	0.000
material esté	kg/m3	0.000	42.624	85.247	127.871	170.495	340.989	511.484	681.978	852.473
Agua	litros/m3	214.330	215.837	217.344	218.850	220.357	226.384	232.411	238.438	244.465
Cantidad del material-175 kgf/cm ²										
Cemento	bls	10.351	10.351	10.351	10.351	10.351	10.351	10.351	10.351	10.351
Agr. Fino	m3	0.304	0.308	0.311	0.315	0.319	0.333	0.347	0.362	0.376
Agr. Grueso	m3	0.648	0.616	0.583	0.551	0.519	0.389	0.259	0.130	0.000
material esté	m3	0.000	0.033	0.067	0.100	0.133	0.266	0.400	0.533	0.666
Agua	m3	0.214	0.216	0.217	0.219	0.220	0.226	0.232	0.238	0.244

Tabla 5.25. Análisis de costos unitarios –desarrollo de Cantidades-280 kgf/cm².

◆ **Análisis de costos unitarios del concreto -280 kgf/cm².**

- 0% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS								
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m3	
Especificaciones:	0% de reemplazo							
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano							
Rendimiento:	320 m3/dia							
COLUMNA								
costo unitario directo (S./) por m3							283.55	
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal	
MANO DE OBRA								
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10		
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42		
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83		
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65		
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42	
MATERIALES								
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02		
5	Agregado Grueso de 3/4"	m3		0.654	85.00	55.55		
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m3		0.000	50.00	0.00		
4	Agregado Fino	m3		0.302	55.00	16.60		
39	Agua Potable	m3		0.214	1.10	0.24	279.41	
EQUIPO								
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10		
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45		
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72	

Tabla 5.26. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-280 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 5% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	5% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							282.35
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.616	85.00	52.35	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.033	50.00	1.67	
4	Agregado Fino	m ³		0.308	55.00	16.93	
39	Agua Potable	m ³		0.216	1.10	0.24	278.20
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.27. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-280 kgf/cm².

- 10% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	10% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							281.45
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.583	85.00	49.59	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.067	50.00	3.33	
4	Agregado Fino	m ³		0.311	55.00	17.13	
39	Agua Potable	m ³		0.217	1.10	0.24	277.31
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.28. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-280 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 15% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	15% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
						costo unitario directo (S./) por m ³	280.56
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.551	85.00	46.84	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.100	50.00	5.00	
4	Agregado Fino	m ³		0.315	55.00	17.33	
39	Agua Potable	m ³		0.219	1.10	0.24	276.42
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.29. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-280 kgf/cm².

- 20% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS								
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³	
Especificaciones:	20% de reemplazo							
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano							
Rendimiento:	320 m ³ /día							
COLUMNA								
RENDIMIENTO:						10 m ³ /día	costo unitario directo (S./) por m ³	279.67
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal	
MANO DE OBRA								
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10		
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42		
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83		
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65		
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42	
MATERIALES								
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02		
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.519	85.00	44.08		
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.133	50.00	6.66		
4	Agregado Fino	m ³		0.319	55.00	17.52		
39	Agua Potable	m ³		0.220	1.10	0.24	275.53	
EQUIPO								
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10		
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45		
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72	

Tabla 5.30. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-280 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 40% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	40% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /dia						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							276.11
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.389	85.00	33.06	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.266	50.00	13.32	
4	Agregado Fino	m ³		0.333	55.00	18.31	
39	Agua Potable	m ³		0.226	1.10	0.25	271.96
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.31. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-280 kgf/cm².

- 60% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	60% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /dia						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							272.54
I.U.	Descripcion de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.259	85.00	22.04	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.400	50.00	19.98	
4	Agregado Fino	m ³		0.347	55.00	19.10	
39	Agua Potable	m ³		0.232	1.10	0.26	268.39
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.32. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-280 kgf/cm².

“UTILIZACIÓN DE MATERIAL ESTÉRIL DE LA MINA CERRO VERDE, PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIAS DE 175 kgf/cm² 210 kgf/cm² Y 280 kgf/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

- 80% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	80% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							268.97
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.130	85.00	11.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.533	50.00	26.64	
4	Agregado Fino	m ³		0.362	55.00	19.88	
39	Agua Potable	m ³		0.238	1.10	0.26	264.83
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.33. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo-280 kgf/cm².

- 100% de reemplazo – 280 kgf/cm².

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS							
Partida:	Concreto f'c=280 kgf/cm ²					Unidad:	m ³
Especificaciones:	100% de reemplazo						
Cuadrilla:	0.2 capataz+1 Operarios+2 oficial+5peones+1operador equipo liviano						
Rendimiento:	320 m ³ /día						
COLUMNA							
costo unitario directo (S./) por m ³							265.41
I.U.	Descripción de insumo	und	cuadrilla	cantidad	precio	parcial	subtotal
MANO DE OBRA							
47	Capataz	H-H	0.20	0.005	20.68	0.10	
47	Operario	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	
47	Oficial	H-H	2.00	0.050	16.68	0.83	
47	Peon	H-H	5.00	0.125	13.22	1.65	
47	Operador de equipo liviano	H-H	1.00	0.025	16.68	0.42	3.42
MATERIALES							
21	Cemento portland tipo IP (42.5 kg.)	bls		10.351	20.00	207.02	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Poderosa)	m ³		0.000	85.00	0.00	
5	Agregado Grueso de 3/4" (Esteril)	m ³		0.666	50.00	33.30	
4	Agregado Fino	m ³		0.376	55.00	20.67	
39	Agua Potable	m ³		0.244	1.10	0.27	261.26
EQUIPO							
37	Herramientas	% MO		0.030	3.42	0.10	
48	Mezcladora de conc. (tambor) 11p3, 12p3	H-M	0.900	0.023	20.00	0.45	
49	Vibrador a gasolina	H-M	0.900	0.023	7.50	0.17	0.72

Tabla 5.34. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo-280 kgf/cm².

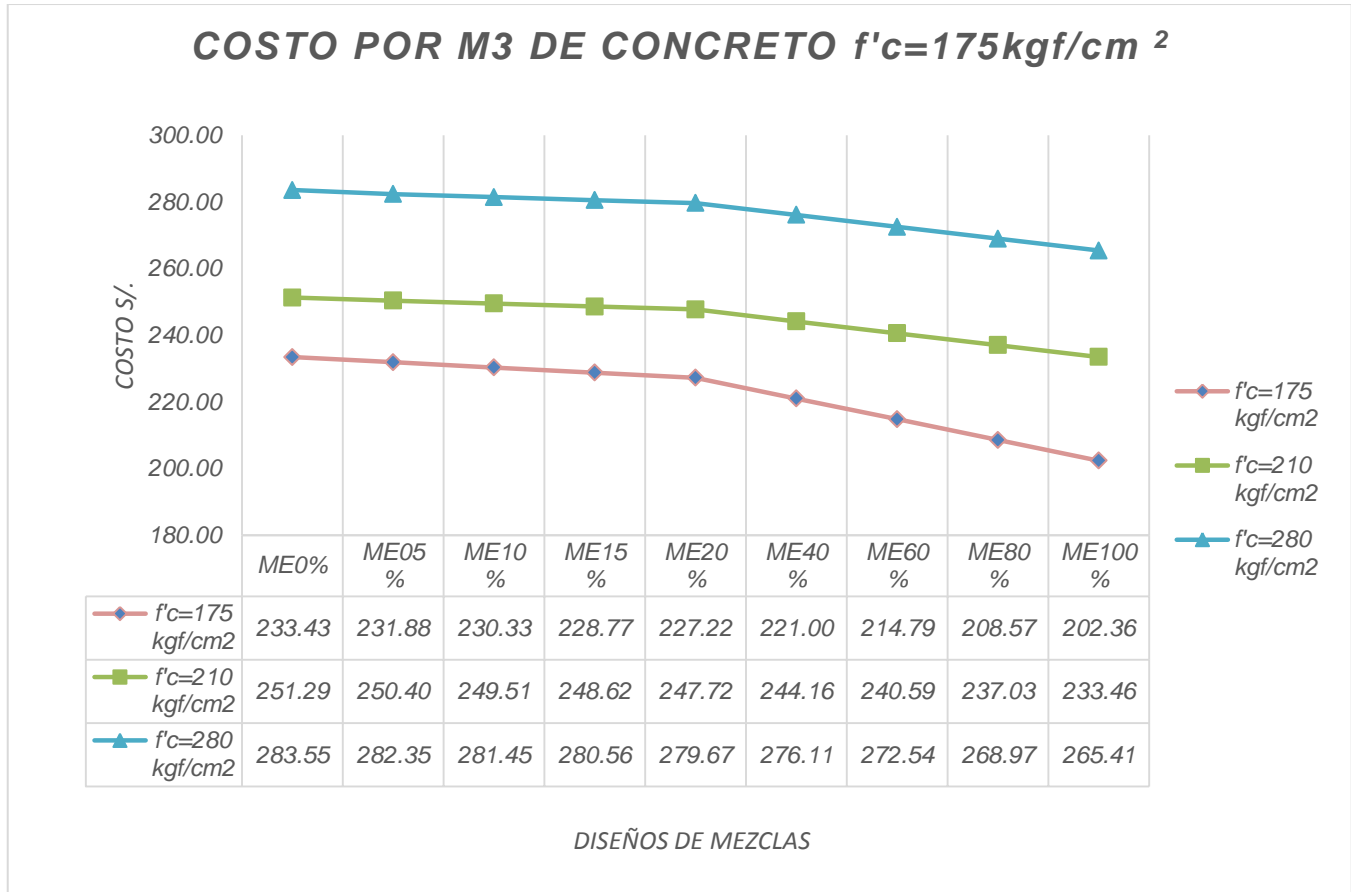
TABLA RESUMEN- ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS.

Análisis comparativo de Costos Unitarios por m³			
Descripción	(S./)		
	f'c=175 kgf/cm²	f'c=210 kgf/cm²	f'c=280 kgf/cm²
ME0%	233.434	251.290	283.553
ME05%	231.880	250.399	282.346
ME10%	230.326	249.507	281.454
ME15%	228.772	248.616	280.563
ME20%	227.218	247.724	279.671
ME40%	221.002	244.158	276.105
ME60%	214.787	240.592	272.539
ME80%	208.571	237.026	268.973
ME100%	202.355	233.459	265.407

Tabla 5.35. Análisis comparativo de Costos Unitarios – tabla resumen.

GRAFICA DE ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS PARA 1 m³

◆ Para f'c=175 kgf/cm² ,210 kgf/cm² , 280 kgf/cm²



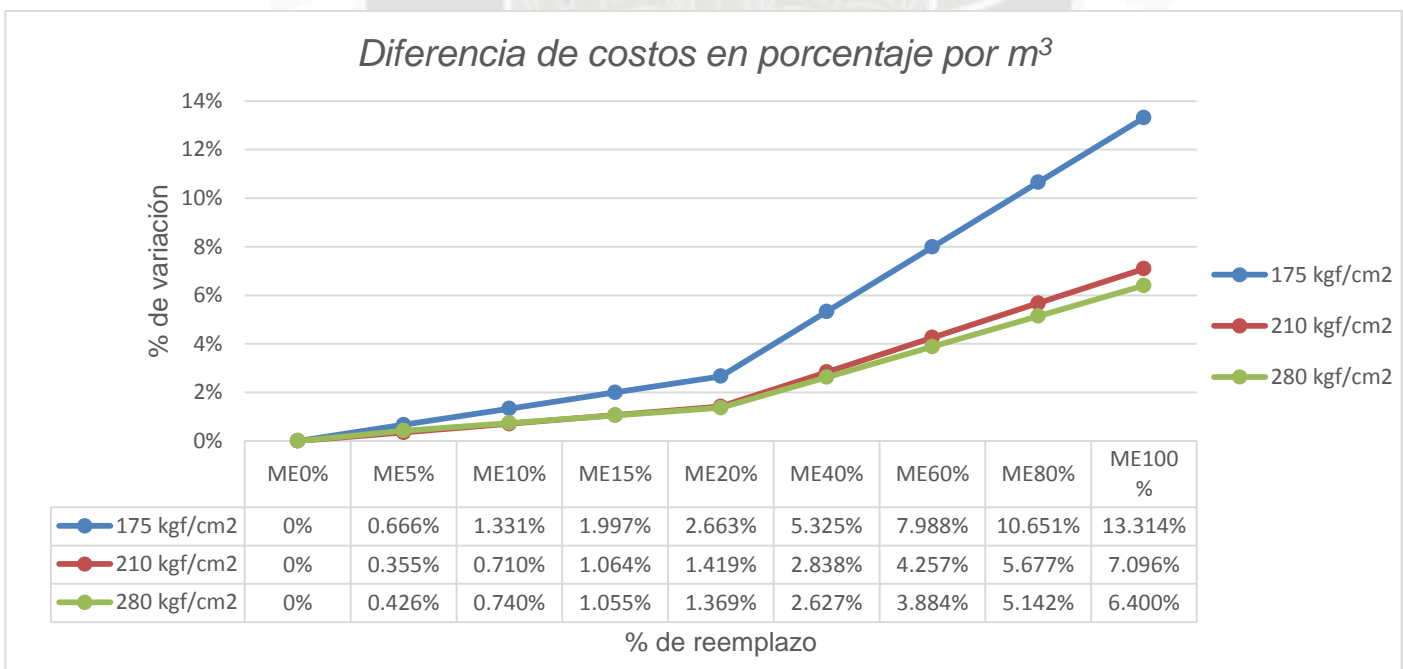
Grafica 5.1. Gráfica análisis de Costos unitarios -175 kgf/cm², 210, kgf/cm²280 kgf/cm²

5.2. DIFERENCIA DE COSTOS EN PORCENTAJES POR (m³) CON RESPECTO AL CONCRETO CONVENCIONAL.

❖ 175 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm².

Diferencia de costos en porcentaje						
Descripción	175 kgf/cm ²		210 kgf/cm ²		280 kgf/cm ²	
	%	% de variación	%	% de variación	%	% de variación
ME0	100%	0%	100%	0%	100%	0%
ME05	99.33%	0.666%	99.65%	0.355%	99.57%	0.426%
ME10	98.67%	1.331%	99.29%	0.710%	99.26%	0.740%
ME15	98.00%	1.997%	98.94%	1.064%	98.95%	1.055%
ME20	97.34%	2.663%	98.58%	1.419%	98.63%	1.369%
ME40	94.67%	5.325%	97.16%	2.838%	97.37%	2.627%
ME60	92.01%	7.988%	95.74%	4.257%	96.12%	3.884%
ME80	89.35%	10.651%	94.32%	5.677%	94.86%	5.142%
ME100	86.69%	13.314%	92.90%	7.096%	93.60%	6.400%

Tabla 5.36. Diferencia de costos en porcentajes -175 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm².



Grafica 5.2. Diferencia de costos en porcentajes -175 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm².

- *En esta grafica se pude observar que para un $f'c= 175 \text{ kgf/cm}^2$ se ahorra por m^3 más que resistencias mayores.*
- *Entonces se puede intuir que a menor resistencia mayor será el ahorro por m^3 para la elaboración de concreto.*



Conclusiones y Recomendaciones.

Capítulo 6



CONCLUSIONES

a. Si se pudo utilizar el material estéril de la Mina de Cerro Verde como reemplazo parcial del agregado grueso, obteniendo características similares a las de un concreto convencional, se lograron obtener las siguientes resistencias a los 28 días:

- Para el diseño de mezclas 175 kgf/cm² se pudo lograr un remplazo de hasta de un 100% de Material Estéril con una resistencia final de 178.34 kgf/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas. Pudiendo utilizar en la construcción de concreto de baja resistencia como; soldados, cunetas, veredas, sardineles, donde la resistencia del concreto sea igual o menor a 175 kgf/cm².
- Para el diseño de mezclas de 210 kgf/cm² se pudo lograr un remplazo de hasta 80% de Material Estéril con una resistencia final de 227.6 kgf/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas. Pudiendo utilizar en edificaciones como; viviendas familiares, construcción de departamentos, según las especificaciones Técnicas.
- Para el diseño de mezclas de 280 kgf/cm² se pudo lograr un remplazo de hasta 40% de Material Estéril con una resistencia final de 286.55 kgf/cm², y con un Slump de 3.5 pulgadas. Pudiendo utilizar en edificaciones como: Hospitales, Colegios; en elementos estructurales que soportan grandes cargas como Pilares, Zapatas, Losas, Caja de Ascensor, Escalera, según las especificaciones Técnicas.

Cumpliendo así con el objetivo general de la presente investigación.

b. Según los ensayos de resistencia a la tracción indirecta de probetas, se lograron obtener las siguientes resistencias a los 28 días:

- Para el diseño de mezclas 175 kgf/cm² se realizó:
 - I. Reemplazo de 5% de material estéril: 21.387 kgf/cm².
 - II. Reemplazo de 40% de material estéril: 23.159 kgf/cm².

- III. Reemplazo de 80% de material estéril: 23.462 kgf/cm².
- Para el diseño de mezclas 210 kgf/cm² se realizó:
 - I. Reemplazo de 15% de material estéril: 24.664 kgf/cm².
 - II. Reemplazo de 100% de material estéril: 22.036 kgf/cm².
- Para el diseño de mezclas 280 kgf/cm² se realizó:
 - I. Reemplazo de 0% de material estéril: 29.622 kgf/cm².
 - II. Reemplazo de 100% de material estéril: 28.216 kgf/cm².

Los cuales son mayores a $T = 1.5 * \sqrt{f'c}$. Por lo que se afirma que el concreto con Material Estéril tiene el mismo comportamiento a la tracción que un concreto convencional.

- c. Se diseñó para un slump de 2 a 4 pulgadas, obteniendo un slump promedio de 3.5 pulgadas para los diseños de mezclas de 175 kgf/cm², 210 kgf/cm², y de 280 kgf/cm².
- d. Mediante los ensayos de las propiedades mecánicas y físicas a los agregados; se obtuvo las siguientes conclusiones:
 - El material estéril presentó una absorción de 4.575%, y el agregado grueso de la poderosa obtuvo una absorción de 1.174%, así podemos concluir que el material estéril presenta mayor índice de porosidad en su estructura; por lo tanto necesita mayor cantidad de agua en la mezcla.
 - Según la Norma Técnica Peruana 400.019 el porcentaje límite de desgaste por abrasión tiene que ser hasta un 50%, obteniéndose los siguientes resultados:
 - I. Material estéril 37.2% de desgaste a la abrasión.
 - II. Agregado grueso 18.6% de desgaste a la abrasión.

Así se puede deducir que el desgaste a la abrasión es mayor en el material estéril que en el agregado grueso de La poderosa y esto se reflejara en la resistencia a la compresión.

- La curva granulométrica del material estéril se mantiene entre los límites superior e inferior según la Norma Técnica Peruana 400.037.
 - La obtención del peso unitario compactado sirve para la realización del diseño de mezclas por el método del comité ACI – 211, siendo este directamente proporcional al volumen de los agregados, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:
 - I. Material estéril: 1397.83 kg/m³.
 - II. Agregado grueso: 1671.41 kg/m³.
 - III. Agregado fino: 1676.03 kg/m³.
 - La obtención del peso unitario suelto sirve para el requerimiento de este material en obra, el cual influye en el análisis de costos unitarios, por lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:
 - I. Material estéril: 1279.90 kg/m³.
 - II. Agregado grueso: 1574.02 kg/m³.
 - III. Agregado fino: 1561.20 kg/m³.
 - Según el ensayo de impurezas orgánicas se obtuvieron los siguientes resultados
 - I. Material estéril: No contiene material orgánico.
 - II. Agregado fino: No contiene material orgánico.
 - III. Agregado grueso: No contiene material orgánico.
- e. Ya que el porcentaje de absorción del material estéril es mayor al del agregado grueso, la relación agua/cemento se incrementa conforme aumenta el porcentaje de reemplazo del material estéril en el diseño.

Que van:

- I. Para una resistencia de 175 kgf/cm² la a/c es de 0.66 a 0.75.
- II. Para una resistencia de 210 kgf/cm² la a/c es de 0.586 a 0.668.
- III. Para una resistencia de 280 kgf/cm² la a/c es de 0.487 a 0.556.

Se concluye que a mayor relación a/c la resistencia es menor.

- f. Según los ensayos realizados en el Laboratorio Analítico del Sur (LAS) ubicado en el parque industrial Rio Seco, podemos concluir lo siguiente:
- Los componentes químicos encontrados en el material estéril, no son perjudiciales a la salud ni al medio ambiente, ya que este material no fue procesado por la mina Cerro Verde.
 - El material estéril presenta mayor cantidad de aluminio, potasio, fierro, cobre, manganeso y magnesio.
- g. Realizando el análisis de costos unitarios para el diseño de concreto de 175 kgf/ cm² por el método del ACI se calculó que los costos por metro cubico descienden hasta en un 13.314 % para un 100% de material estéril.
- h. Realizando el análisis de costos unitarios para el diseño de concreto de 210 kgf/ cm² por el método del ACI se calculó que los costos por metro cubico descienden hasta en un 5.677 % para un 80% de material estéril.
- i. Realizando el análisis de costos unitarios para el diseño de concreto de 280 kgf/ cm² por el método del ACI se calculó que los costos por metro cubico descienden hasta en un 2.627 % para un 40% de material estéril.

RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda utilizar el material estéril hasta un 100% como reemplazo del agregado grueso para el diseño de 175 kgf/ cm², hasta un 80% para el diseño de 210 kgf/ cm², y hasta un 40% para un diseño 280 kgf/ cm².*
- b. Se recomienda que para diseños de mezclas menores a 175 kgf/ cm² se puede utilizar el 100% de material estéril previa ensayo en laboratorio.*
- c. Se recomienda mantener un PH adecuado para el óptimo curado de la probeta.*
- d. Realizar los ensayos de concreto fresco y endurecido con un mínimo de 2 personas para tener un mejor control del Slump, diámetros y mediciones.*
- e. Se recomienda hacer ensayos para tamaños nominales máximos de ½” y 1” para ampliar el campo de acción del material estéril.*
- f. Al realizar este trabajo de investigación recomendamos a la población para que utilice esta área de la mina Cerro Verde para la producción de agregado grueso ya que esto sería muy beneficioso para el medio ambiente y así poder evitar eliminar las áreas verdes en nuestra ciudad.*
- g. Se recomienda como futura investigación la incorporación de aditivos para usos de diseños de mezclas con material estéril.*

Glosario.



GLOSARIO

DDM: Depósito de Desmonte de Mina.

Dique: Es una construcción para evitar el paso del agua, puede ser natural o artificial, usualmente de tierra y paralelo al curso de un río o al borde del mar.

TMD: Toneladas métricas por día.

Drenes. Dispositivo que facilita la salida de líquidos o exudados al exterior, este funciona gracias a la gravedad.

PPM: Unidad de medida con la que se mide bajas concentraciones de una sustancia en una mezcla. Es la cantidad de unidades de una determinada sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto.

LITOLOGÍA: parte de la geología que estudia a las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

REOLOGÍA: Ciencia que analiza los principios que determinan como se mueven los fluidos.

Bibliografía.



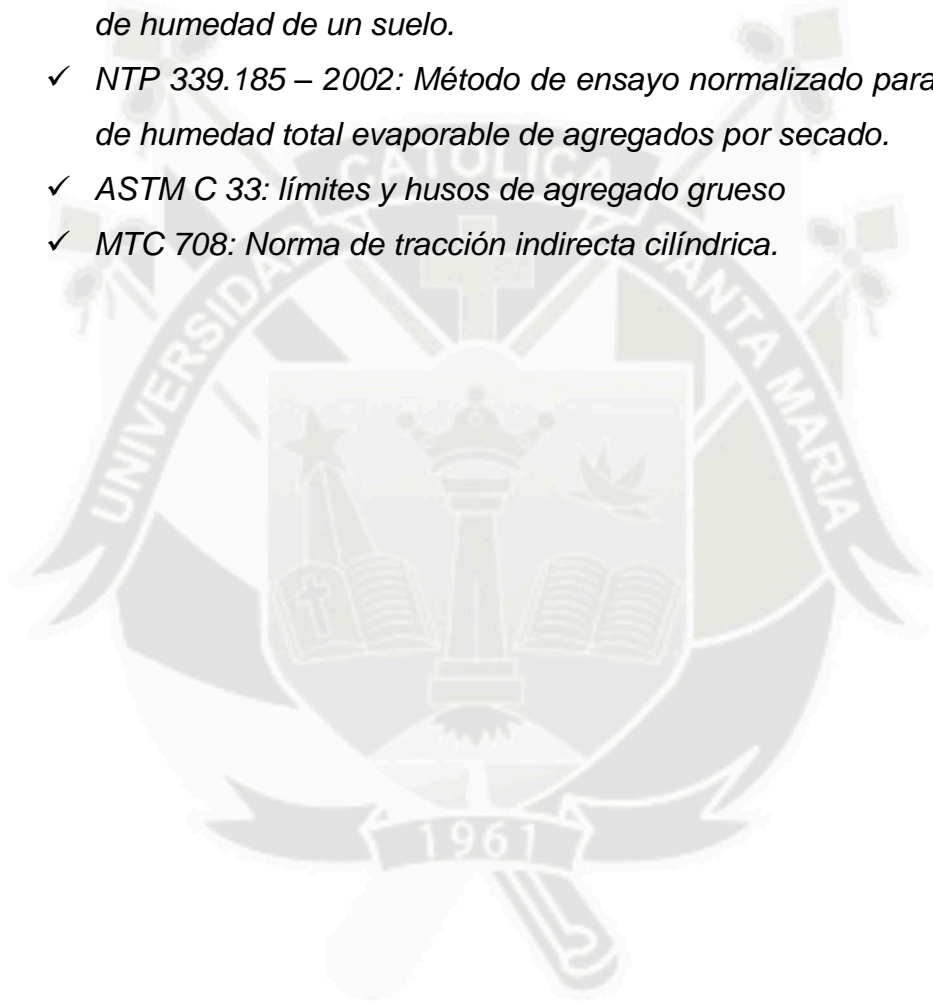
BIBLIOGRAFIA

- ✓ *Ing. Enrique Riva López; Diseño de Mezclas; Fondo Editorial ICG Primera Edición 2010.*
- ✓ *Ing. Enrique Pasquel Carbajal; Tópicos de Tecnología de Concreto; Impreso Lima, Perú 1999; Segunda Edición.*
- ✓ *Ing. Fabio Abanto Castillo; Tecnología del concreto; Editorial San Marcos; 1ra Edición.*
- ✓ *Residuos minerales.*
<http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Mineros.pdf>.
- ✓ *Estudio de impacto ambiental de sociedad minera Cerro verde*
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/cerroverde/Cerro%20Verde/anexos/anexop.pdf> .
- ✓ *Materiales de la construcción; fondo Editorial ICG; 2da Edición 2010.*
- ✓ *Diseño de mezclas por el método ACI*
https://www.academia.edu/4010257/Dise%C3%B1o_de_mezclas_por_el_m%C3%A9todo_del_ACI .
- ✓ *Agregados.*
<http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml#ixzz3UCjFJ3gR>
- ✓ *Compendio de Guía ambiental de relaves mineros.*
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/compendio-manejo.pdf>
- ✓ *Publicación de Enrique Pasquel Carbajal.*
<http://www.pucp.edu.pe/enrique-pasquel-carbajal/investigacion/>
- ✓ *Tecnología del hormigón dosificación Método ACI.*
http://www.ramos.utfsm.cl/doc/334/sc/CON252_3.pdf
- ✓ *Ficha técnica – Cemento Portland Puzolanico YURA IP.*
<http://www.yura.com.pe/productos.html>.
- ✓ *Tópicos de Tecnología de Concreto en el Perú.*

<http://es.scribd.com/doc/145311372/TOPICOS-DE-TECNOLOGIA-DE-CONCRETO-EN-EL-PERU-pdf>.

- ✓ *La realidad del relave minero, el daño y la Gestión Ambiental peruana*
<http://www.cda.org.pe/boletines/archivos/1347744612.pdf>
- ✓ *Definición clasificación de los elementos químicos del material estéril.*
<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/fe.htm>
- ✓ *Depósito de desmonte de la mina Cerro Verde*
[.http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/cerro-verde_expansion/1.1%20Texto/1_1_Texto.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/estudios/cerro-verde_expansion/1.1%20Texto/1_1_Texto.pdf)
- ✓ *ASTM C31 (Práctica estándar para Elaborar y Curar Probetas).*
- ✓ *ASTM C39 (Método Estándar de Prueba de Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto).*
- ✓ *Norma técnica: ASTM C 496: (Resistencia a la Tracción indirecta de Especímenes Cilíndricos)*
- ✓ *ASTM C 128 : Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Gravedad Específica), y la Absorción de Agregados Finos*
- ✓ *MTC E 205 – 2002: Gravedad específica y absorción de agregados finos.*
- ✓ *NTP 400.022:1979: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el pesos específico y la absorción del agregado fino*
- ✓ *ASTM C 40: Método de Ensayo Normalizado para la Detección de Impurezas Orgánicas en Agregados Finos para Concreto.*
- ✓ *MTC E 213 – 2002: Impurezas orgánicas en el agregado fino.*
- ✓ *NTP 400.013 – 2002: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros y hormigones.*
- ✓ *ASTM C 566: Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados Mediante Secado.*
- ✓ *MTC. E 108 – 200: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*

- ✓ *NTP. 339. 185 – 2002: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*
- ✓ *ASTM C 566: Método de Ensayo Normalizado para Medir el Contenido Total de Humedad Evaporable en Agregados Mediante Secado.*
- ✓ *MTC E 108 – 200: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.*
- ✓ *NTP 339.185 – 2002: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.*
- ✓ *ASTM C 33: límites y husos de agregado grueso*
- ✓ *MTC 708: Norma de tracción indirecta cilíndrica.*



Listado de Figuras.



LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1. Representación del perfil con capas verticales.	10
Figura 2.2. Representación del perfil de una cava, donde las capas tienen diferentes composiciones químicas.	10
Figura 2.3. Ubicación de la Sociedad Minera Cerro Verde.	14
Figura 2.4. Ubicación del depósito de desmonte de la mina Cerro Verde.	15
Figura 2.5. Ruta desde Tiabaya hasta el depósito de desmonte.	16
Figura 2.6. Ruta desde Tiabaya hasta el depósito de desmonte- Vista arriba.	16
Figura 2.7. Desmonte de la mina Cerro verde.	18
Figura 2.8. Material estéril (Mina Cerro Verde).	19
Figura 2.9. Roca porfírica con mineral.	19
Figura 2.10. Geología de la mina Cerro Verde.	20
Figura 2.11. Esquema litológico para Cerro Verde, Santa Rosa y Cerro Negro.	20
Figura 2.12. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.	21
Figura 2.13. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.	21
Figura 2.14. Rocas ígneas intrusivas con óxidos.	22
Figura 2.15. Restauración de una escombrera.	55
Figura 2.16. Restauración de una escombrera: a la izquierda situación inicial; a la derecha, situación final.	56
Figura 2.17. Hallando el Slump, utilizando el cono de Abrams.	58
Figura 2.18. Resistencia a la compresión	61
Figura 2.19. Tracción indirecta.	63
Figura 2.20. Lado Izquierdo: Configuración de la carga y Lado Derecho: Rotura del ensayo de tracción indirecta.	64
Figura 2.21. Composición del concreto.	64
Figura 3.1. Procedimiento: Muestra en el horno.	73
Figura 3.2. Cuarteo de la muestra.	75
Figura 3.3. Procedimiento: Colocar la muestra en la maquina tamizadora por 3 min.	76
Figura 3.4. Procedimiento: Muestra retenida en los diferentes tamices	77

Figura 3.5. Curva granulométrica del Agregado Fino según la norma - ASTM C-136.	79
Figura 3.6. Procedimiento: Haga rebosar el Agr. Fino y use la barra como regla para eliminar el material rebosante.	84
Figura 3.7. Cuarteo de la muestra.	88
Figura 3.8. Procedimiento: Poner en la estufa la muestra, hasta obtener una humedad uniforme.	88
Figura 3.9. Procedimiento: Introducir 500 g de la muestra.	89
Figura 3.10. Procedimiento: Sacar el cono, después de dar los 25 golpes.	90
Figura 3.11. Procedimiento: Fiola + agua + muestra.	90
Figura 3.12. Procedimiento: Eliminar todos los espacios vacíos de la muestra.	91
Figura 3.13. Procedimiento: Pesar fiola + agua + muestra.	92
Figura 3.14. Procedimiento: Añadir el Hidróxido de Sodio.	98
Figura 3.15. Comparación de muestra con la tabla de colores.	99
Figura 3.16. Procedimiento: Muestra en el horno.	101
Figura 3.17. Procedimiento: Cuarteo de la muestra.	104
Figura 3.18. Olla + Agregado Grueso, hallando el peso suelto de la muestra.	110
Figura 3.19 Cuarteo del agregado grueso.	113
Figura 3.20. Procedimiento: Secar la muestra con la franela.	114
Figura 3.21. Procedimiento: Pesar la muestra.	114
Figura 3.22. Procedimiento: Pesar la canasta más la muestra.	115
Figura 3.23. Máquina de los ángeles.	121
Figura 3.24. Comparación de muestra con la tabla de colores.	126
Figura 3.25. Procedimiento: Muestra en el horno.	128
Figura 3.26. Material estéril de $\frac{3}{4}$ pulg.	132
Figura 3.27. Procedimiento: Cuarteo de la muestra.	133
Figura 3.28. Procedimiento: Dar 25 golpes con la barra de metal.	140
Figura 3.29. Cuarteo del material estéril.	145
Figura 3.30. Máquina de los ángeles.	151
Figura 3.31. Procedimiento: Papel tornasol y la muestra.	155

Listado de Gráficas.



LISTADOS DE GRAFICAS

Grafica 2.1. Elementos químicos de Materiales Estériles	27
Grafica 2.2. Elementos químicos de Agregado Grueso - La Poderosa.	28
Grafica 2.3. Método de ensayo para sílice en álcalis-gravimetría (agregados)	41
Grafica 2.4. Método de ensayo para Fierro y Aluminio – Absorción Atómica.	44
Gráfica 2.5. Resultado Muestra 1 de cloruros, sulfatos y sales solubles del Material Estéril.	48
Grafica 2.6. Muestra 2 de cloruros, sulfatos y sales solubles del Material Estéril.	49
Grafica 2.7. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Agregado Grueso – La Poderosa.	49
Gráfica 2.8. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Material Estéril 1 y 2.	50
Gráfica 2.9. Cloruros, Sulfatos y Sales solubles del Material Estéril y Agregado Grueso – La poderosa.	50
Grafica 3.1. Curva granulométrica del Agregado Grueso según la norma ASTM C-136	106
Grafica 3.2. Curva granulométrica del Material estéril según la norma ASTM C-136 y NTP 400. 037.	135
Grafica 4.1. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -7días	224
Grafica 4.2. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -14días	225
Grafica 4.3: Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -21días	226
Grafica 4.4. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -28días.	227
Grafica 4.5. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -7días.	228
Grafica 4.6. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -14días.	228
Grafica 4.7. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -21días.	229
Grafica 4.8. Resistencia a la compresión-175 kgf/cm² -28días.	229
Grafica 4.10. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -7días.	231
Grafica 4.11. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -14días.	232
Grafica 4.12. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -21días	233
Grafica 4.13. Resistencia a la compresión-210kgf/cm² -28días	234
Gráfica 4.14. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -7días	235

Gráfica 4.15. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -14días	235
Gráfica 4.16. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -21días	236
Grafica 4.17. Resistencia a la compresión-210 kgf/cm² -28días	236
Grafica 4.18. Evolución de la resistencia a la compresión 210 kgf/cm²	237
Grafica 4.19. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -7días	238
Grafica 4.20. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -14días.	239
Grafica 4.21. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -21días	240
Grafica 4.22. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -28días.	241
Grafica 4.23. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -7 días.	242
Grafica 4.24. Resistencia a los compresión-280 kgf/cm² -14 días	242
Grafica 4.25. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -21días	243
Grafica 4.26. Resistencia a la compresión-280 kgf/cm² -28días	244
Grafica 4.27. Evolución de la resistencia a la compresión -280 kgf/cm².	245
Grafico 4.28. Tracción indirecta -175 kgf/cm².	249
Grafico 4.29. Tracción indirecta -210 kgf/cm².	250
Grafico 4.30. Tracción indirecta -280 kgf/cm².	251
Grafica 4.31. Variación del agua en el diseño – 175 kgf/cm², 210 kgf/cm² y 280 kgf/cm²	252
Grafica 4.32. SLUMP – 175 kgf/cm²	253
Grafica 4.33. SLUMP – 210 kgf/cm²	253
Grafica 4.34. SLUMP – 280 kgf/cm²	254
Grafica 4.35. Relación a/c – 175 kgf/cm²	255
Grafica 4.36. Relación a/c- 210 kgf/cm²	255
Grafica 4.37. Relación a/c – 280 kgf/cm²	256
Grafica 4.38. Dosificación agregado grueso y material estéril- 210 kgf/cm², 175 kgf/cm², 280 kgf/cm².	257
Grafica 5.1. Gráfica análisis de Costos unitarios -175 kgf/cm², 210, kgf/cm² 280 kgf/cm²	278
Grafica 5.2. Diferencia de costos en porcentajes -175 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm².	279

Listado de tablas.



LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1. Áreas afectadas por la infraestructura durante la etapa de operación (Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.)	5
Tabla 1.2. Superficie ocupada por los Depósitos de Desmontes de mina a través de los años (Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.)	5
Tabla 1.3. Tabla de variables e indicadores.	7
Tabla 2.1. El concreto como un sistema de 4 componentes.	65
Tabla 2.2. Límites permisibles para el agua de mezcla y curado según la norma NTP 339.088.	66
Tabla 2.3. Fases Minerales del Clinker.	67
Tabla 3.1. Resultados de Contenido de Humedad del Agregado fino.	73
Tabla 3.2. Límites y huso de agregado fino según – ASTM C 33.	77
Tabla 3.3. Resultado de la Granulometría del agregado fino.	78
Tabla 3.4. Resultado del volumen del proctor.	82
Tabla 3.5. Resultado del peso unitario compactado del agregado fino.	83
Tabla 3.6. Resultado del peso unitario suelto del agregado fino.	85
Tabla 3.7. Resultado de la gravedad específica nominal del agregado fino.	93
Tabla 3.8. Resultado de la gravedad específica aparente del agregado fino.	94
Tabla 3.9. Resultado de la gravedad específica saturada del agregado fino.	95
Tabla 3.10. Resultado de la absorción del agregado fino.	96
Tabla 3.11. Tabla de los 5 vidrios de color estándar.	98
Tabla 3.12. Tabla los resultados de contenido de materia orgánica del agregado fino.	99
Tabla 3.13. Tabla de resultados de contenido de humedad del agregado grueso.	101
Tabla 3.14. Tabla utilizada para seleccionar el peso necesario según su TMN.	103
Tabla 3.15. Tabla de límites y husos de agregado grueso ASTM C 33.	105
Tabla 3.16. Tabla de resultados de granulometría de agregado grueso.	105
Tabla 3.17. Tabla de resultados del volumen del recipiente o proctor para el agregado grueso.	109

Tabla 3.18. Tabla de resultados de peso unitario compactado de agregado grueso.	110
Tabla 3.19. Tabla de resultados del peso unitario suelto de agregado grueso.	111
Tabla 3.20. Tabla de resultados de la gravedad específica nominal de agregado grueso.	116
Tabla 3.21. Tabla de resultados de la gravedad específica aparente de agregado grueso.	117
Tabla 3.22. Tabla de resultados de la gravedad específica saturada de agregado grueso.	118
Tabla 3.23. Tabla de resultados de absorción de agregado grueso.	119
Tabla 3.24. Tabla de la Granulometría de la muestra de Agregado para Ensayo.	122
Tabla 3.25. Tabla que indica el número de esferas deberá contener el ensayo.	123
Tabla 3.26. Tabla de los resultados de la abrasión de material estéril.	124
Tabla 3.27. Tabla de los 5 vidrios de color estándar.	126
Tabla 3.28. Tabla los resultados de contenido de materia orgánica del agregado grueso.	127
Tabla 3.29. Resultados de Contenido de Humedad del Material Estéril.	129
Tabla 3.30. Tabla del peso mínimo de la muestra del ensayo, según el TMN.	132
Tabla 3.31. Tabla del de límites y husos de agregado grueso según ASTM C-33, HUSO 6.	133
Tabla 3.32. Granulometría del material estéril de la mina de Cerro Verde.	134
Tabla 3.33. Resultados del volumen del proctor.	138
Tabla 3.34. Resultados de Peso Unitario del Material Estéril.	139
Tabla 3.35. Resultados del volumen del proctor.	141
Tabla 3.36. Resultados de Absorción de Material Estéril.	142
Tabla 3.37. Resultados de Gravedad específica Nominal.	146
Tabla 3.38. Resultados de Gravedad Específica Nominal.	147
Tabla 3.39. Resultados de Gravedad Específica Saturada.	148
Tabla 3.40. Resultados de Absorción de Material Estéril.	149
Tabla 3.41. Tabla de la Granulometría de la muestra de Agregado para Ensayo.	152
Tabla 3.42. Tabla que indica el número de esferas deberá contener el ensayo.	153
Tabla 3.43. Tabla de los resultados de la abrasión de material estéril.	154
Tabla 3.44. Tabla de los indicadores del agua.	155
Tabla 3.45. Tabla de los resultados de las propiedades de los agregados.	156
Tabla 3.46. Tabla para hallar la resistencia promedio requerida.	157

Tabla 3.47. Tabla de asentamientos recomendados para estructuras.	158
Tabla 3.48. Volumen de agua por m³ agua litros / m³ para TMN de agregados y consistencia indicada.	159
Tabla 3.49. Relación A/C por resistencia, para f'cr.	159
Tabla 3.50. Relación de A/C sin aire incorporado.	160
Tabla 3.51. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.	160
Tabla 5.1. Rendimiento (m³/día).	259
Tabla 5.2. Análisis de costos unitarios para 1 m³ de material estéril.	260
Tabla 5.3. Costo total por m³ mas ganancia de 30%.	261
Tabla 5.4. Peso unitario suelto de los materiales.	261
Tabla 5.5. Tabla resumen de las cantidades-175 kgf/cm².	262
Tabla 5.6. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-175 kgf/cm².	262
Tabla 5.7. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-175 kgf/cm².	263
Tabla 5.8. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-175 kgf/cm².	263
Tabla 5.9. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-175 kgf/cm².	264
Tabla 5.10. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-175 kgf/cm².	264
Tabla 5.11. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-175 kgf/cm².	265
Tabla 5.12. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-175 kgf/cm².	265
Tabla 5.13. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo-175 kgf/cm².	266
Tabla 5.14. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo-175 kgf/cm².	266
Tabla 5.15. Tabla resumen del desarrollo de Cantidades-210 kgf/cm².	267
Tabla 5.16. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-210 kgf/cm².	267
Tabla 5.17. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-210 kgf/cm².	268
Tabla 5.18. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-210 kgf/cm².	268
Tabla 5.19. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-210 kgf/cm².	269
Tabla 5.20. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-210 kgf/cm².	269
Tabla 5.21. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-210 kgf/cm².	270
Tabla 5.22. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-210 kgf/cm².	270
Tabla 5.23. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo-210 kgf/cm².	271

Tabla 5.24. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo-210 kgf/cm².	271
Tabla 5.25. Análisis de costos unitarios –desarrollo de Cantidades-280 kgf/cm².	272
Tabla 5.26. Análisis de costos unitarios para un 0% de reemplazo-280 kgf/cm².	272
Tabla 5.27. Análisis de costos unitarios para un 5% de reemplazo-280 kgf/cm².	273
Tabla 5.28. Análisis de costos unitarios para un 10% de reemplazo-280 kgf/cm².	273
Tabla 5.29. Análisis de costos unitarios para un 15% de reemplazo-280 kgf/cm².	274
Tabla 5.30. Análisis de costos unitarios para un 20% de reemplazo-280 kgf/cm².	274
Tabla 5.31. Análisis de costos unitarios para un 40% de reemplazo-280 kgf/cm².	275
Tabla 5.32. Análisis de costos unitarios para un 60% de reemplazo-280 kgf/cm².	275
Tabla 5.33. Análisis de costos unitarios para un 80% de reemplazo-280 kgf/cm².	276
Tabla 5.34. Análisis de costos unitarios para un 100% de reemplazo-280 kgf/cm².	276
Tabla 5.35. Análisis comparativo de Costos Unitarios – tabla resumen.	277
Tabla 5.36. Diferencia de costos en porcentajes -175 kgf/cm², 210 kgf/cm², 280 kgf/cm².	279

Anexas.



ANEXO 02.

Laboratorios Analíticos del Sur S.A.S.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdesur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-03285

Fecha de emisión: 24/06/2015
Pág.: 1/2

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde, para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa
Dirección: Av. Ramon Castilla 450 La Tomilla Cayma- Arequipa
Atención: Ana Lucia Chaiña Muñoz
Recepción: 22/06/2015
Realización: 22/06/2015

Método de ensayo aplicado
*4514 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multi-ácida

Muestra #	Nombre de muestra	Descripción de muestra	Procedencia de la muestra	Ag	Al	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cu	Fe	Ga	In	K	Li	
	Agregado Grueso / La Poderosa	Agregados	Cañtera la Poderosa	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
CC1500093				14,12	>10 000	81,4	324,3	*<0,64	*<2,0	>10 000	2,23	15,86	19,05	497,0	>10 000	*<1,60	*<0,40	8 299	12,4

* <valor numérico = Límite de detección del método. " <valor Numérico " = Límite de cuantificación del método.


 Laboratorio Analítico del Sur S.A.S.
 Arequipa - Perú
 M. Sc. Ilgenisse Viquez V. 114628

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

ANEXO 03.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-01573

Fecha de emisión: 28/03/2015
Pág.: 1/2

Solicitante: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde, para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa
Dirección: Av. Ramón Castilla 450 La Tormilla Cayma- Arequipa
Atención: Ana Lucía Chaiña Muñoz
Recepción: 28/03/2015
Realización: 28/03/2015
Método de ensayo aplicado: 4514
Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES de acuerdo multi-azada

Nuestra #	Nombre de muestra	Descripción de muestra	Procedencia de la muestra	4514 Ag ppm	4514 Al ppm	4514 B ppm	4514 Ba ppm	4514 Be ppm	4514 Bi ppm	4514 Ca ppm	4514 Cd ppm	4514 Co ppm	4514 Cr ppm	4514 Cu ppm	4514 Fe ppm	4514 Ga ppm	4514 In ppm	4514 K ppm	4514 Li ppm
CP/150056	Material estéril de la Mina Cerro Verde	Agregados	CERRO VERDE	6,50	>10.000	37,2	73,7	*0,66	*2,0	1.500	4,64	13,30	115,90	1.451	>10.000	*1,60	*0,40	3.492	6,3

[Firma]
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Meltra
Gerente General
Ing. Químico CP 15474

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

ANEXO 04.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-01573

Fecha de emisión: 28/03/2015
Pag.: 2/2

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde , para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa.
Dirección: Av. Ramón Castilla 450 La Tomilla Cayma- Arequipa
Atención: Ana Lucía Chaiña Muñoz
Recepción: 28/03/2015
Realización: 28/03/2015


Método de ensayo aplicado: N°1514 Método de ensayo Multi-elemental por CP-AES digestión multi-óxido

Muestra	Nombre de muestra	Descripción de la muestra	Procedencia de la muestra	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	4514	
#				Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Se	Sn	Sr	Te	Ti	Ti	V	Zn
CP-1510056	Material estéril de la Mina Cerro verde	Agregados	CERRO VERDE	6.569	1.304	46.91	420.0	13.97	564.78	147.55	2.59	<0.64	<16	33.97	<0.80	75.34	<0.64	16.23	330.44


Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.L.
 Sixto Vicuña Juárez Néira
 Gerente General
 Ing. Químico CIP 19474

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

ANEXO 05.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-01561

Fecha de emisión: 27/03/2015
Pág.: 1/1

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde , para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa

Dirección: Av. Ramon Castilla 450 La Tornilla Cayma- Arequipa

Atención: Ana Lucia Chaiña Muñoz

Recepción: 26/03/2015

Realización: 26/03/2015


Método de ensayo aplicado

*4502 Método de Ensayo para Cloruros por Digestión Específica - Volumetría

*4503 Método de Ensayo para Sulfatos por Digestión Específica - Fotometría

*4507 Método de ensayo para sales solubles en agua por digestión específica - Gravimetría


Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4502 Cl- ppm	4503 SO4= ppm	4507 Sales Sol ppm
CC1500056	Material estéril de la Mina Cerro verde	Agregados	CERRO VERDE	68,8	300	1075



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, **<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXO 06.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-01889

Fecha de emisión: 16/04/2015
Pág.: 1/1

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde , para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa

Dirección: Av. Ramon Castilla 450 La Tomilla Cayma- Arequipa

Atención: Ana Lucia Chaiña Muñoz


Recepción: 15/04/2015

Realización: 15/04/2015

Método de ensayo aplicado

- *4502 Método de Ensayo para Cloruros por Digestión Específica - Volumetría
- *4503 Método de Ensayo para Sulfatos por Digestión Específica - Fotometría
- *4507 Método de ensayo para sales solubles en agua por digestión específica - Gravimetría


Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4502 Cl-	4503 SO4=	4507 Sales Sol	4516 Fe
#				ppm	ppm	ppm	%
CC1500065	Material estéril de la Mina Cerro verde 2	Agregados	CERRO VERDE	78	300	1363	-----



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CP 15474

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, *<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXO 07.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-02261

Fecha de emisión: 08/05/2015
Pág.: 1/1

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde , para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa

Dirección: Av. Ramon Castilla 450 La Tomilla Cayma- Arequipa

Atención: Ana Lucía Chaiña Muñoz

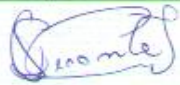
Recepción: 04/05/2015

Realización: 04/05/2015

Método de ensayo aplicado

- *4502 Método de Ensayo para Cloruros por Digestión Específica - Volumetría
- *4503 Método de Ensayo para Sulfatos por Digestión Específica - Fotometría
- *4507 Método de ensayo para sales solubles en agua por digestión específica - Gravimetría


Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4502 Cl- ppm	4503 SO ₄ ⁼ ppm	4507 Sales Sol ppm
CC1500062	Agregado Grueso / La Poderosa	Agregados	Cantera la Poderosa	125	540	1563



Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

*“<Valor numérico” = Límite de detección del método, **“<Valor Numérico” = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXO 08.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdelsur.com


INFORME DE ENSAYO LAS-15-01572

Fecha de emisión: 27/03/2015
Pág.: 1/1

Señores: Utilización de Material Estéril de la Mina Cerro Verde , para la Elaboración de Concreto en la Ciudad de Arequipa
 Dirección: Av. Ramon Castilla 450 La Tomilla Cayma- Arequipa
 Atención: Ana Lucía Chaiña Muñoz
 Recepción: 26/03/2015
 Realización: 26/03/2015

Método de ensayo aplicado
 *4501 Método de Ensayo para Sílice Soluble en Alcalis - Gravimetría (agregados)
 *4516 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Multi ácida - Absorción Atómica
 *4517 Método de Ensayo para Aluminio por Fusión Alcalina - Absorción Atómica

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4501 SiO ₂ ppm	4516 Fe %	4517 Al %
CC1500056	Material estéril de la Mina Cerro verde	Agregados	CERRO VERDE	60	4.96	16.56


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
 Gerente General
 Ing. Químico CIP 19474

*“<Valor numérico” = Límite de detección del método, *“<Valor Numérico” = Límite de cuantificación del método.
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO

CONSTANCIA

El que suscribe, **Ing. Fernando Garnica Cuba**, Encargado del Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que los señores Bachilleres en Ingeniería Civil:

CHAIÑA MUÑOZ, ANA LUCIA Código N° 2010221272
PAZ MARTINEZ, SIXTO DANIEL Código N° 2010223091

Han realizado los ensayos de Laboratorio de Suelos para complementar su trabajo de Tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo título es: “UTILIZACION DE MATERIAL ESTERIL DE LA MINA CERRO VERDE PARA LA PARA LA ELABORACION DE CONCRETOS CON RESISTENCIAS DE 175 kg/cm², 210 kg/cm² Y 280 kg/cm² EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos del Parque Industrial han sido elaborados entre el 31/03/2015 y el 26/05/2015.

Los ensayos efectuados por los testistas fueron los siguientes:

- 03 Contenido de Humedad (01 de Agregado fino y 02 de Agregado Grueso)
- 03 Ensayos de Granulometría (01 de Agregado fino y 02 de Agregado Grueso)
- 03 Ensayos de Pesos Unitarios Suelos (01 de Agregado fino y 02 de Agregado Grueso)
- 03 Ensayos de Pesos Unitarios Varillados (01 de Agregado fino y 02 de Agregado Grueso)
- 03 Ensayos de Peso Específico y Absorción (01 de Agregado fino y 02 de Agreg. Grueso)
- 02 Ensayos de Desgaste por Abrasión Agregados Gruesos
- Vaciados de Concreto para 210 Probetas Cilíndricas de D= 6” x H=12”
- 210 Ensayos de Compresión Probetas de Concreto D=6”

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 17 de Junio del 2015


UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ING. FERNANDO GARNICA CUBA
Encargado Laboratorio de Suelos y Concreto



AREQUIPA, JULIO DEL 2015