



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y
MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL
SECTOR SUR DE LA CIUDAD DE LOJA**

**TRABAJO DE FIN DE CARRERA
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

PATRICIA JOHANA DUQUE REGALADO

DIRECTOR:

ING. HUMBERTO RAMÍREZ ROMERO

LOJA - ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Ing. Humberto Ramírez Romero.

DIRECTOR

CERTIFICA:

Haber dirigido y supervisado el desarrollo del presente proyecto de tesis previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, y una vez que este cumple con todas las exigencias y los requisitos legales establecidos por la Universidad Técnica Particular de Loja, autoriza su presentación para los fines legales pertinentes.

Loja, Septiembre, del 2011

Ing. Humberto Ramírez Romero

DIRECTOR

AUTORÍA

El presente proyecto de tesis con cada uno de sus conceptos, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones emitidas, es de absoluta responsabilidad del autor.

Además, es necesario indicar que la información de otros autores empleada en el presente trabajo está debidamente especificada en fuentes de referencia y apartados bibliográficos.

Patricia Duque Regalado

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Patricia Johana Duque Regalado declaro ser autor del presente trabajo, y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

Patricia Duque Regalado

AGRADECIMIENTO

Testimonio de agradecimiento:

- ✓ A la Universidad Técnica Particular de Loja, de manera especial a los Profesores y Autoridades de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes nos impartieron sus conocimientos, experiencias y valores éticos para que nos forjemos como personas y profesionales.
- ✓ De manera especial mi sincero agradecimiento al Ing. Humberto Ramírez Romero, Director del presente proyecto, por haberme guiado y orientado tan acertadamente en mi práctica profesional.
- ✓ A todas las personas que de distinta manera colaboraron hasta la culminación de éste trabajo.

La Autora

DEDICATORIA

Dedico el fruto de mi esfuerzo;
a mis padres, pilares fundamentales en mi vida,
quienes a lo largo de mi vida han velado por
mi bienestar y educación
siendo mi apoyo en todo momento,
para cumplir esta meta trazada.

Patricia

ÍNDICE

Certificación.....	i
Autoría.....	ii
Cesión de derechos.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Dedicatoria.....	v
Índice.....	vi
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Figuras.....	x
Índice de Gráficas.....	xi
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Anexos.....	xv
Resumen.....	xvi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVOS.....	1
1.1 Objetivo General.....	1
1.2 Objetivos Específicos.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1 Generalidades sobre el hormigón.....	4
2.2 Factores que afectan la resistencia del concreto.....	7
2.3 Estudio de los materiales.....	8

2.3.1	Agregados.....	8
2.3.1.1	Arenas.....	10
2.3.1.2	Gravas.....	10
2.3.2	Agua.....	11
2.3.3	Cemento.....	12
2.3.4	Código de Diseño y Especificaciones.....	14
2.4	Requisitos de los áridos para ser utilizados en la elaboración del hormigón.....	15
2.4.1	Tamaño máximo del agregado.....	16
2.4.2	Granulometría.....	16
2.4.2.1	Granulometría del agregado fino.....	17
2.4.2.2	Granulometría del agregado grueso.....	18
2.4.3	Masa unitaria, densidad aparente suelta y compactada en los áridos.....	19
2.4.4	Determinación de los materiales más finos que 75 μm	20
2.4.5	Masa específica relativa (densidad relativa, gravedad específica).....	20
2.4.6	Desgaste de los agregados en la máquina de los ángeles.....	21
2.5	Consideraciones prácticas para determinar la calidad del hormigón.....	23
2.5.1	Colocación del hormigón.....	23
2.5.2	Revenimiento.....	24
2.5.3	Especímenes cilíndricos.....	26
2.5.4	Curado de los especímenes cilíndricos.....	27
2.5.5	Rotura de los especímenes cilíndricos.....	28

2.6 Análisis estadístico.....	30
-------------------------------	----

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....33

3.1 Proceso experimental.....	33
-------------------------------	----

3.2 Agregados.....	33
--------------------	----

3.2.1 Ensayos realizados.....	34
-------------------------------	----

3.3 Pruebas de control del hormigón fresco.....	35
---	----

3.3.1 Ensayos realizados.....	35
-------------------------------	----

3.4 Requerimientos de elaboración.....	36
--	----

3.4.1 Toma de muestras y pruebas de control de los hormigones realizados.....	36
--	----

3.4.1.1 Toma de muestras.....	36
-------------------------------	----

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....40

4.1 Análisis estadístico.....	40
-------------------------------	----

4.1.1 Ejemplo estadístico.....	40
--------------------------------	----

4.2 Interpretación de los resultados.....	42
---	----

4.2.1 Resumen de resultados del análisis de calidad de hormigones en las distintas construcciones de la ciudad de Loja.....	57
--	----

4.2.2 Resumen de resultados de la encuesta en las distintas construcciones de la ciudad de Loja.....	64
---	----

5. CONCLUSIONES.....	67
6. RECOMENDACIONES.....	70
7. BIBLIOGRAFÍA.....	71
8. ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Agregado grueso y fino.....	11
Figura 2. Agua utilizada.....	12
Figura 3. Almacenamiento del cemento.....	14
Figura 4. Colocación del hormigón.....	23
Figura 5. Realización de la prueba de asentamiento.....	25
Figura 6. Realización de los especímenes cilíndricos.....	27
Figura 7. Curado de los cilindros de hormigón	28
Figura 8. Ruptura de los especímenes cilíndricos.....	29
Figura 9. Toma de muestras del hormigón fresco.....	36
Figura 10. Realización de la prueba de asentamiento.....	37
Figura 11. Realización de las probetas cilíndricas.....	38
Figura 12. Curado de los especímenes cilíndricos.....	38
Figura 13. Ruptura de los especímenes cilíndricos.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Control de la calidad de hormigones en columnas.....	44
Gráfica 2. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en columnas.....	44
Gráfica 3. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en columnas....	45
Gráfica 4. Control de la calidad de hormigones en plintos.....	46
Gráfica 5. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en plintos.....	47
Gráfica 6. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en plintos.....	47
Gráfica 7. Control de la calidad de hormigones en muros.....	49
Gráfica 8. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en muros.....	49
Gráfica 9. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en muros.....	50
Gráfica 10. Control de la calidad de hormigones en cadenas.....	52
Gráfica 11. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en cadenas.....	52
Gráfica 12. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en cadenas....	53
Gráfica 13. Control de la calidad de hormigones en losas.....	55
Gráfica 14. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en losas.....	55
Gráfica 15. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en losas.....	56
Gráfica 16. Control de la calidad de hormigones en las edificaciones de la ciudad de Loja.....	61
Gráfica 17. Porcentaje del control de la calidad de hormigones en las edificaciones de la ciudad de Loja.....	62
Gráfica 18. Variación de los diferentes tipos de edificaciones de la ciudad de Loja.....	63
Gráfica 19. Porcentaje del mezclado del hormigón manual o en concreteira.....	64
Gráfica 20. Porcentaje del lugar de mezclado del hormigón.....	65

Gráfica 21. Porcentaje de compactación del hormigón en obra.....	65
Gráfica 22. Porcentaje de textura del árido utilizado.....	66
Gráfica 23. Porcentaje de mezclado del hormigón manual o concreteira.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las arenas.....	10
Tabla 2. Clasificación de las gravas.....	10
Tabla 3. Requisitos de gradación del árido fino.....	18
Tabla 4. Requisitos de gradación del árido grueso.....	22
Tabla 5. Campos de consistencia.....	25
Tabla 6. Resultados estadísticos generales.....	41
Tabla 7. Resultados estadísticos de la mezcla manualmente.....	41
Tabla 8. Resultados estadísticos de la mezcla a concretera.....	42
Tabla 9. Permisos constructivos de la ciudad de Loja.....	43
Tabla 10. Control de la calidad de hormigones en columnas.....	43
Tabla 11. Resumen del control de la calidad de hormigones en columnas.....	45
Tabla 12. Control de la calidad de hormigones en plintos.....	46
Tabla 13. Resumen del control de la calidad de hormigones en plintos.....	48
Tabla 14. Control de la calidad de hormigones en muros.....	48
Tabla 15. Resumen del control de la calidad de hormigones en muros.....	50
Tabla 16. Control de la calidad de hormigones en cadenas.....	51
Tabla 17. Resumen del control de la calidad de hormigones en cadenas.....	53
Tabla 18. Control de la calidad de hormigones en losas.....	54
Tabla 19. Resumen del control de la calidad de hormigones en losas.....	56
Tabla 20. Resumen del control de la calidad de hormigón en las distintas edificaciones.....	57
Tabla 21. Control de la calidad de hormigones en las edificaciones.....	58
Tabla 22. Control de la calidad de hormigones en las edificaciones.....	59

Tabla 22. Control de la calidad de hormigones en las edificaciones.....60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Determinación de la granulometría del árido fino.....	74
Anexo B. Determinación de la granulometría del árido grueso.....	76
Anexo C. Determinación de la masa unitaria del árido grueso.....	78
Anexo D. Determinación de los materiales más finos que 75 micrones en los áridos para el hormigón.....	80
Anexo E. Determinación de la densidad y absorción de agua del árido fino.....	82
Anexo F. Determinación de la densidad y absorción de agua del árido grueso.....	84
Anexo G. Determinación del valor de abrasión del árido grueso.....	86
Anexo H. Resumen de ensayos del árido fino.....	88
Anexo I. Resumen de ensayos del árido grueso.....	89
Anexo J. Determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas...	90
Anexo K. Determinación del análisis estadístico de las pruebas de resistencia.....	96
Anexo L. Encuesta de campo para la elaboración del hormigón en obra.....	102

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se lo ha realizado con el afán de evaluar la calidad del hormigón y materiales utilizados en las edificaciones en el sector sur de la ciudad de Loja.

Esta investigación tiene como objetivo fundamental determinar la resistencia con que se ejecutan las construcciones del sector sur de la ciudad de Loja; así mismo se determinó la calidad de los materiales pétreos y algunas variables que intervienen en la resistencia del hormigón. Se realizó un muestreo aleatorio, de cincuenta construcciones, es decir se muestreo dos probetas por cada construcción; éstos ensayos se hicieron en base a las normas INEN y ASTM; cada una de los datos obtenidos fueron calculados y tabulados, los mismos que se representan gráficamente y en barras, a fin de facilitar la interpretación de los resultados.



OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

- Determinar la calidad de hormigones y materiales utilizados en las edificaciones en el Sector Sur de la ciudad de Loja.

1.2 Objetivos específicos

- Verificar la resistencia a la compresión del concreto hecho en obra.
- Medir el asentamiento del hormigón utilizado en obra, mediante el cono de Abrams.
- Determinar el tamaño de las partículas que componen el concreto hecho en obra.
- Comprobar el índice de calidad que presenta los agregados al desgaste.
- Establecer si la granulometría de los agregados utilizados cumple con la norma ASTM y la norma INEN.



INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el ser humano ha tenido la necesidad de investigar el mundo que le rodea, siempre ha estado preocupado por imponer un orden en la gran diversidad de hechos y fenómenos que observa; pero las personas tienden a olvidar rápidamente las desgracias que dejan los sismos, desistiendo a un lado el daño o la pérdida que causaron en dichos elementos, que pueden ser las estructuras, personas, bienes y sus actividades colectivas.

Los daños o pérdidas producidos a las edificaciones, por causa de los sismos, permite establecer el grado de severidad o intensidad del fenómeno ante el cual el elemento está expuesto; considerando que se incrementan la inseguridad en los sectores más desprotegidos.

La mayor parte de América Latina y el Caribe se cuentan entre las regiones con más alto riesgo sísmico, ya que se encuentran ubicados, donde las placas terrestres continentales y oceánicas se colisionan entre sí, produciendo fuertes movimientos sísmicos.

Nuestro país está dividido en cuatro zonas sísmicas, la provincia de Loja en tres, designadas como 2, 3 y 4. La ciudad de Loja está ubicada en la zona 2, a la que le corresponde un factor de zona sísmica igual a 0.25; considerando que la de mayor peligrosidad concierne a la costa norte que está definida por 0.35g, y la de menor peligrosidad es la región nororiental con 0.15g.



Los deterioros producidos en las construcciones debido a los sismos, se deben a: la limitada resistencia a carga lateral de los elementos verticales de soporte de la estructura, la poca ductilidad, el deficiente armado de las secciones y conexiones, la unión de la estructura con su cimentación y la de ésta con el suelo, el golpeteo entre edificios adyacentes, la interacción entre elementos supuestamente no estructurales y las columnas, entre otros.

Muchas veces la falta de conocimiento técnico produce técnicas constructivas muy vulnerables, dando como resultado una ejecución final muy defectuosa, trayendo como consecuencia pérdidas humanas y económicas cuando se producen eventos sísmicos.

El uso del concreto en la construcción es universal debido a las propiedades que son: resistente, no combustible, durable, resistencia al desgaste y prácticamente impermeable, que requiere poco o nulo mantenimiento.

Los reglamentos y normas de diseño sismorresistente de elementos estructurales tienen como objetivo evitar el colapso, pero aceptan daños ante un sismo de alta intensidad que pueda causar daños a la vida útil de la estructura y evitar deterioros de cualquier tipo ante sismos de menor intensidad que tengan una posibilidad de presentar daños en este lapso.

Considerando que el hormigón es un material relativamente débil a la tensión, esto impide el uso de elementos estructurales sometidos a tensión, por lo que es indispensable utilizar acero para reforzar el concreto debido a su gran capacidad de resistir a la tensión, obteniendo de esta manera dar a los elementos estructurales una mayor capacidad portante.



Bien es sabido que el colapso de una estructura de hormigón armado se produce por la falla de los elementos soportantes, razón por la cual se ha realizado esta investigación, para analizar cómo se está llevando a cabo la construcción de los distintos elementos estructurales.

2.1 Generalidades sobre el hormigón

En la ciudad de Loja al igual que todas las provincias del Ecuador la mayoría de las edificaciones son construidas especialmente con concreto y acero de refuerzo.

El hormigón es una mezcla dosificada de agregados inertes, como lo son: grava, arena, cemento, agua e impurezas; la buena calidad del concreto depende básicamente de sus elementos y de la unión de ellos; logrando una buena durabilidad, resistencia, colado y otras propiedades.

El hormigón es un material que resiste a la compresión pero no a la tracción, se debe determinar la edad del hormigón al mismo tiempo que su resistencia; sabemos que el concreto es uno de los materiales más importantes en la construcción, ya que debemos establecer sus características como material constructivo, determinando el diseño de mezcla con el cual se evalúa la calidad de agregado tanto fino como grueso y el cemento que debe llevar la muestra para que tenga una resistencia óptima.

Para que exista una excelente resistencia, no es factible aumentar la cantidad de cemento y disminuir el agua; un hormigón muy líquido tendría una pésima resistencia, en cambio un hormigón seco, nos llevaría a mejorar su plasticidad con la ayuda de la vibración y no sería un hormigón plástico, produciendo así vacíos en los res-



pectivos moldes y produciendo orificios que serán puntos débiles en la construcción, originando un hormigón de baja resistencia.

El concreto se vuelve más resistente con el tiempo, siempre y cuando exista humedad disponible y se tenga una temperatura favorable. Por tanto, la resistencia del hormigón a cualquier edad en particular no está en función de la relación agua – cemento, ya que el endurecimiento es progresivo sino del grado de hidratación que alcance el cemento; pero no podríamos hacer un hormigón muy seco.

Para que un concreto tenga una buena resistencia tiene mucha influencia la calidad de la pasta y como está realizada, cada partícula de agregado debe estar completamente cubierta con pasta y también todos los espacios entre partículas de agregado.

El mezclado incide mucho dependiendo del esfuerzo y cuidado para obtener una mezcla homogénea, la forma de colocación de los ingredientes en la mezcladora desempeña un papel importante para obtener una uniformidad en el producto terminado, pero se puede variar esta secuencia y así obtener un hormigón de calidad.

Para que exista una buena trabajabilidad es necesario que el agregado sea en forma esférica (bien redondeada y compactada) con una superficie relativamente suave; también es importante considerar la superficie de los agregados, puesto que una superficie rugosa requiere más lubricación para el movimiento, los agregados triturados poseen una superficie más áspera que la arena y grava natural puesto que la superficie no ha sido gastada suavemente por los efectos del agua y el ambiente.

La masa del concreto recién mezclada al ser deposita en el lugar que será destinado, presenta cavidades en forma de panal de abeja debido al aire atrapado; si se



permite endurecer en estas condiciones el concreto será irregular, débil, poroso y presentará muy baja adherencia con el acero de refuerzo; es por ello que la mezcla debe compactarse para que pueda presentar las propiedades esperadas por el concreto.

La vibración también llamada consolidación depende de la trabajabilidad que presente la mezcla, las condiciones de colado y el grado de desaereación deseado; se logrará eliminar las burbujas de aire atrapado siempre y cuando se compacte de una forma adecuada; pero para lograr esto debemos tener: “Buenas especificaciones, buenas proporciones de la mezcla, selección del equipo apropiado y buenas prácticas de mantenimiento para garantizar que se conserve en buen estado, capacitación adecuada a los trabajadores respecto a los procedimientos apropiados en el campo, supervisión y pruebas adecuadas para verificar que se sigan los procedimientos correctos.” (Compactación del concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1990, pp. 101).

Una de las formas para comprobar la calidad del hormigón fue estableciendo su plasticidad a través del ensayo de asentamiento, éste se trata de determinar la trabajabilidad por medio del cono de Abrams; pero en su estado sólido realizamos la elaboración de probetas cilíndricas que nos ayudan a comprobar su resistencia. “Los concretos con revenimiento de más de 7.5 cm requieren varillado. Se prohíbe el vibrado por el riesgo de eliminar el aire incluido, los concretos con revenimientos entre 2.5 y 7.5 cm pueden compactarse ya sea mediante varillado o vibrado, los concretos con revenimientos menores de 2.5 cm requieren vibrado”. (Compactación del concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1990, pp. 107).



2.2 Factores que afectan la resistencia del concreto

La resistencia del concreto depende de algunos factores que afectan a éste como lo es: la calidad y cantidad de sus elementos constitutivos (agregados, cemento y agua); y el proceso de la calidad del concreto (mezclado, transporte, colocación, compactación y curado).

La resistencia a compresión es la propiedad más valorada del concreto, ya sea porque es el principal indicador de la resistencia del material o porque es una propiedad que se identifica con las características del concreto; ésta puede variar según la calidad del agregado y la dosificación que tenga este en la mezcla del concreto, considerando que las dosificaciones con agregados finos dan como resultado hormigones con menos resistencia debido al desgaste y a la excesiva contracción.

La trabajabilidad es la propiedad de concreto recién mezclado, para que exista una buena trabajabilidad es necesario que presente una buena granulometría, la forma de las partículas y las propiedades del agregado, el contenido de cemento, los aditivos (cuando se emplean), así como la consistencia de la mezcla.

Debe considerarse que la trabajabilidad del concreto no es constante, aun teniendo el mejor cuidado, es por ello que el exceso de trabajabilidad es un inconveniente ya que tiende a incrementar el costo de la mezcla y alcanzar a reducir la calidad del concreto endurecido; “cuando el exceso de trabajabilidad es resultado de una consistencia demasiado fluida, la mezcla también será inestable y es probable que se segregue durante el proceso de compactación ”(Compactación del concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1990, pp. 18).



También existen algunos otros agentes que influyen en los resultados a la compresión como lo es: el curado inicial, el tamaño de la probeta, la velocidad de aplicación de la carga, la esbeltez de la probeta, el estado de humedad.

Los factores antes mencionados afectan de una u otra manera la calidad del concreto y su resistencia a la compresión f^c , que debe tener para que cumpla adecuadamente los requerimientos para los que ha sido diseñado.

Tiene mucha influencia la temperatura en el fraguado y endurecimiento del concreto ya que el frío aumenta el tiempo de fraguado y el endurecimiento es más lento y el calor disminuye ligeramente el tiempo de fraguado y acelera el endurecimiento.

La necesidad de contar con un concreto de alta calidad es indispensable, es por ello que nos vemos obligados a conocer en detalle sus componentes y propiedades físicas y químicas ya que la resistencia como la durabilidad depende de ellos, especialmente de los agregados.

2.3 Estudio de los materiales

2.3.1 Agregados. Los agregados son materiales inertes naturales o artificiales, también tienen el nombre de “esqueleto mineral” del concreto, la descomposición de las rocas puede ser natural, por la acción del clima o artificial, provocada por el hombre; se denomina árido fino o arena a los que pasan por el tamiz de 5 – 7 mm de malla o diámetro, según cada país, y árido grueso o grava de 7 a 100 mm.

Se considera que los agregados no tienen participación alguna en el fraguado y endurecimiento del hormigón, pero si tiene especial importancia en sus propiedades



mecánicas, físicas y químicas del hormigón; el agregado fino como el agregado grueso ocupa generalmente entre el 60 y el 75% del volumen del concreto e influye fuertemente en las propiedades tanto en estado fresco como endurecido, el resto es ocupado con agua, cemento y vacíos.

Después de colocado el concreto, siempre hay pequeños poros de aire en la masa, deduciendo que entre menos agua se utilice, se tendrá una mejor calidad de concreto para que se pueda consolidar adecuadamente y mientras se tenga una granulometría mala se necesitará más cantidad de agua que con una buena calidad granulométrica ya que presenta diferentes propiedades. Se clasifican de acuerdo a su forma en:

- ***Cantos rodados o naturales.*** Estos se obtienen de los ríos donde han sido sedimentados a lo largo de un lapso de tiempo, pero por lo general son de naturaleza química muy variada (Silíceos, cuarcitas, calizas, granitos, etc.) y van acompañados por arcillas y limos, los fragmentos ruedan siguiendo el curso de las aguas, en cuyo fondo se depositan de mayor a menor tamaño; son por lo general de formas redondeadas y con superficies lisas y sin aristas; estos áridos son tanto mejores cuando se aproximan a la forma de una esfera.
- ***Machaqueo o triturados.*** Se obtienen como consecuencia de la trituración de materiales extraídos de canteras, por lo general son de un solo tipo de roca y a estos yacimientos se los denomina canteras, generalmente son de superficies rugosas y con aristas vivas; estos áridos triturados serán mejores en cuanto se acerquen a un cubo, ya que las piedras planas reducen la resistencia del hormigón.



Los agregados se clasifican en gravas y arenas:

2.3.1.1 Arenas. Es el elemento de mayor importancia y da la mayor influencia a la calidad del hormigón ya que es un producto de descomposición natural de las rocas, por los procesos mecánicos o químicos y que, arrastradas por las aguas se acumulan en lugares llamados playas o arenales; son un conjunto incoherente de granos o partículas de piedra dura, limpias de arcillas, barros o materia orgánica de diversa forma o composición química y el tamaño menor de 5mm y mayor de 0,02 mm.

Las arenas de acuerdo a su tamaño reciben diferentes nombres.

Tabla 1. Clasificación de las arenas

ARENA	0	0,05 mm	Filler
	0,05	2,00 mm	Arena Fina
	2,00	5,00 mm	Arena Gruesa

Fuente. Tecnología del Concreto, Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas, 1988.

2.3.1.2 Gravas. Se definen a las gravas como arenas de gran tamaño, es decir a los áridos de un diámetro superior a 5mm. Las gravas de acuerdo a su tamaño reciben diferentes nombres.

Tabla 2. Clasificación de las gravas

GRAVAS	5	12	Garbancillo
	12	25	Gravilla
	25	40	Grava
	40	80	Grava Gruesa
	80	150	Morro bolos

Fuente. Tecnología del Concreto, Colegio de Ingenieros Civiles del Guayas, 1988.



Figura 1. Agregados Grueso y Fino



Fuente. La Autora

2.3.2 Agua. El agua para la elaboración del concreto no debe contener sustancias nocivas al fraguado que alteren perjudicialmente las características del hormigón; ocupa entre el 10 y 25 por ciento de cada metro cúbico producido.

El agua debe estar disponible en cantidades suficientes al momento de la elaboración del hormigón y debe ser utilizable a una temperatura regulada y consistente, a fin de evitar fluctuaciones en la temperatura, y en el revenimiento del concreto; cuando se emplea agua caliente es conveniente extender el tiempo del amasado para alcanzar una buena homogeneidad de la masa, sin la formación de grumos.

Cuando se desconoce la procedencia del agua utilizada, su calidad y composición química, se corre un gran riesgo, porque aunque la relación “a / c” sea la deseada, no se sabe si en el interior del hormigón el agua provocará un beneficio o un inconveniente; ya que puede afectar no solo el tiempo del fraguado, la resistencia del concreto, la constancia de volumen, sino también la corrosión del refuerzo.



En general, se establece que si el agua es potable, es la adecuada para usarla como agua de mezcla para el concreto; “la cantidad de agua que se añade a la mezcla de áridos y de cemento depende de la humedad natural de los áridos, de su naturaleza y de su tamaño, oscila generalmente entre 100 y 150 litros por metro cúbico” (Lentz, Sexta Edición, pp. 50).

Figura 2. Agua utilizada



Fuente. La Autora

2.3.3 Cemento. El cemento Portland es el más importante que todos los aglomerantes, es decir, es un material inorgánico finamente dividido, que está en contacto con el agua y tiene que pasar un proceso de fraguado y endurecimiento en virtud de reacciones y proceso de hidratación hasta alcanzar la consistencia de piedra.

Este producto no es un compuesto simple; sino que es una mezcla de varios compuestos que son calcinadas hasta una fusión parcial, mezclas íntimas y homogéneas, preparadas artificialmente con materias calizas y arcillas que están dosificadas en proporciones adecuadas para producir el “clinker” y luego la molienda de clinker con una proporción baja de yeso (5% aprox.).



La característica más importante que debe tener el cemento es su calidad para ser sometido al tratamiento higrotérmico con el objeto de conseguir un rápido fraguado y endurecimiento; en el futuro el comportamiento del cemento dependerá siempre de la naturaleza y proporción de los minerales y no de su composición química.

La mayor preocupación en la construcción es tener un hormigón que sea estable y que se endurezca a la acción del agua y el aire, éste se debe añadir después de los agregados, debe almacenarse en un sitio ventilado y libre de humedad, para que no se endurezca antes de su uso.

“Si la manipulación de los sacos de cemento se realiza a mano, su temperatura no excederá del mayor de los dos límites siguientes: cuarenta grados centígrados y temperatura ambiente más cinco grados centígrados” (ANDECE, 1971, pp. 31).

Se puede reducir la cantidad del cemento cuando: “La mezcla contiene agregado graduado al mayor tamaño máximo posible, el contenido de arena no es más del necesario para obtener la trabajabilidad deseada y se mantiene con seguridad reventamientos bajos, de 2,5 a 5cm.” (Compactación del Concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, pp. 69).



Figura 3. Almacenamiento del Cemento



Fuente. La Autora

2.3.4 Código de diseño y especificaciones. Con el pasar del tiempo cada país ha ido desarrollando y mejorando su propia normativa y sistemas de construcción; es por ello que nosotros contamos con el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC – 2000), las normas ASTM (American Society for Testing and Materials), las normas INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización) y la norma de construcción emitida por el ACI (American Concrete Institute), que a lo largo de los años se han ido revisando y actualizando, en base a estas normas existe la confianza y credibilidad de los resultados obtenidos, ya que presentan requisitos mínimos para materiales, análisis estructural, dimensionamiento de elementos, entre otras especificaciones.

El diseño del concreto en la provincia de Loja debe cumplir con las normativas antes mencionadas; se logrará esto cuando se tome en cuenta cada uno de los equipos, cálculos, observaciones y procedimientos y que éstas se realicen de la forma como se indica y no se produzca ninguna ambigüedad.



2.4 Requisitos de los áridos para ser utilizados en la elaboración del hormigón

Tanto en los áridos finos como gruesos deben determinarse las características físicas como químicas así como también las sustancias extrañas ya que influyen mucho para la elaboración del hormigón de calidad.

Para que los agregados sean óptimos en la construcción civil deben cumplir con ciertos criterios: no deben ser descompuestos por agentes atmosféricos, evitar agregados que contengan cantidades apreciables de esquistos, materiales blandos y porosos, las partículas deben ser limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos, no deben de contener sustancias que perjudiquen al hormigón o alteren el fraguado como arcillas, limos u otros materiales finos en cantidades que pueda afectar la hidratación y adherencia de la pasta del cemento.

Las partículas planas y elongadas no se deben utilizar o por lo menos limitar en relación al 15% de la masa total del agregado ya que este tipo de agregado requiere un aumento del agua de mezcla y por lo tanto afecta a la resistencia del concreto.

La determinación de la granulometría de los áridos es una cuestión muy importante en la resistencia del hormigón, ya que la calidad del hormigón no depende solamente de la cantidad de cemento, de agua y del árido; con una granulometría adecuada se obtiene cada vez valores mayores a la compresión, logrando con ello reducir el número de vacíos, éstos son los orificios dejados por el agregado grueso y serán llenados por el fino.



En la mayoría de los países hay normas para determinar las características y cualidades que deben cumplir los áridos para la elaboración de hormigones; en el caso del Ecuador debe cumplir con las norma INEN 872.

A continuación se detallará algunas propiedades importantes de los agregados que afectan la calidad del hormigón:

2.4.1 Tamaño Máximo del Agregado. La utilización de agregado máximo se limita al tamaño y forma de los elementos que van a construirse con hormigón y del espaciamiento y localización del acero de refuerzo; cuando se selecciona el agregado se debe tener en cuenta el factor económico ya que utilizando un agregado de mayor tamaño nos ayudará a reducir la cantidad de cemento y el contenido de agua de la mezcla, reduciendo con ello la contracción potencial y el costo de la producción del hormigón.

2.4.2 Granulometría. La granulometría es la división del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices, para ello aplicamos la norma ASTM C 136 y la norma INEN 696, se describen los resultados en los Anexos A y B.

El tamaño de las partículas del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas; para el agregado fino existen siete tamices normalizados cuyas aberturas varían de 150 μm a 9.5 mm, mientras que para el agregado grueso se ensaya por medio de 13 tamices estándar, con aberturas que varían de 1.18 mm a 100 mm.



Las diferencias en la granulometría pueden afectar seriamente las propiedades relativas de los agregados como la demanda de agua y cemento, trabajabilidad, bombeabilidad, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

La granulometría y los límites granulométricos se expresan generalmente en porcentaje de material que pasa a través de cada tamiz; las arenas muy finas son normalmente antieconómicas, mientras que las arenas y gravas gruesas pueden producir mezclas sin trabajabilidad.

2.4.2.1 Granulometría del Agregado Fino. La granulometría del árido fino depende del tipo de obra que se construirá, el tipo de mezcla y del tamaño máximo del agregado; cuando se tiene mezclas pobres o cuando usamos agregados en pequeñas dimensiones es conveniente que la granulometría se aproxime al porcentaje máximo recomendado por cada tamiz, así se puede obtener una buena trabajabilidad.

De acuerdo a la norma ASTM C33 (Especificación de norma para agregados para concreto), se considera que entre dos tamices próximos indicados en la Tabla 3, no debe detenerse más del 45% del árido fino y su módulo de finura debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1; si el módulo de finura varía en más de 0.20, el árido fino debe ser eliminado.

Las cantidades de agregado fino que pasan a través de los tamices de 300 μm y de 150 μm afectan disminuyendo la trabajabilidad, por ende alteran la textura superficial, el contenido de aire y el sangrado (exudación del concreto).



Según la norma ASTM C 125, nos permite calcular el módulo de finura tanto del árido fino como del grueso, sumando los porcentajes acumulados de la masa retenida en cada uno de la serie de los tamices especificados y dividiendo esta suma por cien.

El módulo de finura es un índice de finura de agregado; cuanto mayor es el módulo de finura más grueso es el agregado; en definitiva, a menor módulo de finura de la arena, se necesita mayor cantidad de agregado grueso, mientras que a mayor módulo de finura la cantidad de agregado grueso disminuye.

En la siguiente Tabla 3 se especifica la cantidad de porcentaje que debe de pasar de acuerdo a la norma INEN 872.

Tabla 3. Requisitos de Gradación de Árido Fino

TAMIZ INEN	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm	100
4.75 mm	95 a 100
2.36 mm	80 a 100
1.18 mm	50 a 85
600 μm	25 a 60
300 μm	10 a 30
150 μm	2 a 10

Fuente. Norma INEN 872

2.4.2.2 Granulometría del Agregado Grueso. De acuerdo a las norma ASTM C 33 (Especificación de norma para agregados para concreto) se establecen límites



más amplios, a diferencia que para el agregado fino, en la que a la granulometría se refiere.

El tamaño del árido grueso influye en la economía del hormigón ya que necesita una mayor cantidad de agua y cemento; esta variación de tamaño máximo de agregados puede alterar la resistencia final utilizando una relación baja de agua - cemento, a la vez produciendo mezclas muy rígidas.

La calidad de hormigones con agregados de tamaño mayor necesita mayor cantidad de agua y cemento debido al aumento de área superficial del agregado, en comparación con hormigones elaborados con agregados de tamaño máximo menor.

La granulometría del árido grueso debe cumplir lo que especifica la norma INEN 872, como se indica en la Tabla 4.

2.4.3 Masa Unitaria, Densidad aparente Suelta y Compactada en los Áridos. La masa unitaria en estado suelto o compactada, de los áridos naturales o material obtenido por la trituración de las rocas, se determina de acuerdo a la norma ASTM C29 y la norma INEN 858, y consiste en llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, este volumen unitario especificado es aquel que es ocupado por los agregados y los vacíos existentes entre las partículas del agregado.

La cantidad de vacíos entre las partículas afecta la demanda de pasta en el diseño de la mezcla y varía entre el 30 al 45% en el agregado grueso y cerca del 40 al 50% en el agregado fino.



La norma ASTM C 29 nos indica tres métodos para la consolidación del agregado en el recipiente dependiendo del tamaño máximo del agregado: varillado, sacudido y vaciado con pala; los resultados de la obtención de la masa unitaria o densidad aparente suelta o compactada, se indica en el Anexo C.

2.4.4 Determinación de los Materiales más finos que 75 μm . Es importante realizar este ensayo ya que nos permite determinar si existe, la cantidad, de material más fino que 75 μm ; si se encuentra, aumenta la compacidad y resistencia mecánica del hormigón, pero considerando que no deben sobrepasar los porcentajes máximos establecidos en la norma INEN 872.

Este ensayo se hace de acuerdo a la norma ASTM C 117 y la norma INEN 697, cuyo procedimiento se basa en lavar la muestra, ya sean áridos naturales u obtenidos por trituración.

Los resultados de la determinación de material más fino que 75 μm de los agregados en estudio, se indica en el Anexo D.

2.4.5 Masa específica Relativa (densidad relativa, gravedad específica). Es la relación entre la masa del agregado y la masa del agua con el mismo volumen absoluto; éste ensayo se lo realiza para cálculos de proporcionamiento y control de mezclas, mediante el cual no se utiliza como medida de control del agregado.

Las normas ASTM C 127; ASTM C 128; INEN 1573 describen los métodos de ensayo para la determinación de la masa específica relativa de los agregados fino y grueso, ver los resultados en los Anexos E y F respectivamente.



2.4.6 Desgaste de los Agregados en la Máquina de los Ángeles. La resistencia al desgaste de los áridos gruesos, se realiza de acuerdo a la norma ASTM C 535 y la norma INEN 860 (“Árido grueso de partículas menores a 37.5 mm mediante el uso de la máquina de los Ángeles”); cuyo ensayo consiste en producir desgaste al espacio de las partículas del árido grueso, mediante una carga abrasiva combinada por esferas de acero, ruedas de afilar o discos bajo presión sobre la superficie al ser sometido al conjunto a rotación a través de la máquina de los ángeles.

Los resultados de los ensayos indican que la resistencia a la abrasión está fuertemente relacionada con la resistencia a compresión del concreto, un concreto con mayor resistencia a compresión tiene más resistencia a abrasión que el concreto con menor resistencia a compresión. La determinación del valor de desgaste por medio de la abrasión del árido grueso, son los que se indica en el Anexo G.



Tabla 4. Requisitos de Gradación de Árido Grueso

(1) TAMIZ INEN Aberturas cuadrada (mm)	PORCENTAJE DE MASA QUE DEBE PASAR POR LOS TAMICES INEN INDICADOS EN LA COLUMNA (1) PARA SER CONSIDERADO COMO ÁRIDO GRUESO DE GRADO:									
	90 – 37.5 mm	63 – 37.5 mm	53 – 4.75 mm	37.5 – 4.75 mm	26.5 – 4.75 mm	19 – 4.75 mm	13.2 – 4.75 mm	9.5 – 2.36 mm	53 – 26.5 mm	37.5 – 19 mm
106	100									
90	90 - 100									
75		100								
63	25 - 60	90 - 100	100						100	
53		35 - 70	95 - 100	100					90 - 100	100
37.5	0 - 15	0 - 15		95 - 100	100				35 - 70	90 - 100
26.5			35 - 70		95 - 100	100			0 - 15	20 - 55
19	0 - 5	0 - 5		35 - 70		90 - 100	100			0 - 15
13.2			10 - 30		25 - 60		90 - 100	100	0 - 5	
9.5				10 - 30		20 - 55	40 - 70	85 - 100		0 - 5
4.75			0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10	0 - 15	10 - 30		
2.36					0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 10		
1.18								0 - 5		

Fuente. Norma INEN 872



2.5 Consideraciones prácticas para mejorar la calidad del hormigón

2.5 .1 Colocación del Hormigón. La entrega del concreto en la obra debe estar programada de manera que se coloque rápidamente al llegar, muchas de las veces la entrega se realiza cuando no está lista para recibirlo en la zona de trabajo y el control del revenimiento se pierde en ese instante; es por esto que el equipo de colocación del concreto debe estar lo suficientemente preparado para cumplir con eficiencia, con el objetivo de no retrasar las etapas del trabajo.

Tomando en cuenta que todo el equipo de trabajo debe estar en condiciones óptimas para no provocar demoras, ya que si no existe esto provocará retrasos haciendo más lenta la colocación y provocando seriamente la calidad del trabajo.

Figura 4. Colocación del Hormigón



Fuente. La Autora

Las características para obtener una buena colocación y curado son: “Que el concreto se maneje y transporte con un mínimo de segregación y de pérdida de revenimiento, que el concreto se coloque en el lugar donde va a permanecer, que el concreto se coloque en capas lo suficientemente delgadas a fin de asegurar el vibrado



hasta la parte profunda de la capa inmediatamente inferior, que las juntas se fabriquen en concreto sólido y limpio, que las operaciones de acabado y su ritmo se guíen únicamente por el grado de terminación del concreto respecto a ellas y nada más, que el curado se conduzca de manera tal que en ningún momento durante el período descrito, carezca el concreto de la humedad y control de temperatura necesarios, de manera que la hidratación continúe desarrollando la totalidad del potencial de resistencia y durabilidad del concreto.” (ISBN 968 – 18 – 3442 -9, 1990, pp. 39).

2.5.2 Revenimiento. Esta prueba de revenimiento es el ensayo más usado y aceptado para medir la consistencia de la mezcla empleada en las construcciones, la consistencia o fluidez depende del contenido de agua en la mezcla del hormigón, éste puede ser el primer control que se ejecute durante el mezclado, para así realizar los respectivos ajustes obteniendo una buena calidad del concreto.

Si el hormigón posee un revenimiento excedido, con pequeño tamaño máximo de agregado y exceso de arena existe el riesgo de que su calidad sea deficientemente elevada, pero tiene bastante acogida ante el personal de campo ya que su exceso de trabajabilidad resulta menos laborioso ante el proceso de colado; y si el asentamiento es reducido requerirá mayor esfuerzo de compactación y sobre todo no puede quedar bien compactada teniendo como resultado también un hormigón defectuoso.

La determinación de la consistencia se realiza través de la medición del asentamiento de cono de Abrams, Norma ASTM C 143, como se indica en la siguiente figura 5.



Para realizar el ensayo de asentamiento, debe considerarse que de acuerdo a la norma española es solamente adecuado este método para áridos de tamaño inferior a 40 mm; considerando lo antes señalado se realiza a través de un molde sin fondo de forma tronco - cónico de hierro de 30 cm de altura, 10 cm de base superior y 20 cm de base inferior, y una varilla de compactación de 1.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud cuyo extremo está redondeado.

Figura 5. Realización de la prueba del Asentamiento



Fuente. La Autora

En función del asentamiento se puede determinar su consistencia, seca, plástica o fluida como se indica en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. Campos de consistencia

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO (CM)
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 5
Blanda	6 a 9
Fluida	10 a 15
Líquida	>16

Fuente. Tecnología del Concreto Tomo II, Dr. José Anguera



2.5.3 Especímenes Cilíndricos. La elaboración de probetas cilíndricas de concreto se deben preparar de acuerdo a la norma ASTM C 31; esta norma nos indica que debemos empezar a realizar los especímenes cilíndricos máximo 15 minutos después de la elaboración de concreto.

Los moldes para elaborar los especímenes cilíndricos de concreto deben ser de acero, o cualquier otro material no absorbente y no reactivo al concreto; deben ser impermeables, y contar con dispositivos que sujeten firmemente las placas de la base.

Antes de usarse se reviste el interior con aceite mineral o con un material adecuado no reactivo con los ingredientes del concreto. Los moldes cilíndricos tienen un plano definido por el borde del cilindro perpendicular a su eje.

Este ensayo se realiza con especímenes cilíndricos de concreto los cuales deben estar colocados en posición vertical, con una longitud igual a dos veces el diámetro; considerando que cuando el tamaño nominal del agregado sea mayor de 50 mm, el diámetro del cilindro debe ser por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado.

Los especímenes cilíndricos tienen un tamaño de 15 cm x 30 cm de diámetro y altura respectivamente; colocando la mezcla de hormigón en tres capas cada una igual a 1/3 de la altura del cilindro metálico y se compacta cada capa con 25 golpes con una varilla metálica de 60 cm de longitud y con diámetro de 1.6 cm, y en cada capa se realiza 15 golpes con el martillo de goma.



Se realiza estos especímenes cilíndricos una vez que esté elaborado el hormigón, una vez realizados los especímenes cilíndricos debemos protegerlos las primeras 24 horas, de las altas temperaturas, la baja humedad relativa y los vientos secos ya que puede afectar seriamente a los resultados de las pruebas y éstos son dañinos para todos los hormigones y en particular para el pequeño volumen de concreto utilizado para las pruebas y para moldear los cilindros.

Esto se puede mantener evitando la exposición al sol y utilizando los efectos refrescantes de la evaporación del agua, ya sea a través de tela de yute húmeda o de arena mojada que cubra los espécimes cilíndricos.

Una vez que el hormigón ya esté endurecido se procede a hacer su respectiva identificación para que en lo posterior no sea confundido, esto se lo puede hacer por medio de una cinta adhesiva o encima de la probeta.

Figura 6. Realización de los Especímenes Cilíndricos



Fuente. La Autora

2.5.4 Curado de los Especímenes Cilíndricos. Es importante identificar los cilindros para prevenir futuras confusiones y errores en la información, luego las retiramos del



sitio de fabricación después de 24 horas, permitiendo un margen de entre 20 horas y 48 horas, los almacenamos de inmediato bajo condiciones húmedas ya sea en cuarto húmedo o en un tanque de almacenamiento con agua limpia libre de aceites, ácidos, materia orgánica, etc.; su temperatura debe estar entre $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta el momento de la prueba. En la figura 7 indicamos el curado de los cilindros de $15 * 30\text{ cm}$.

El tiempo de curado prescrito es de mínimo de 7 días y 10 días es preferible, en definitiva es proveer la temperatura y las condiciones de humedad necesarias para el curado del concreto es mucho más crítico en climas calurosos que a temperaturas normales.

Figura 7. Curado de los Cilindros de Hormigón



Fuente. La Autora

2.5.5 Rotura de los Especímenes Cilíndricos. Una vez que hayan cumplido la edad de curado deseada se procede a realizar la prueba de resistencia a la compresión sometiendo a la probeta de hormigón a un esfuerzo de compresión hasta llegar a la rotura que es un ensayo destructivo.



Esta resistencia a la compresión se expresa en Kgf/cm^2 , es el cociente de la rotura de carga por la sección de la probeta; la humedad que presenta cada probeta luego de que haya sido curada influye en los resultados de la resistencia.

Este ensayo generalmente se lo utiliza para determinar la resistencia del hormigón puede especificarse según su naturaleza en: destructivos y no destructivos.

- **Ensayos destructivos:** Determinan la resistencia mediante la rotura de probetas cilíndricas, estas probetas se fabrican en moldes apropiados o bien extraerse de una obra ya construida.
- **Ensayos no destructivos:** Determinan la calidad del hormigón sin destruir la pieza o estructura ensayada.

La presente investigación se la desarrolló en base a los ensayos destructivos, analizados en el Laboratorio de la UCG, debido a que se determina su resistencia mediante la rotura de probetas de hormigón fabricadas en moldes apropiados, a continuación se detalla todos los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, ver Anexo J.

Figura 8. Ruptura de los Especímenes Cilíndricos



Fuente. La Autora



2.6 Análisis estadístico

Una vez obtenidos los ensayos de compresión, realizaremos un análisis estadístico, para lo cual necesitaremos una completa distribución de los datos y así podremos determinar cómo se dispersan estos valores de una manera extremada entre el valor mínimo y el máximo con respecto al promedio, lo que sin embargo nos da una idea de la distribución.

El objetivo de la estadística es resumir gran cantidad de información en pocos valores. En esta parte el análisis estadístico analizaremos la media estadística como medida de la tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión, con lo cual obtendremos el coeficiente de variación, por medio del cual tendremos una idea del grado de uniformidad de los datos obtenidos de los ensayos de compresión.

Para medir la medida estadística colocamos todos los valores obtenidos en diferentes casos (los suma) y luego los reparte por igual en todos los casos (divide para el número de casos), por lo que todo lo que se promedie debe significar lo mismo; desde el punto de vista físico se indica que la medida es el centro de gravedad.

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

\bar{X} \longrightarrow Media estadística

$\sum Xi$ \longrightarrow Sumatoria de cada valor individual

n \longrightarrow Número de casos



Las medidas de dispersión están diseñadas necesariamente para dar información sobre el error que se comete al considerar todos los casos iguales a la tendencia central.

Para calcular la dispersión de datos se utiliza usualmente la desviación estándar, representada por el símbolo σ , que se puede considerar como el radio de giro de los datos respecto al promedio; si un dato cualquiera es designado por X , su diferencia con respecto al promedio, \bar{X} , será $X - \bar{X}$, estas diferencias se llaman desviaciones.

Determinando que cada valor descrito por una área unitaria centrada en un punto, el momento de inercia de un valor cualquiera respecto al valor medio será, $1(X - \bar{X})^2$ este valor siempre será positivo. El área total será igual al número de datos, n , por lo tanto el radio de giro al cuadrado será igual a la suma de los momentos de inercia entre el área total.

El radio de giro al cuadrado σ^2 , se denomina varianza y estará dado por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Donde:

- σ \longrightarrow Desviación estándar
- \bar{X} \longrightarrow Media estadística
- X_i \longrightarrow Cada valor individual
- n \longrightarrow Número de casos



Estadísticamente se ha considerado que para un número pequeño de datos (30 ó menos), en lugar de dividir entre n en la ecuación anterior se divide $n-1$, para muestras grandes no hay mucha diferencia; la desviación estándar tiene las mismas unidades que los valores originales, para nuestro caso será los datos de la resistencia a la compresión que es en Kgf/cm^2 .

El coeficiente de variación CV , se define como el resultado de dividir la desviación estándar entre el promedio, es adimensional y se expresa generalmente en porcentaje y proporciona una comparación válida entre conjuntos de datos de distintos órdenes de magnitud; este coeficiente presenta una gran ventaja de que pierde las unidades de medida por lo que puede servir para comparar las dispersiones relativas de dos variables que tienen diferente unidad; el coeficiente de variación se calcula de la siguiente manera:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

Donde:

- CV → Coeficiente de variación
- σ → Desviación estándar
- \bar{x} → Media estadística
- X_i → Cada valor individual
- n → Número de casos



MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Proceso experimental

Para evaluar y controlar los materiales utilizados en la elaboración del concreto debemos realizar los siguientes ensayos: revenimiento, contenido de aire, temperatura, resistencia a la compresión y masa volumétrica; en esta investigación consideramos dos tipos de ensayos antes mencionados como lo es: revenimiento y resistencia a la compresión.

En el presente estudio hemos realizado un muestreo aleatorio, de cincuenta construcciones, es decir un total de 100 especímenes cilíndricos, las probetas fueron ensayadas a los 28 días y de cada construcción se desarrolló dos pruebas cilíndricas, de esta manera podremos obtener resultados de resistencia a la compresión.

Una manera de realizar el control de la calidad del hormigón de las probetas cilíndricas para la elaboración y curado de las mismas es mediante el ensayo a la resistencia a la Compresión Simple con la utilización de cilindros de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, según la norma ASTM C39.

3.2 Agregados

Es importante que los agregados tengan una buena preparación y utilización en la construcción, es por ello que luego de realizar un estudio preliminar obtuvimos que la mayoría de las construcciones del sector Sur de la ciudad de Loja, se edifican con agregados de la parroquia de Malacatos, sector de Chinguilamarca.



Los agregados para realizar los respectivos ensayos se transportaron en fundas estrechamente tejidas de modo que no se pierda el material de partículas finas; cada funda fue identificada con el fin de evitar confusiones al momento de realizar los ensayos y fueron protegidas contra los posibles daños que se pueda causar por la humedad o la abrasión hasta que se realicen los estudios.

Una vez obtenidos los áridos en el laboratorio procedimos a realizar los respectivos ensayos, al árido grueso le efectuamos el método de cuarteo, el mismo que puede ser realizado a través de un cuarteador mecánico o manualmente que consiste en extender el agregado sobre una superficie seca con una capa de espesor que oscile de 70 a 100 mm, dividimos la muestra en cuatro partes iguales, las dos partes opuestas se separan, este proceso lo repetimos hasta que obtenemos una muestra significativa deseada.

3.2.1 Ensayos Realizados. Los ensayos con las respectivas normas a cumplir son las siguientes:

- Norma ASTM C128 – INEN 857. Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido fino.
- Norma ASTM C127 – INEN 857. Determinación de la densidad y absorción de agua en el árido grueso.
- Norma ASTM C136 – INEN 696. Determinación de la granulometría de áridos.
- Norma ASTM C29 – INEN 858. Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada en áridos.



- Norma ASTM C 117 – INEN 697. Determinación de los materiales más finos que 75 micrones.
- Norma ASTM C 535 - INEN 860. Determinación de la abrasión del árido grueso.

En esta investigación se realizaron estudios de los áridos procedentes del sector de Chinguilamarca, tomando en cuenta que se realizó dos pruebas por cada ensayo en los meses de Abril y Junio del 2011, las siguientes características que presentan dichos áridos se puede ver en los Anexos H e I.

3.3 Prueba de control del hormigón fresco

Las pruebas de control de calidad del hormigón, son eficientes por su rapidez y facilidad que se ejecutan y la prontitud con que obtienen sus resultados; es por ello que debemos considerar muestras representativas de concreto fresco ya que los resultados pueden ser engañosos debido a los agentes externos como el sol y viento los cuales repercutan en los resultados finales del ensayo. A continuación, se detalla todos los ensayos de campo realizados.

3.3.1 Ensayos realizados.

- ASTM C 172 – INEN 1763. Práctica estándar para el muestreo del concreto recién mezclado.
- ASTM C 143 – INEN 1578. Método de ensayo estándar para la determinación del asentamiento en el concreto.
- ASTM C 31 – INEN 1576. Práctica estándar para la fabricación y curado de campo de especímenes de prueba de concreto.



- ASTM C 39 – INEN 1573. Método de ensayo estándar para la determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3.4 Requerimientos de elaboración

3.4.1 Toma de muestras y pruebas de Control de los Hormigones realizados

3.4.1.1 Toma de Muestras

1. Primeramente tomamos una mezcla representativa de hormigón según la norma ASTM C 172, para realizar los respectivos ensayos de campo: asentamiento y especímenes cilíndricos.

Figura 9. Toma de muestras de Hormigón Fresco



Fuente. La Autora

2. Realizamos el ensayo de asentamiento sobre una superficie plana, rígida y que no absorba agua. Se coloca en el cono de Abrams tres capas aproximadamente de igual altura, cada capa recibirá 25 golpes con una varilla de hierro de 12 mm de diámetro y 60 cm de longitud, los golpes harán desaparecer los



vacíos que puede quedar entre los áridos y a la vez distribuir el hormigón; la primera capa se la realiza a una profundidad de 70 mm, la segunda capa de 160 mm y la tercera capa hasta el borde superior del molde. Posteriormente se levanta de inmediato el cono sujetándolo de los dos ganchos, en forma cuidadosa sin producir sacudidas, se toma nota de asentamiento con una regla horizontal colocada sobre el cono, tomando el nivel medio de la cara superior de la mezcla asentada. Todo el ensayo hasta la remoción del cono se debe completar en 2.5 minutos, debido a que el hormigón pierde revenimiento con el tiempo.

Figura 10. Realización de la Prueba de Asentamiento



Fuente. La Autora

3. Se determina la resistencia a la compresión con la utilización de moldes cilíndricos, los mismos que se llenan con una tercera parte de su volumen, posteriormente compactamos cada una de sus capas introduciendo la varilla 25 veces de forma espiral hacia el centro del cilindro, se golpea el cilindro con el



mazo de goma para expulsar el aire contenido y por último con una regla enrasadora se le da el acabado final.

Figura 11. Realización de las Probetas Cilíndricas



Fuente: La Autora

4. Dejar en curado por 28 días las probetas cilíndricas después de ser identificadas con la información correcta.

Figura 12. Curado de los Especímenes Cilíndricos



Fuente. La Autora

5. Ensayar las probetas cilíndricas de 15 * 30 cm a la resistencia a la compresión.



Figura 13. Ruptura de los Especímenes Cilíndricos



Fuente. La Autora



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Necesariamente la gran cantidad de datos y resultados conseguidos en los diferentes ensayos realizados nos vemos en la necesidad de realizar gráficas de los mismos, con el objetivo de demostrar en una forma más clara y concisa los diferentes resultados provenientes de cada construcción estudiada en la presente investigación.

A continuación se detalla uno de los procesos de cálculo del análisis estadístico empleado en las pruebas de hormigón, en base a los datos obtenidos en las construcciones de la ciudad de Loja, tomados durante los meses de noviembre del 2010 a febrero del 2011.

4.1 Análisis estadístico

4.1.1 Ejemplo Estadístico

$n = 100$ → Total de pruebas a realizarse en el análisis estadístico

$n =$ promedio de 2 pruebas

➤ *Cálculo de la media*

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{6128.83 + 6087.14}{100} = 12.22 \text{MPa}$$

➤ *Cálculo de la desviación estándar*

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}$$



$$\sigma = \sqrt{\frac{(131615.63) + 49016.28}{99}} = 5.32 \text{MPa}$$

$$\sigma = 5.32 \text{ MPa}$$

➤ **Cálculo del coeficiente de variación**

$$C.V = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$$

$$C.V = \frac{5.32}{12.22} * 100 = 43.58\%$$

En las siguientes tablas 6, 7 y 8 se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico referente a toda la información encontrada en base al tipo de mezclado correspondiente a cada edificación de la ciudad de Loja, y en el Anexo K se detalla el proceso de cálculo de cada uno de ellos.

Tabla 6. Resultados Estadísticos Generales

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO		
MEDIA	122.16	Kgf/cm ²
	12.22	Mpa
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5.32	MPa
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	43.58	%

Fuente. La Autora

Tabla 7. Resultados Estadísticos de la Mezcla Manualmente

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO		
MEDIA	101.24	Kgf/cm ²
	10.12	Mpa
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.35	MPa
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	33.06	%

Fuente. La Autora



Tabla 8. Resultados Estadísticos de la Mezcla a Concretera

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO		
MEDIA	144.82	Kgf/cm ²
	14.48	Mpa
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	3.52	MPa
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24.27	%

Fuente. La Autora

4.2 Interpretación de resultados

La variedad de resultados que se han encontrado en los ensayos a compresión, se puede apreciar gráficamente, a su vez, hemos dividido los distintos tipos de elementos estructurales para poder analizar el control de la calidad en cada uno de ellos, determinando la variación de la resistencia de cada construcción, el porcentaje con relación a la resistencia especificada de diseño $f'c = 210 \text{ Kgf/cm}^2$ y la calidad de la resistencia vs. asentamiento, considerando que todas las edificaciones fueron ensayadas a los 28 días, tomando dos pruebas por cada construcción.

A continuación se especifica la cantidad de permisos constructivos encontrados en la ciudad de Loja en los meses de Noviembre del 2010 a Febrero del 2011; ratificando que se ha realizado el control de calidad en 50 construcciones de dicha ciudad, ya que la Ilustre Municipalidad de Loja en el año 2010 y 2011 han dado un total de permisos constructivos de 541, en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. En la siguiente tabla 9 se detallará los diferentes permisos referentes a los meses antes mencionados.



Tabla 9. Permisos Constructivos en la ciudad de Loja - Octubre del 2010 a Marzo del 2011

PERMISOS CONSTRUCTIVOS EN LA CIUDAD DE LOJA	
Noviembre	109
Diciembre	149
Enero	147
Febrero	136

Fuente. Ilustre Municipalidad de Loja

En la Tabla 10 se presenta los resultados del control de calidad de hormigones en columnas, los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a las resistencia de diseño que es $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa).

Tabla 10. Control de la Calidad de Hormigones en Columnas

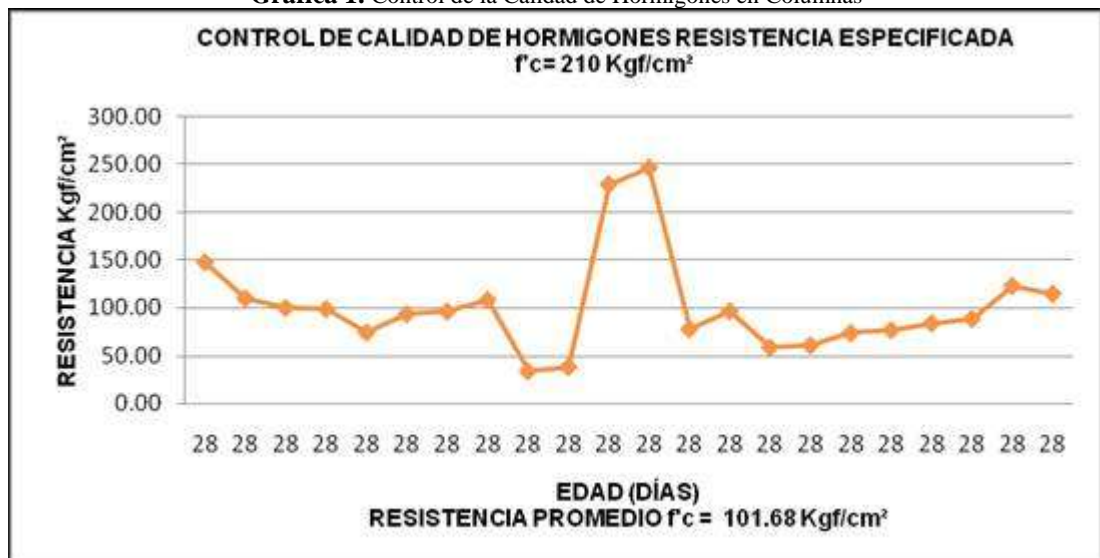
CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	$f'c \text{ Kg/cm}^2$	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
COLUMNAS	3	20	148.00	70.48
	4		110.36	52.55
	13	15	100.30	47.76
	14		99.05	47.17
	15	20	74.39	35.43
	16		93.78	44.66
	21	17	96.51	45.96
	22		108.58	51.70
	29	20	33.81	16.10
	30		38.33	18.25
	41	17	229.85	109.45
	42		247.14	117.68
	53	22.5	78.05	37.17
	54		96.74	46.06
	59	24	58.74	27.97
	60		60.97	29.04
	63	22	73.98	35.23
	64		77.03	36.68
	87	23	84.09	40.04
	88		88.81	42.29
95	17	123.29	58.71	
96		115.18	54.85	
PROMEDIO		19.77	101.68	48.42

Fuente. La Autora



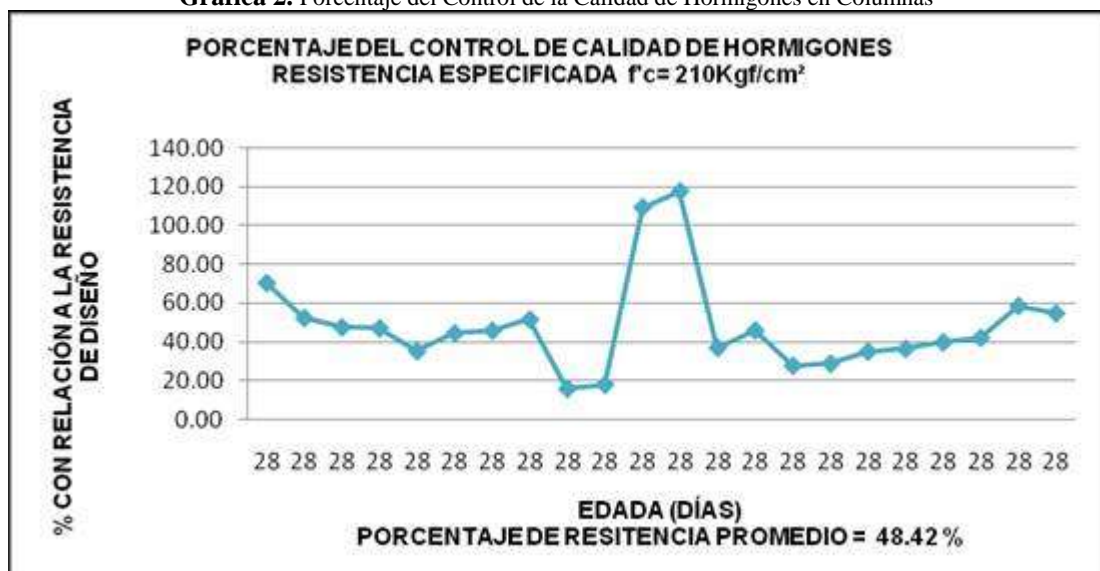
En la gráfica 1, 2 y 3 mostramos la tendencia de variación de cada edificación, por medio de la resistencia, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y el control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento.

Gráfica 1. Control de la Calidad de Hormigones en Columnas



Fuente. La Autora

Gráfica 2. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en Columnas



Fuente. La Autora



Gráfica 3. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en Columnas



Fuente. La Autora

En la Tabla 11 expondremos el resumen de análisis de control de calidad de hormigones en columnas, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos pruebas por cada construcción.

Tabla 11. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones en Columnas

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES - PRUEBA DE 2 CILÍNDROS A LOS 28 DÍAS					
TIPO DE ELEMENTO	Nro. CASAS	f'c Kgf/cm ²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
COLUMNAS	11	Mínimo	36.07	17.18	15
		Máximo	238.49	113.57	24
		Promedio	101.68	48.42	20

Fuente. La Autora

En la Tabla 12 se indica los resultados del control de la calidad de hormigones en plintos, los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a la resistencia de diseño que es $f'c = 210 \text{ Kgf/cm}^2$ (21MPa).



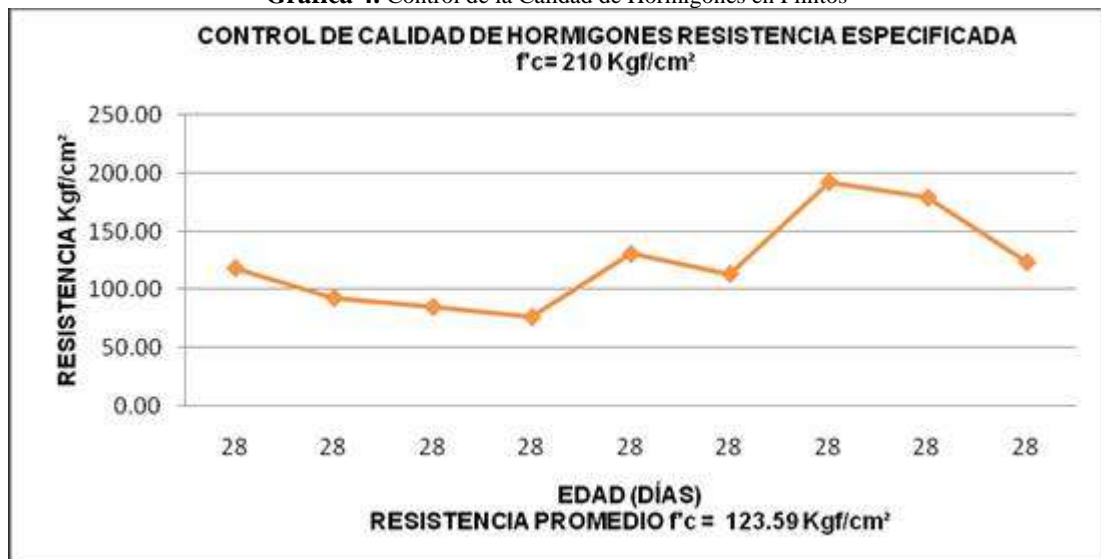
Tabla 12. Control de la Calidad de Hormigones en Plintos

CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
PLINTOS	19	19.5	118.56	56.46
	20		93.03	44.30
	37	19.5	85.35	40.64
	38		76.78	36.56
	39	24	130.71	62.24
	40		113.57	54.08
	45	20	192.01	91.43
	46		178.74	85.11
PROMEDIO		20.75	123.59	58.85

Fuente. La Autora

Las gráficas 4, 5 y 6 indican la tendencia de variación en cada construcción, por medio de la resistencia, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y el control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento.

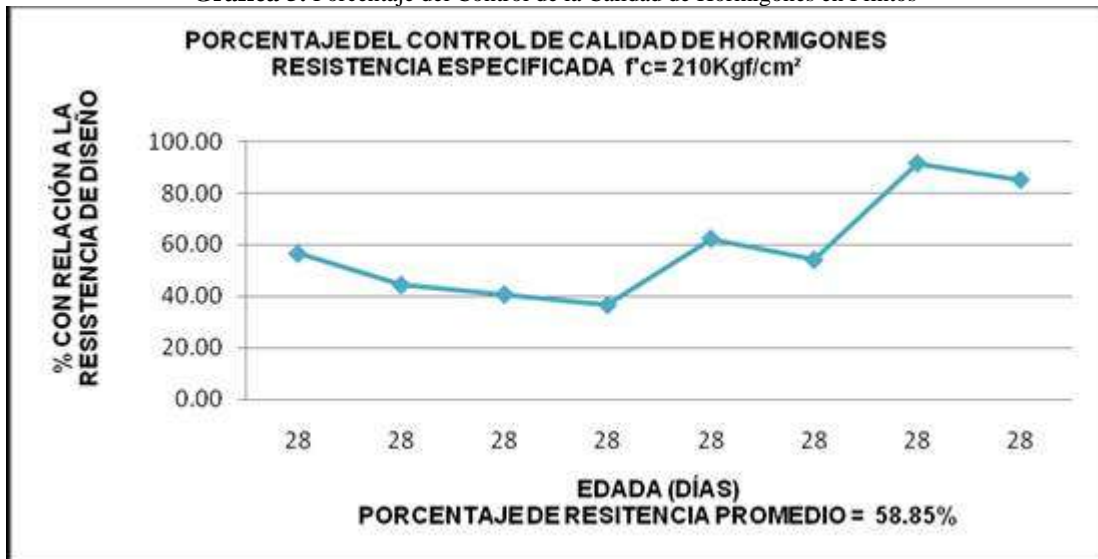
Gráfica 4. Control de la Calidad de Hormigones en Plintos



Fuente. La Autora



Gráfica 5. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en Plintos



Fuente. La Autora

Gráfica 6. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en Plintos



Fuente. La Autora

En la Tabla 13 mostramos el resumen de análisis de control de calidad de hormigones en plintos, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos muestras por cada construcción.



Tabla 13. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones en Plintos

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES - PRUEBA DE 2 CILÍNDROS A LOS 28 DÍAS					
TIPO DE ELEMENTO	Nro. CASAS	f'c Kg/cm ²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
PLINTOS	4	Mínimo	81.06	38.60	19.5
		Máximo	185.37	88.27	24
		Promedio	123.59	58.85	21

Fuente. La Autora

En la Tabla 14 se resumen los resultados del control de calidad de hormigones en muros, los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a las resistencia de diseño que es $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa).

Tabla 14. Control de la Calidad de Hormigones en Muros

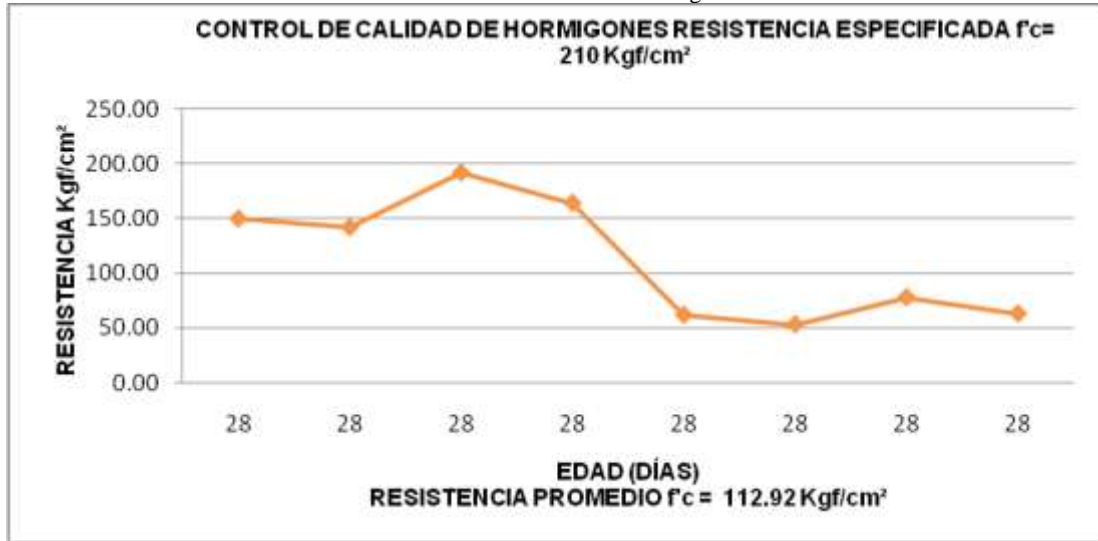
CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
MURO	9	15	149.89	71.38
	10		141.95	67.60
	33	11	191.99	91.42
	34		164.27	78.23
	61	18	61.64	29.35
	62		52.98	25.23
	75	20	77.72	37.01
	76		62.91	29.96
PROMEDIO		16	112.92	53.77

Fuente. La Autora

En las gráficas 7, 8 y 9 mostraremos la tendencia de variación en cada edificación, a través de la resistencia, del porcentaje con relación a la resistencia de diseño y el control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento.

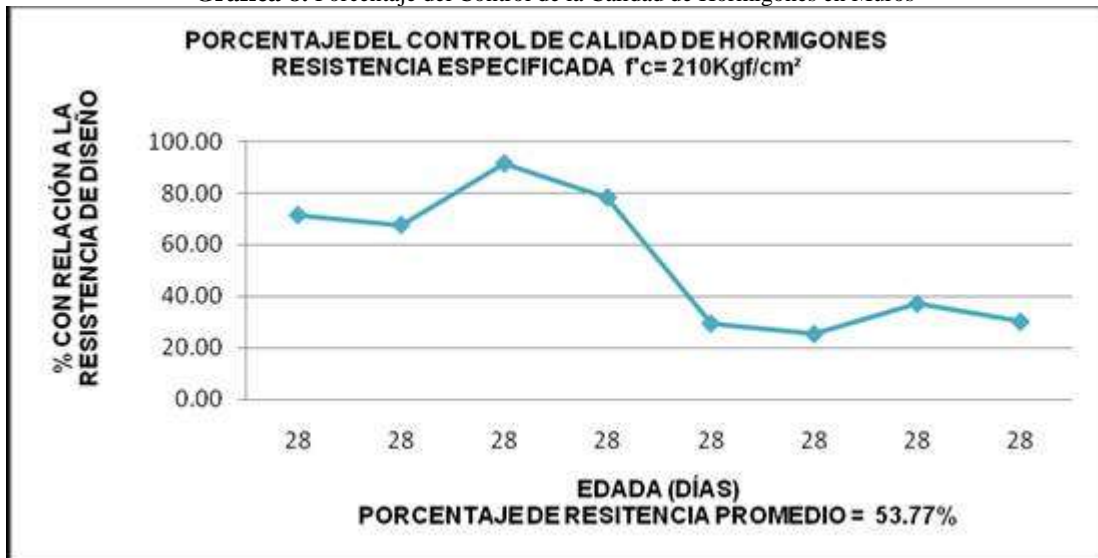


Gráfica 7. Control de la Calidad de Hormigones en Muros



Fuente. La Autora

Gráfica 8. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en Muros



Fuente. La Autora



Gráfica 9. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en Muros



Fuente. La Autora

En la Tabla 15 presentaremos el resumen de análisis de control de calidad de hormigones en muros, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos pruebas por cada construcción.

Tabla 15. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones en Muros

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES - PRUEBA DE 2 CILÍNDROS A LOS 28 DÍAS					
TIPO DE ELEMENTO	Nro. CASAS	f'c Kg/cm ²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
MURO	4	Mínimo	57.31	27.29	11
		Máximo	178.13	84.82	20
		Promedio	112.92	53.77	16

Fuente. La Autora

En la Tabla 16 se resumen los resultados del control de la calidad de hormigones en cadenas, los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a las resistencia de diseño que es $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa).



Tabla 16. Control de la Calidad de Hormigones en Cadenas

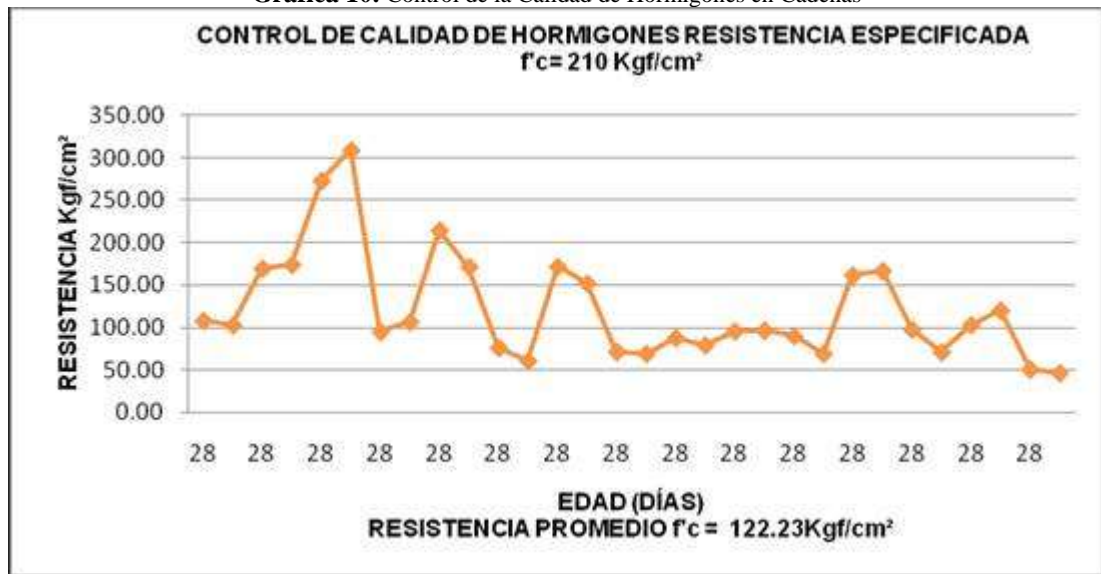
CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
CADENAS	1	20	108.21	51.53
	2		102.99	49.04
	23	20	169.80	80.86
	24		174.61	83.15
	27	14.5	273.40	130.19
	28		309.28	147.28
	31	17	95.06	45.27
	32		106.86	50.89
	43	14	214.93	102.35
	44		171.75	81.79
	49	21	76.36	36.36
	50		60.85	28.97
	65	17	172.01	81.91
	66		152.34	72.54
	71	17	71.58	34.08
	72		69.37	33.03
	73	19	87.85	41.83
	74		79.25	37.74
	83	19.5	95.87	45.65
	84		96.51	45.96
	85	21	90.27	42.98
	86		69.31	33.01
	89	22	161.81	77.05
	90		166.89	79.47
	91	19	97.81	46.58
	92		71.10	33.86
	93	17	103.31	49.20
	94		120.20	57.24
	99	20	50.74	24.16
	100		46.45	22.12
PROMEDIO		18.53	122.23	58.20

Fuente. La Autora

Las gráficas 10, 11 y 12 demuestran la tendencia de variación en cada edificación, a través de la resistencia, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y el control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento.



Gráfica 10. Control de la Calidad de Hormigones en Cadenas



Fuente. La Autora

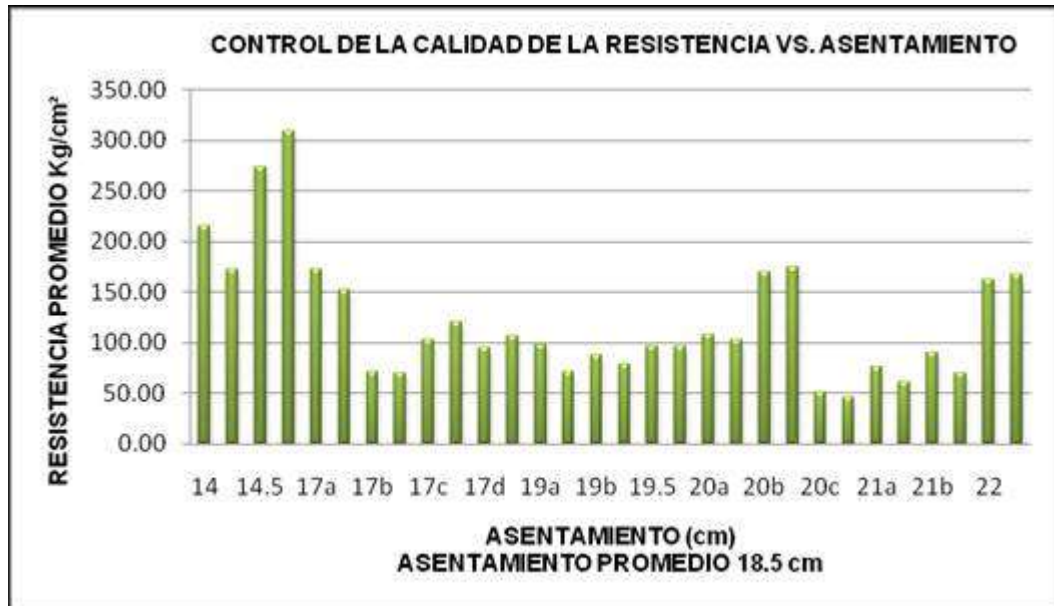
Gráfica 11. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en Cadenas



Fuente. La Autora



Gráfica 12. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en Cadenas



Fuente. La Autora

En la Tabla 17 presentaremos el resumen de análisis de control de calidad de hormigones en cadenas, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos pruebas por cada construcción.

Tabla 17. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones en Cadenas

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES - PRUEBA DE 2 CILÍNDROS A LOS 28 DÍAS					
TIPO DE ELEMENTO	Nro. CASAS	f'c Kg/cm ²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
CADENAS	15	Mínimo	48.60	23.14	14
		Máximo	291.34	138.73	22
		Promedio	122.23	58.20	18.5

Fuente. La Autora

En la Tabla 18 se resumen los resultados del control de la calidad de hormigones en losas, los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a las resistencia de diseño que es $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa).



Tabla 18. Control de la Calidad de Hormigones en Losas

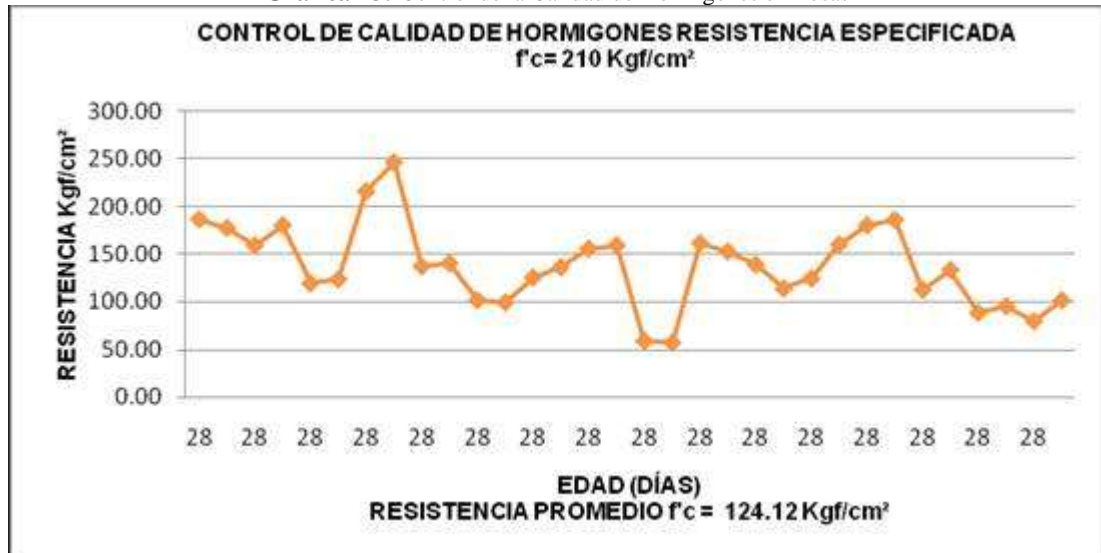
CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
LOSAS	5	19.5	186.84	88.97
	6		177.93	84.73
	7	22	159.41	75.91
	8		180.66	86.03
	11	11.5	119.61	56.96
	12		124.08	59.08
	17	21	216.11	102.91
	18		246.69	117.47
	25	16	137.50	65.48
	26		140.73	67.01
	35	23	101.95	48.55
	36		99.53	47.40
	47	19	125.83	59.92
	48		136.80	65.14
	51	23	156.00	74.29
	52		159.68	76.04
	67	26	59.22	28.20
	68		57.49	27.37
	69	20	161.99	77.14
	70		153.08	72.90
	55	23	139.33	66.35
	56		114.26	54.41
	57	20.5	124.79	59.42
	58		160.52	76.44
	77	11	180.70	86.05
	78		186.33	88.73
	79	20	112.91	53.77
	80		133.70	63.66
81	21	88.83	42.30	
82		95.64	45.54	
97	18	79.94	38.07	
98		102.03	48.58	
PROMEDIO		20.41	124.12	59.10

Fuente. La Autora



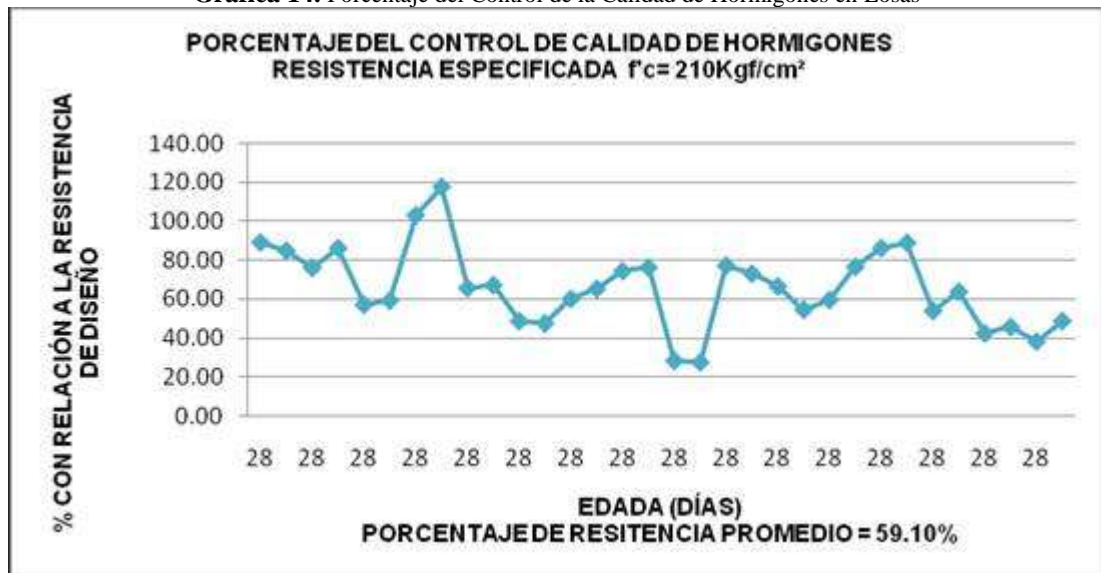
En las gráficas 13, 14 y 15 mostramos la tendencia de variación en cada edificación, a través de la resistencia, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y el control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento.

Gráfica 13. Control de la Calidad de Hormigones en Losas



Fuente. La Autora

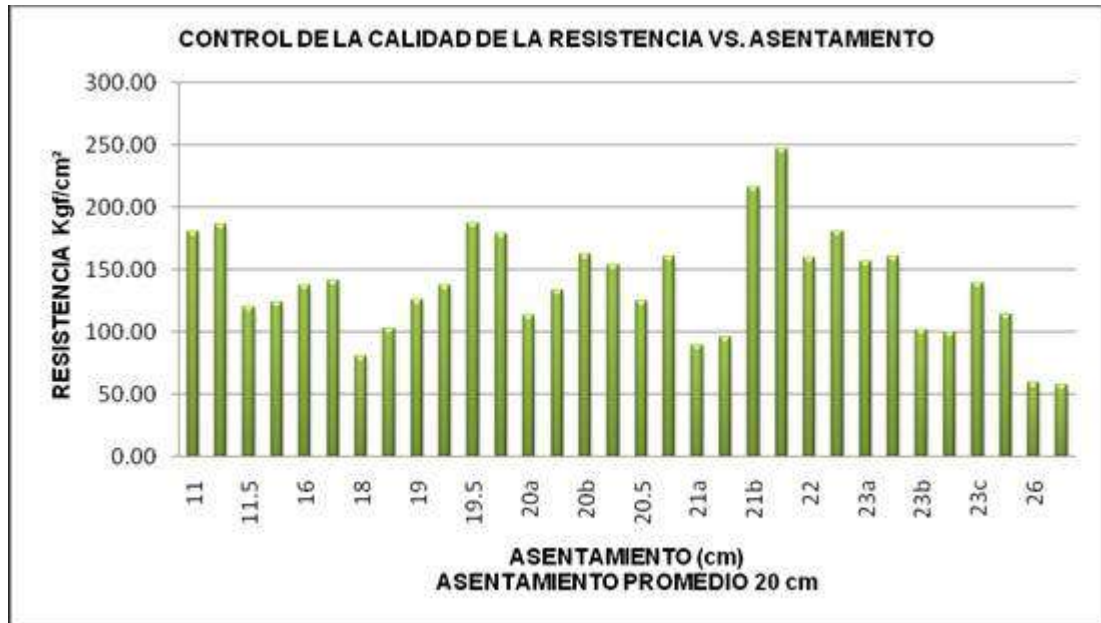
Gráfica 14. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en Losas



Fuente. La Autora



Gráfica 15. Control de la calidad de la resistencia vs. asentamiento en Losas



Fuente. La Autora

En la Tabla 19 presentaremos el resumen de análisis de control de calidad de hormigones en losas, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos pruebas por cada construcción.

Tabla 19. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones en Losas

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES - PRUEBA DE 2					
TIPO DE ELEMENTO	Nro. CASAS	f'c Kg/cm ²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
LOSAS	16	Mínimo	58.35	27.79	11
		Máximo	231.40	110.19	26
		Promedio	124.12	59.10	20

Fuente. La Autora



4.2.1 Resumen de resultados del análisis de calidad de hormigones en las distintas construcciones de la ciudad de Loja

En la Tabla 20 se presenta el resumen de análisis de control de calidad de hormigones, los mismos que fueron ensayados a los 28 días, considerando que se tomaron dos pruebas por cada construcción, en el Anexo J se muestran los cálculos respectivos de las distintas edificaciones.

Tabla 20. Resumen del Control de la Calidad de Hormigones de las distintas Edificaciones

RESÚMEN DE ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES					
VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE LOJA	Nro. de Cilindros	f'c Kg/cm²		% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO	Asentamiento (cm)
	100	Mínimo	36.07	17.18	11
		Máximo	291.34	138.73	26
		Promedio	122.16	58.17	19

Fuente. La Autora

En las Tablas 21, 22 y 23 se resumen los resultados del control de la calidad de hormigones; los mismos que corresponden al asentamiento, la resistencia de cada uno y el porcentaje con relación a las resistencia de diseño que es $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ (21MPa).



Tabla 21. Control de la Calidad de Hormigones en las Edificaciones

CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
CADENAS	1	20	108.21	51.53
	2		102.99	49.04
COLUMNAS	3	20	148.00	70.48
	4		110.36	52.55
LOSA	5	19.5	186.84	88.97
	6		177.93	84.73
LOSA	7	22	159.41	75.91
	8		180.66	86.03
MURO	9	15	149.89	71.38
	10		141.95	67.60
LOSA	11	11.5	119.61	56.96
	12		124.08	59.08
COLUMNAS	13	15	100.30	47.76
	14		99.05	47.17
COLUMNAS	15	20	74.39	35.43
	16		93.78	44.66
LOSA	17	21	216.11	102.91
	18		246.69	117.47
PLINTOS	19	19.5	118.56	56.46
	20		93.03	44.30
COLUMNAS	21	17	96.51	45.96
	22		108.58	51.70
CADENAS	23	20	169.80	80.86
	24		174.61	83.15
LOSA	25	16	137.50	65.48
	26		140.73	67.01
CADENAS	27	14.5	273.40	130.19
	28		309.28	147.28
COLUMNAS	29	20	33.81	16.10
	30		38.33	18.25
CADENAS	31	17	95.06	45.27
	32		106.86	50.89
MURO	33	11	191.99	91.42
	34		164.27	78.23
LOSA	35	23	101.95	48.55
	36		99.53	47.40
PLINTOS	37	19.5	85.35	40.64
	38		76.78	36.56

Fuente. La Autora



Tabla 22. Control de la Calidad de Hormigones en las Edificaciones

CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
PLINTOS	39	24	130.71	62.24
	40		113.57	54.08
COLUMNAS	41	17	229.85	109.45
	42		247.14	117.68
CADENAS	43	14	214.93	102.35
	44		171.75	81.79
PLINTOS	45	20	192.01	91.43
	46		178.74	85.11
LOSA	47	19	125.83	59.92
	48		136.80	65.14
CADENAS	49	21	76.36	36.36
	50		60.85	28.97
LOSA	51	23	156.00	74.29
	52		159.68	76.04
COLUMNAS	53	22.5	78.05	37.17
	54		96.74	46.06
LOSA	55	23	139.33	66.35
	56		114.26	54.41
LOSA	57	20.5	124.79	59.42
	58		160.52	76.44
COLUMNAS	59	24	58.74	27.97
	60		60.97	29.04
MURO	61	18	61.64	29.35
	62		52.98	25.23
COLUMNAS	63	22	73.98	35.23
	64		77.03	36.68
CADENAS	65	17	172.01	81.91
	66		152.34	72.54
LOSA	67	26	59.22	28.20
	68		57.49	27.37
LOSA	69	20	161.99	77.14
	70		153.08	72.90

Fuente. La Autora



Tabla 23. Control de la Calidad de Hormigones en las Edificaciones

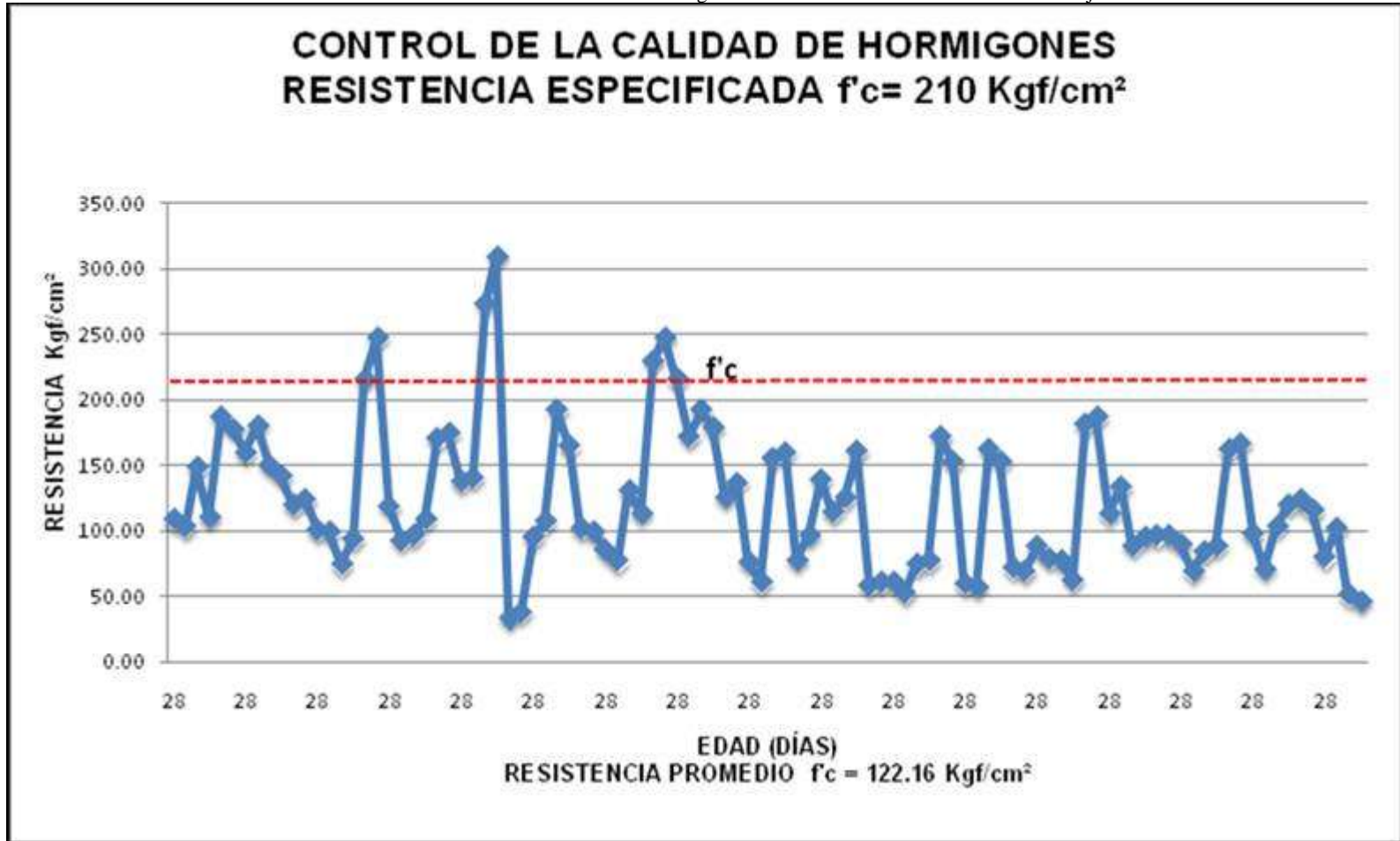
CONTROL DE LA CALIDAD DE HORMIGONES NOV. DEL 2010 A FEBRERO DEL 2011				
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	f'c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
CADENAS	71	17	71.58	34.08
	72		69.37	33.03
CADENAS	73	19	87.85	41.83
	74		79.25	37.74
MURO	75	20	77.72	37.01
	76		62.91	29.96
LOSA	77	11	180.70	86.05
	78		186.33	88.73
LOSA	79	20	112.91	53.77
	80		133.70	63.66
LOSA	81	21	88.83	42.30
	82		95.64	45.54
CADENAS	83	19.5	95.87	45.65
	84		96.51	45.96
CADENAS	85	21	90.27	42.98
	86		69.31	33.01
COLUMNAS	87	23	84.09	40.04
	88		88.81	42.29
CADENAS	89	22	161.81	77.05
	90		166.89	79.47
CADENAS	91	19	97.81	46.58
	92		71.10	33.86
CADENAS	93	17	103.31	49.20
	94		120.20	57.24
COLUMNAS	95	17	123.29	58.71
	96		115.18	54.85
LOSA	97	18	79.94	38.07
	98		102.03	48.58
CADENAS	99	20	50.74	24.16
	100		46.45	22.12
PROMEDIO		19.14	122.16	58.17

Fuente. La Autora

En la gráficas 16, 17 y 18 se presentan la tendencia de variación en cada edificación, a través de la resistencia, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño.



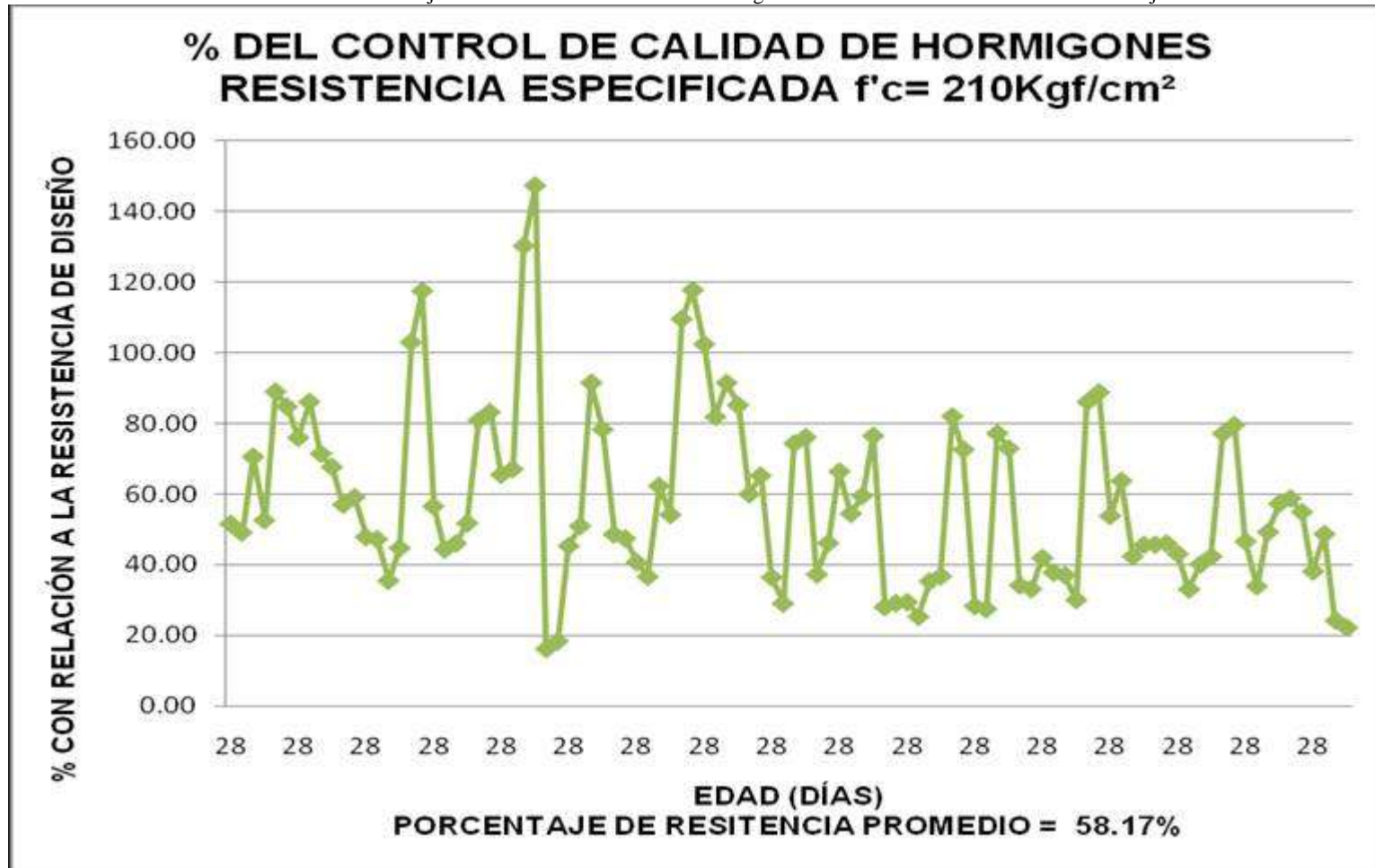
Gráfica 16. Control de la Calidad de Hormigones en las Edificaciones de la Ciudad de Loja



Fuente. La Autora



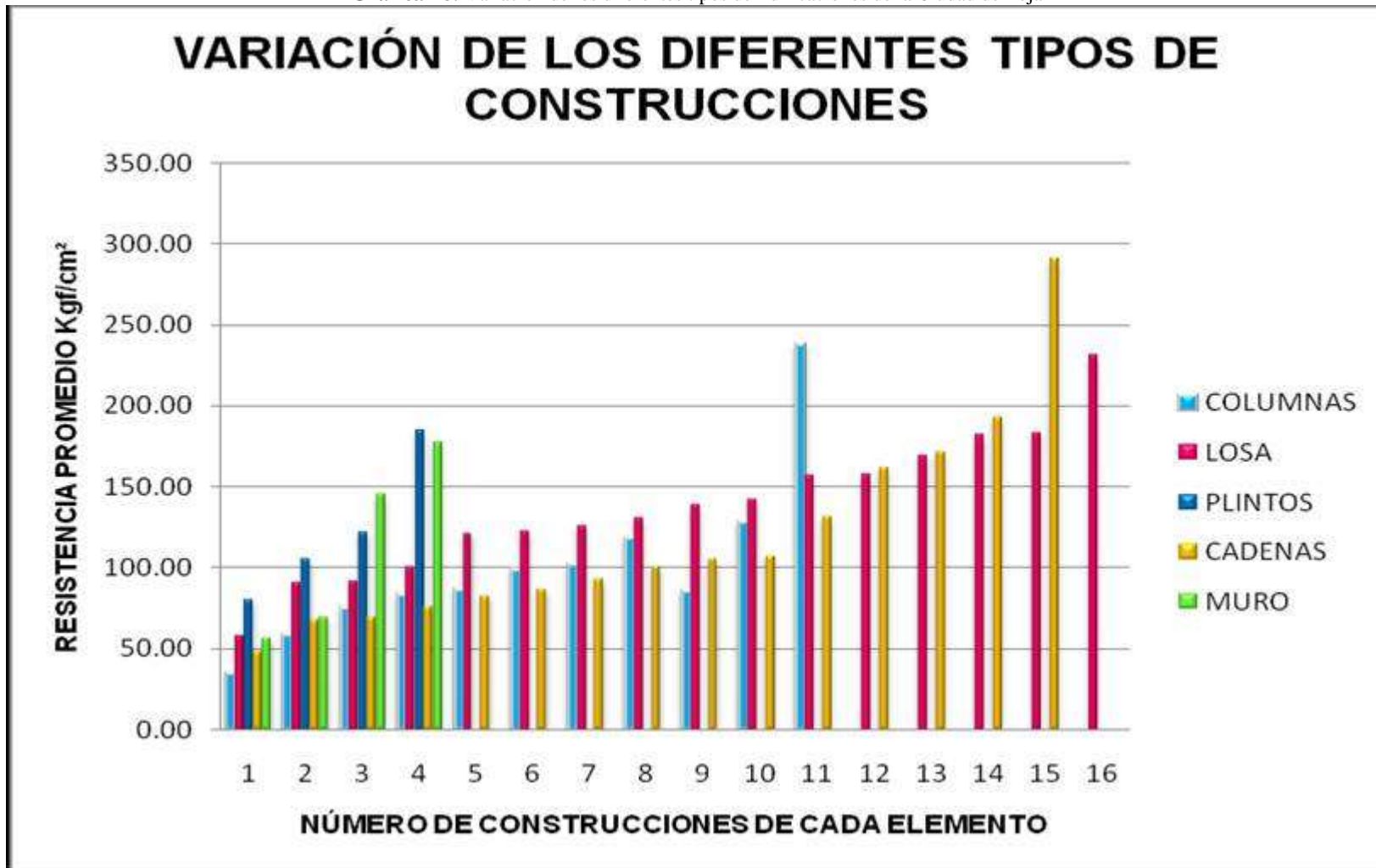
Gráfica 17. Porcentaje del Control de la Calidad de Hormigones en las Edificaciones de la Ciudad de Loja



Fuente: La Autora



Gráfica 18. Variación de los diferentes tipos de Edificaciones de la Ciudad de Loja



Fuente. La Autora



4.2.2 Resumen de resultados de la encuesta en las distintas construcciones de la ciudad de Loja

En el Anexo L se indica una encuesta de campo, comprobando los parámetros que determinan si un hormigón es aceptable y la estructura pueda cumplir la vida útil para la que fue diseñada; en esta investigación se determinó el tipo de mezclado manual o en concreteira, la compactación del hormigón es manual o vibrado mecánico, la calidad de árido es de textura rodado o triturado, la dirección técnica de la construcción esta realizada por ingenieros, arquitectos o maestros de obra.

A continuación se detallan gráficamente en las siguientes figuras la cantidad de variación referente a las preguntas antes mencionadas.

Gráfica 19. Porcentaje del mezclado del Hormigón Manual o en Concreteira



Fuente. La Autora

En la gráfica 19 se muestra que el 52% de las construcciones realizan en forma manual la elaboración del hormigón, mientras que en un 48% utilizan la concreteira mecánica; para la aplicación de la encuesta se tomo a consideración el lugar de mezclado manual ya sea en sitios permeables o impermeables.



Gráfica 20. Porcentaje del lugar de mezclado del Hormigón



Fuente. La Autora

La mayoría de las construcciones ejecutan el hormigón en obra, es por ello, que la elaboración del hormigón se realiza de forma manual. En la gráfica 20 se muestra que el 73% de las construcciones en estudio el mezclado del hormigón se realiza sobre lugares permeables y 27% en sitios impermeables.

Gráfica 21. Porcentaje de compactación del Hormigón en Obra

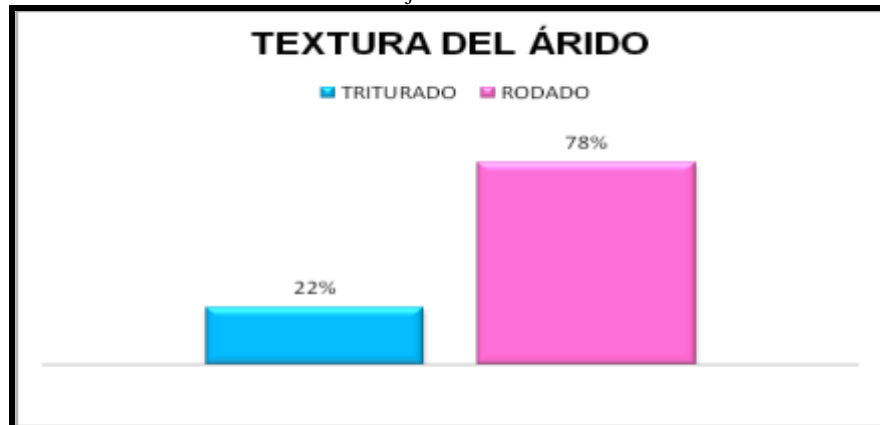


Fuente. La Autora

En la gráfica 21 se concluye que el 66% de las edificaciones realizan la compactación del hormigón de una forma manual, mientras que el 34% utilizan un vibrador mecánico para los distintos tipos de elementos estructurales.



Gráfica 22. Porcentaje de Textura del árido utilizado



Fuente. La Autora

A partir de la gráfica 22 podemos ver que el 78% utilizan áridos de canto rodado para la elaboración del concreto, mientras que un 22% es árido triturado; concluyendo que el árido de canto rodado tiene mejor adherencia con cada partícula que el árido triturado.

Gráfica 23. Porcentaje de Mezclado del Hormigón Manual o Concretera



Fuente. La Autora

De la gráfica 23 se observa que en un 72% los maestros de obra están controlando la calidad y seguridad en la construcción, el 20% son arquitectos y el 8% restante de ingenieros civiles; deduciendo que en su mayoría de las edificaciones no existe personal calificado para el respectivo control.



CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan a continuación se efectuaron en base a los ensayos de campo, laboratorio y análisis de resultados.

1. Según la norma INEN 872 el módulo de finura del árido fino debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1, y no debe detenerse más del 45% entre dos tamices sucesivos; de acuerdo al análisis granulométrico realizado a la cantera en estudio concluimos que el módulo de finura es 4.77, por lo que se trata de un árido ligeramente grueso, ya que no se encuentra dentro de los límites establecidos. Por lo tanto, el árido fino presenta una ligera discontinuidad, en cambio el árido grueso de la cantera en estudio presenta gradaciones buenas.
2. El porcentaje de absorción del árido fino no es alto, por lo tanto no afecta la resistencia del hormigón.
3. La norma INEN 872, estima que para el ensayo de las partículas finas menores a 75 μm en el árido fino, debe tener un índice de precisión entre 3% y 5% de finos, lo que se concluye en esta investigación es que el árido fino no tiene un exceso de partículas finas, por lo que nos da un resultado de 3.99% de finos menores a 75 μm .
4. El árido grueso presenta una buena resistencia al desgaste por abrasión según los parámetros establecidos por la norma INEN 872:1982; cuyo valor



obtenido es de 34.95%, los cuales son aptos para la fabricación del hormigón.

5. Los ensayos de asentamiento del hormigón realizados en campo determinan que se han excedido los límites de tolerancia, con un valor promedio de 19 cm, este valor es superior a lo establecido en la norma, lo que nos indica que es un hormigón líquido afectando la resistencia resultante del hormigón la cual será inferior al resistencia de diseño.
6. La mayoría de las mezclas de concreto se preparan de forma manual, con lo cual no se asegura que se cumpla con la resistencia a la compresión de 210 Kg/cm² (21 MPa) a los 28 días. (ver manual del ACI – 318S - 08, capítulo 21, sección 21.1.4.2 donde se especifica que la resistencia a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa).
7. La rotura de los especímenes cilíndricos, ha sido realizada según la norma ASTM C 39, antes de ser ensayada los especímenes cilíndricos estuvieron bien preparados, teniendo en cuenta la edad del espécimen, el estado seco del cilindro y posteriormente la carga de compresión que fue bien aplicada, considerando que en su mayoría tuvieron una falla tipo 5, que se producen fracturas laterales en la parte superior o fondo.
8. La falta de cohesión que existe entre los agregados, dificulta que estos puedan adherirse entre ellos y evitar la segregación, produciéndose así una discontinuidad en el momento de tomar las muestras y un colapso total en el revenimiento; en definitiva la poca homogeneidad que tiene la mezcla de hormigón se debe a que no existe uniformidad en cuanto a la cantidad de material por



cada bachada, no tiene una dosificación adecuada y no existe un conocimiento técnico para el control adecuado de la calidad.

9. Finalizada la investigación de campo, podemos concluir que en estas condiciones de trabajo, los elementos estructurales fundidos no prestan las garantías de seguridad para la cual han sido diseñadas, se estableció que la resistencia a la compresión promedio del hormigón utilizado en la ciudad de Loja a los 28 días es de 122 Kg/cm^2 , es inferior a la resistencia de diseño, ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), con un porcentaje de variación de 43.58%; mientras que para una mezcla realizada manualmente su resistencia promedio es de 101.24 Kg/cm^2 , con un porcentaje de variación de 33.06% y para un mezclado elaborado a concreteira su resistencia promedio es de 144.82 Kg/cm^2 , con un porcentaje de variación de 24.27%; concluyendo que influye mucho el tipo de mezclado con que se realice el hormigón.



RECOMENDACIONES

1. Es necesario fomentar la prevención de riesgos en la construcción con la vigilancia permanente de un profesional capacitado a tiempo completo, que controle la correcta construcción de las obras.
2. Un parámetro muy importante que influye en la resistencia del hormigón es la forma de compactar, por tal motivo es necesario la utilización de un vibrador para su consolidación.
3. Para la elaboración de las probetas de hormigón que van a ser sometidas a compresión, es necesario que se enrase cuidadosamente a fin de lograr una superficie completamente plana, con el objetivo de que no presenten irregularidades al ser sometidas a los ensayos afectando de esta manera la resistencia del hormigón.
4. Las entidades gubernamentales, como lo es en nuestro caso, el Ilustre Municipio de Loja, debería exigir un control continuo de todas las pruebas de campo del hormigón, mediante pruebas de asentamiento y realización de probetas cilíndricas, para de esta forma asegurar la calidad de las obras.



BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute ACI 318M – 08. (2008). *Requisitos de Reglamento ACI 318S – 08 y Comentario*. Michigan. USA.
- Cobo, V. (1993). *Estadísticas para no Estadísticos*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Granda, L. y Cabrera, R. (2001). *Alternativa de Aprovechamiento de Áridos Triturados para la elaboración de Hormigones en la Hoya de Loja*. Loja.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (1990). *Compactación del concreto*. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (1990). *Colocación del concreto bajo temperaturas extremas*. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2010). *Norma INEN 697:2010. Áridos. Determinación del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 μ m (No. 200), mediante lavado*. Primera Edición. Quito. Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1982). *Norma INEN 872:1982. Requisitos Áridos para Hormigón*. Primera Edición. Quito. Ecuador.



- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2002). *Norma INEN 1855-2:2002. Hormigones. Hormigón preparado en Obra*. Primera Edición. Quito. Ecuador.
- I.E.T.c.c. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. (1971). *Recomendaciones para la fabricación de viguetas autoresistentes y semiresistentes del hormigón pretensado*. ANDECE Agrupación de Derivados del Cemento.
- Lentz, J. *Manual práctico de ALBANILERÍA Y HORMIGÓN ARMADO*, Sexta Edición.
- Medina, C. (2007). *Análisis comparativo estadístico de resultados de resistencia a la compresión de hormigones de alta resistencia entre 50 MPa y 80 MPa empleando cilindros de 15 * 30 cm y 10 * 20 cm*. Loja.
- Monografías sobre Construcción y Arquitectura. *Técnica y Practica del Hormigón Armado*. 164 – Barcelona 20 – España. Perú.
- Orús, F. (1981). *Materiales de construcción*. Séptima Edición.
- Sánchez, L. (2004). *Calidad de los hormigones usados en edificaciones nuevas de la ciudad de Loja y su influencia en el desempeño sísmico*. Loja.
- Songor, J. (1998). *Materiales de Construcción I*. Loja: UTPL.
- Sojo, V. (2003). *Estilo de citas y referencias de la American Psychological Association (A.P.A.)*. Caracas.



ANEXOS



ANEXO A

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA
---	--

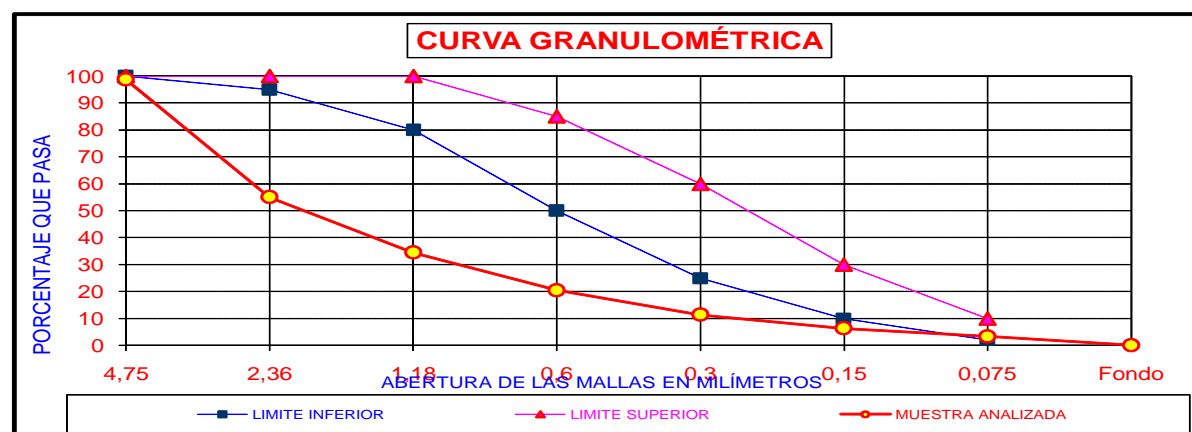
ENSAYO 1 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
9,5	0,00	0,00	0,00	100	100	100
4,75	6,09	1,22	1,22	98,78	95	100
2,36	218,82	43,76	44,98	55,02	80	100
1,18	103,04	20,61	65,59	34,41	50	85
0,6	69,66	13,93	79,52	20,48	25	60
0,3	45,89	9,18	88,70	11,30	10	30
0,15	25,28	5,06	93,76	6,24	2	10
0,075	15,00	3,00	96,76	3,24		
Fondo	16,22	3,24	100,00	0,00		
Total	500,00	100,00				

Masa Muestra de Ensayo:	500,00	gramos	Módulo de finura: Mf =	4,71
Requisito de Gradación de la Arena para hormigón				Módulo de Finura: 2,3 a 3,1



Observaciones: Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

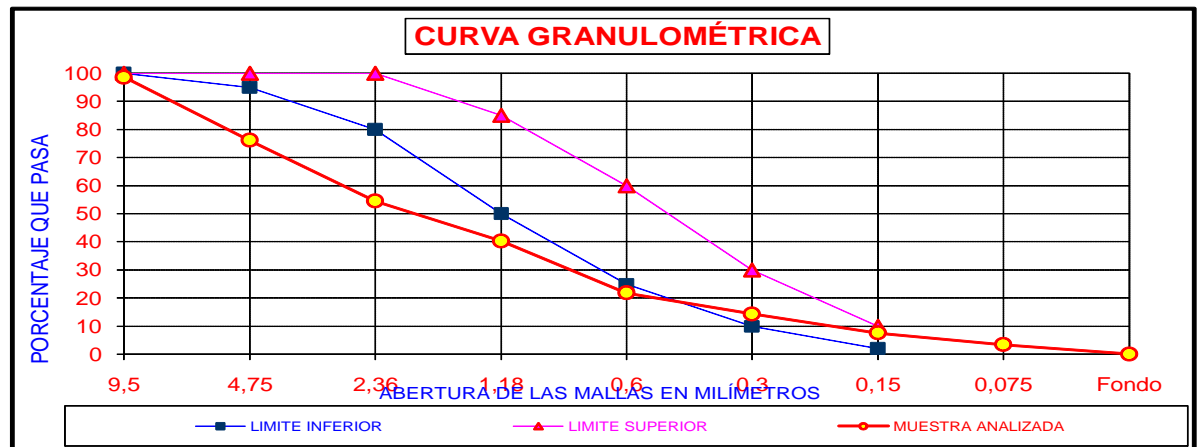
ENSAYO 2 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
9,5	6,64	1,33	1,33	98,67	100	100
4,75	112,40	22,48	23,81	76,19	95	100
2,36	108,60	21,72	45,53	54,47	80	100
1,18	70,90	14,18	59,70	40,30	50	85
0,6	92,40	18,48	78,18	21,82	25	60
0,3	37,40	7,48	85,66	14,34	10	30
0,15	34,00	6,80	92,46	7,54	2	10
0,075	20,81	4,16	96,62	3,38		
Fondo	16,88	3,38	100,00	0,00		
Total	500,03	100,00				

Masa Muestra de Ensayo:	500,03	gramos	Módulo de finura: Mf =	4,82
Requisito de Gradación de la Arena para hormigón				Módulo de Finura: 2,3 a 3,1



Observaciones: Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO B

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
--	---

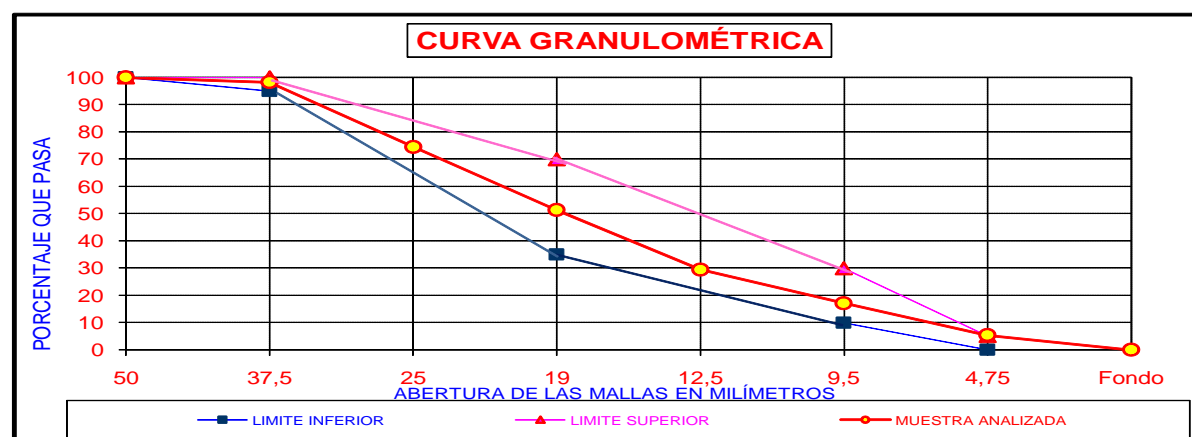
ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN
--

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA
--

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75						
63						
50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
37,5	354,00	1,77	1,77	98,23	95	100
25	4750,00	23,70	25,47	74,53		
19	4655,00	23,23	48,69	51,31	35	70
12,5	4378,00	21,84	70,54	29,46		
9,5	2468,00	12,31	82,85	17,15	10	30
4,75	2357,00	11,76	94,61	5,39	0	5
Fondo	1080,00	5,39	100,00	0,00		
Total	20042,00	100,00				

	Tamaño Máximo (mm) =	37,5
Muestra de Ensayo (gr) : 20042,00	Tamaño Máximo Nominal (mm) =	37,5



Observaciones: Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

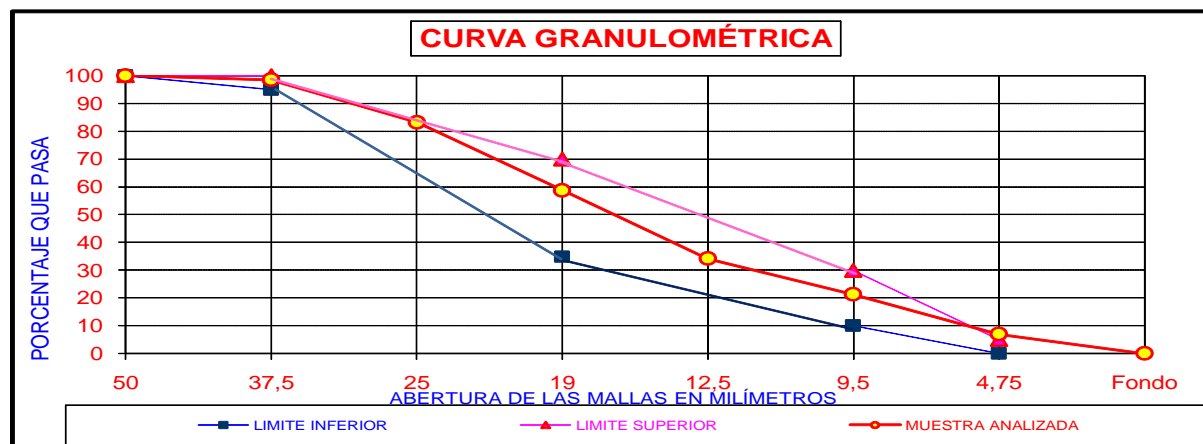
ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75						
63						
50	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
37,5	302,60	1,51	1,51	98,49	95	100
25	3050,00	15,24	16,75	83,25		
19	4898,00	24,48	41,23	58,77	35	70
12,5	4930,00	24,64	65,87	34,13		
9,5	2565,00	12,82	78,69	21,31	10	30
4,75	2865,00	14,32	93,00	7,00	0	5
Fondo	1400,00	7,00	100,00	0,00		
Total	20010,60	100,00				

	Tamaño Máximo (mm) =	37,5
Muestra de Ensayo (gr) : 20010,60	Tamaño Máximo Nominal (mm) =	37,5



Observaciones: Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO C



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACION DE LA MASA UNITARIA

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 29
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

DATOS DE ENSAYO

Temperatura del agua en (°C):	20	Densidad del agua en (gr/cm ³):	0,99823
Peso del recipiente vacío (gr):	8150	Volúmen del recipiente (cm ³):	14815,9 cm ³

ESTADO SUELTO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815,90
Peso del recipiente más muestra (gr):	30940,00
Masa de la muestra de ensayo (gr): m	22790,00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1,538

ESTADO COMPACTADO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815,90
Peso del recipiente más muestra (gr):	31970,00
Masa de la muestra de ensayo: m	23820,00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1,608

Masa unitaria (densidad aparente) suelta:	1,538 gr/cm ³
Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1,608 gr/cm ³

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 29
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

DATOS DE ENSAYO

Temperatura del agua en (°C):	20	Densidad del agua en (gr/cm ³):	0,99823
Peso del recipiente vacío (gr):	8150	Volúmen del recipiente (cm ³):	14815,9 cm ³

ESTADO SUELTO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815,90
Peso del recipiente más muestra (gr):	31120,00
Masa de la muestra de ensayo (gr): m	22970,00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1,55

ESTADO COMPACTADO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815,90
Peso del recipiente más muestra (gr):	32080,00
Masa de la muestra de ensayo: m	23930,00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1,615

Masa unitaria (densidad aparente) suelta:	1,55 gr/cm ³
Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1,615 gr/cm ³

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO D



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

**ENSAYO 1 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES MÁS FINOS QUE
75 MICRONES EN LOS ÁRIDOS PARA HORMIGÓN**

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Tipo de árido:	Cantera	Norma:	ASTM C 117
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Masa de la muestra de ensayo en gr: A	500,00
Masa de la muestra lavada y seca en gr: B	479,30
Porcentaje de material fino < 75 micras	4,14

Porcentaje de Material Fino < 75 micras: $P = ((A-B) / A) * 100$

Requisito de materiales más finos que 75 micrones en la Arena: Máximo
Porcentaje 5%

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

**ENSAYO 2 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES MÁS FINOS QUE
75 MICRONES EN LOS ÁRIDOS PARA HORMIGÓN**

IDENTIFICACION DEL MATERIAL

Tipo de árido:	Cantera	Norma:	ASTM C 117
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Masa de la muestra de ensayo en gr: A	500,00
Masa de la muestra lavada y seca en gr: B	480,80
Porcentaje de material fino < 75 micras	3,84

$$\text{Porcentaje de Material Fino} < 75 \text{ micras: } P = ((A-B) / A) * 100$$

Requisito de materiales más finos que 75 micrones en la Arena: Máximo
Porcentaje 5%

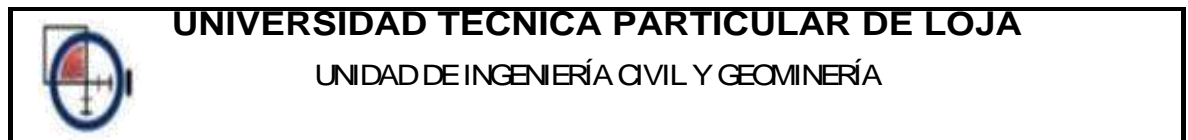
OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO E



Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 128
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque



Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr):	500,00
Masa del matraz más agua (gr): B	658,80
Masa del matraz más agua más muestra (gr): C	970,40
Masa de la muestra seca en el horno (gr): A	494,10
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2,654
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2,623
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	2,707
Porcentaje de absorción: Pa en %	1,19

D_{sss} = 2,654 gr/cm ³	Densidad real	$D_{sss} = 500 / (B+500-C)$
D_s = 2,623 gr/cm ³	Densidad seca	$D_s = A / (B+500-C)$
D = 2,707 gr/cm ³	Densidad aparente	$D = A / (B+A-C)$
Pa = 1,19 %	Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (500 - A) / A$



Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 2 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 128
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr):	500,00
Masa del matraz más agua (gr): B	660,30
Masa del matraz más agua más muestra (gr): C	971,32
Masa de la muestra seca en el horno (gr): A	493,80
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2,646
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2,613
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	2,702
Porcentaje de absorción: Pa en %	1,26

D_{sss} = 2,646 gr/cm ³	Densidad real	$D_{sss} = 500 / (B+500-C)$
D_s = 2,613 gr/cm ³	Densidad seca	$D_s = A / (B+500-C)$
D = 2,702 gr/cm ³	Densidad aparente	$D = A / (B+A-C)$
Pa = 1,26 %	Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (500 - A) / A$

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO F



ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 127
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr): B	5000
Masa de la muestra sumergida en agua (gr): C	3670
Masa de la muestra seca al horno (gr): A	4958
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	3,76
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	3,73
Porcentaje de absorción: Pa en %	0,85

D_{sss} = 3,76 gr/cm³	Densidad real	D_{sss} = B / (B - C)
D_s = 3,73 gr/cm³	Densidad seca	D_s = A / (B - C)
Pa = 0,85 %	Porcentaje de absorción	Pa = 100 * (B - A) / A

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Grueso	Norma:	ASTM C 127
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr): B	5000
Masa de la muestra sumergida en agua (gr): C	3720
Masa de la muestra seca al horno (gr): A	4956
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	3,910
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	3,897
Porcentaje de absorción: Pa en %	0,89

D_{sss} = 3,910 gr/cm ³	Densidad real	$D_{sss} = B / (B - C)$
D_s = 3,897 gr/cm ³	Densidad seca	$D_s = A / (B - C)$
Pa = 0,89 %	Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (B - A) / A$

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO G

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA
---	--

ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 535
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	1 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamices (mm)		MASA DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr)	MASA MUESTRA DE ENSAYO (gr)
PASA	RETENIDO	GRADACIÓN A	
37,5	25	1250 ± 25	1249,8
25	19	1250 ± 25	1252,5
19	12,5	1250 ± 10	1249,8
12,5	9,5	1250 ± 10	1250,1
TOTAL		5000 ± 10	5002,2

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Número de Esferas:	12
Masa original de la muestra de ensayo en gr: A	5002,2
Masa de la muestra después del ensayo después de 500 revoluciones en gr: B	3200,5
Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones en %: V	36,02

Valor de Abrasión en porcentaje: $V = ((A-B) / A) * 100$

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 535
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Informe:	2 de 2
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque

Tamices (mm)		MASA DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr)	MASA MUESTRA DE ENSAYO (gr)
PASA	RETENIDO	GRADACIÓN A	
37,5	25	1250 ± 25	1245,4
25	19	1250 ± 25	1250,0
19	12,5	1250 ± 10	1249,8
12,5	9,5	1250 ± 10	1249,6
TOTAL		5000 ± 10	4994,8

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Número de Esferas:	12
Masa original de la muestra de ensayo en gr: A	4994,8
Masa de la muestra después del ensayo después de 500 revoluciones en gr: B	3302,4
Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones en %: V	33,88

$$\text{Valor de Abrasión en porcentaje: } V = ((A-B) / A) * 100$$

OBSERVACIONES:

Las muestras, los datos de referencia y la identificación fueron proporcionados por el interesado.

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica De Loja

ANEXO H



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

RESÚMEN DE ENSAYOS DE ÁRIDO FINO

Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril y Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Norma:	ASTM
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque Regalado

RESULTADOS

NORMA	NOMBRE DEL ENSAYO	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO
ASTM C 128	Densidad real (D_{ss}): gr/cm ³	2.654	2.646	2.650
	Densidad seca (D_s): gr/cm ³	2.623	2.613	2.618
	Densidad aparente (D): gr/cm ³	2.707	2.702	2.705
	Porcentaje de absorción (P_a): %	1.190	1.26	1.225
ASTM C 117	Porcentaje de material fino < 75 micras (P): %	4.140	3.840	3.990
ASTM C 125	Módulo de Finura (M_f):	4.710	4.820	4.765

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO I



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

RESÚMEN DE ENSAYOS DE ÁRIDO GRUESO

Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Abril y Junio del 2011
Sector:	Chinguilamarca	Norma:	ASTM
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Realizado:	Patricia Duque Regalado

RESULTADOS

NORMA	NOMBRE DEL ENSAYO	ENSAYO 1	ENSAYO 2	PROMEDIO
ASTM C 127	Densidad real (D_{ss}): gr/cm ³	3.760	3.910	3.835
	Densidad seca (D_s): gr/cm ³	3.730	3.897	3.814
	Porcentaje de absorción (P_a): %	0.850	0.890	0.870
ASTM C 29	Masa unitaria (densidad aparente) suelta: gr/cm ³	1.538	1.550	1.544
	Masa unitaria (densidad aparente) compactada: gr/cm ³	1.608	1.615	1.612
ASTM C 535	Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones (V): %	36.020	33.880	34.950

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO J

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS

DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.																
TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
CADENAS	1	20	12520	29.90	29.70	29.70	29.77	5.98	5.99	5.98	19640	15.20	181.50	108.21	5	2317.33
	2		11840	29.30	29.60	29.90	29.60	5.93	5.94	5.93	18400	15.08	178.66	102.99	5	2238.84
COLUMNAS	3	20	12108	29.50	29.80	29.90	29.73	5.97	5.96	5.96	26630	15.14	179.93	148.00	5	2263.21
	4		12114	29.40	29.60	29.40	29.47	5.99	5.96	5.98	19890	15.15	180.23	110.36	2	2280.99
LOSA	5	19.5	12010	29.80	29.70	29.70	29.73	5.99	5.94	5.96	33370	15.08	178.60	186.84	3	2261.56
	6		11974	29.50	29.60	29.40	29.50	5.96	5.94	5.95	31790	15.08	178.66	177.93	5	2271.85
LOSA	7	22	12070	29.50	29.55	29.45	29.50	5.97	5.97	5.97	28740	15.15	180.29	159.41	5	2269.38
	8		12065	29.70	29.65	29.80	29.72	5.95	5.97	5.96	32660	15.17	180.78	180.66	5	2245.87
MURO	9	15	12216	29.60	29.70	29.80	29.70	5.92	5.97	5.95	27070	15.16	180.60	149.89	3	2277.54
	10		12572	29.80	29.70	29.60	29.70	5.95	5.95	5.95	25490	15.12	179.57	141.95	2	2357.32
LOSA	11	11.5	12276	29.70	29.65	29.70	29.68	5.96	5.92	5.94	21220	15.03	177.40	119.61	3	2331.22
	12		12139	29.65	29.60	29.55	29.60	5.85	5.88	5.87	21730	14.93	175.13	124.08	6	2341.68
COLUMNAS	13	15	11863	30.00	30.00	29.90	29.97	5.92	5.92	5.92	17830	15.04	177.76	100.30	3	2226.97
	14		11739	29.70	29.90	29.50	29.70	5.91	5.93	5.92	17620	15.05	177.88	99.05	5	2221.98
COLUMNAS	15	20	12249	29.80	29.90	29.90	29.87	5.96	5.98	5.97	13480	15.19	181.20	74.39	5	2263.36
	16		11353	29.50	29.50	29.30	29.43	5.98	5.96	5.97	16880	15.14	179.99	93.78	3	2143.00



DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.

TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
LOSA	17	21	12147	29.50	29.50	29.50	29.50	5.93	6.06	6.00	40200	15.39	186.02	216.11	5	2213.54
	18		11710	29.30	29.20	29.20	29.23	5.94	5.94	5.94	44030	15.07	178.48	246.69	5	2244.29
PLINTOS	19	19.5	12530	29.90	29.80	29.70	29.80	5.92	5.93	5.92	21090	15.05	177.88	118.56	5	2363.75
	20		12787	29.90	29.90	29.80	29.87	6.06	5.86	5.96	16210	14.89	174.24	93.03	3	2457.18
COLUMNAS	21	17	11716	29.80	29.70	29.80	29.77	5.93	5.97	5.95	17400	15.15	180.29	96.51	2	2183.09
	22		11345	29.40	29.50	29.30	29.40	6.02	5.96	5.99	19510	15.13	179.69	108.58	2	2147.52
CADENAS	23	20	12325	29.50	29.70	29.80	29.67	5.91	5.95	5.93	30490	15.12	179.57	169.80	3	2313.60
	24		12566	30.00	29.90	29.80	29.90	5.85	6.07	5.96	32620	15.42	186.82	174.61	3	2249.60
LOSA	25	16	12410	29.80	29.70	29.80	29.77	5.96	5.93	5.94	24500	15.06	178.18	137.50	5	2339.78
	26		12381	29.80	29.70	29.80	29.77	5.93	5.94	5.93	25160	15.09	178.78	140.73	5	2326.46
CADENAS	27	14.5	12455	29.90	29.70	29.80	29.80	5.95	5.94	5.95	48830	15.08	178.60	273.40	5	2340.11
	28		12588	29.90	29.90	29.80	29.87	5.99	6.00	5.99	56380	15.23	182.29	309.28	5	2312.06
COLUMNAS	29	20	11483	29.80	29.50	29.60	29.63	5.95	5.95	5.95	6070	15.12	179.51	33.81	3	2158.70
	30		11841	29.60	29.70	29.80	29.70	5.97	5.88	5.93	6720	14.94	175.31	38.33	3	2274.18
CADENAS	31	17	12252	29.50	29.70	29.70	29.63	5.97	5.93	5.95	16950	15.07	178.30	95.06	5	2318.82
	32		12206	29.70	29.60	29.70	29.67	5.97	5.92	5.94	18990	15.04	177.70	106.86	5	2315.32



DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.

TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
MURO	33	11	12994	29.80	29.90	29.90	29.87	5.94	5.90	5.92	33910	15.00	176.62	191.99	3	2463.24
	34		13082	29.50	29.60	29.60	29.57	5.90	5.94	5.92	29340	15.08	178.60	164.27	2	2477.31
LOSA	35	23	12023	29.40	29.50	29.40	29.43	5.90	5.90	5.90	18000	14.99	176.56	101.95	3	2313.51
	36		12563	29.80	29.90	29.80	29.83	5.90	5.91	5.90	17610	15.01	176.92	99.53	5	2380.16
PLINTOS	37	19.5	12080	29.40	29.50	29.40	29.43	5.92	5.85	5.88	14800	14.86	173.41	85.35	5	2366.78
	38		12490	29.50	29.60	29.80	29.63	5.96	5.96	5.96	13810	15.13	179.87	76.78	6	2343.28
PLINTOS	39	24	11896	29.40	29.50	29.50	29.47	5.92	5.92	5.92	23220	15.04	177.64	130.71	5	2272.60
	40		12214	29.50	29.40	29.20	29.37	5.92	5.91	5.91	20100	15.01	176.98	113.57	5	2350.02
COLUMNAS	41	17	12403	30.00	29.90	29.80	29.90	5.86	5.91	5.88	40610	15.00	176.68	229.85	3	2347.79
	42		12357	29.70	29.60	29.60	29.63	5.90	5.89	5.89	43370	14.95	175.49	247.14	3	2376.20
CADENAS	43	14	12550	29.80	29.60	29.50	29.63	5.90	5.88	5.89	37590	14.92	174.89	214.93	3	2421.53
	44		12686	29.70	29.50	29.70	29.63	5.95	5.92	5.93	30510	15.04	177.64	171.75	1	2409.89
PLINTOS	45	20	12804	30.00	29.70	29.70	29.80	5.90	5.92	5.91	34120	15.04	177.70	192.01	5	2417.88
	46		12290	29.40	29.40	29.50	29.43	5.90	5.91	5.90	31580	15.00	176.68	178.74	5	2363.28
LOSA	47	19	12339	29.50	29.40	29.60	29.50	5.92	5.91	5.92	22300	15.02	177.22	125.83	5	2360.14
	48		12798	29.90	29.70	29.80	29.80	5.93	5.96	5.95	24640	15.14	180.11	136.80	3	2384.43



DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.

TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
CADENAS	49	21	12191	29.80	29.80	29.80	29.80	5.87	5.92	5.90	13560	15.04	177.58	76.36	5	2303.68
	50		11917	29.60	29.50	29.40	29.50	5.91	5.92	5.91	10820	15.05	177.82	60.85	3	2271.73
LOSA	51	23	12344	29.40	29.50	29.60	29.50	5.93	5.93	5.93	27750	15.05	177.88	156.00	5	2352.34
	52		12408	29.60	29.70	29.50	29.60	5.91	5.91	5.91	28260	15.01	176.98	159.68	5	2368.52
COLUMNAS	53	22.5	12544	29.40	29.80	29.60	29.60	5.92	5.92	5.92	13860	15.04	177.58	78.05	3	2386.40
	54		12759	29.40	29.60	29.40	29.47	5.96	5.97	5.96	17470	15.16	180.60	96.74	2	2397.62
LOSA	55	23	12432	29.50	29.60	29.70	29.60	5.92	5.92	5.92	24700	15.02	177.28	139.33	5	2369.10
	56		12424	29.30	29.40	29.20	29.30	5.90	5.91	5.91	20250	15.02	177.22	114.26	3	2392.62
LOSA	57	20.5	12760	29.80	30.00	29.90	29.90	5.90	5.92	5.91	22160	15.04	177.58	124.79	5	2403.14
	58		12204	29.40	29.60	29.60	29.53	5.90	5.91	5.90	28410	15.01	176.98	160.52	5	2334.84
COLUMNAS	59	24	12099	29.40	29.40	29.40	29.40	5.94	5.90	5.92	10360	14.99	176.38	58.74	1	2333.14
	60		12376	29.90	29.80	29.70	29.80	5.92	5.98	5.95	11030	15.18	180.90	60.97	5	2295.78
MURO	61	18	12068	29.40	29.30	29.20	29.30	5.99	5.91	5.95	10890	15.00	176.68	61.64	5	2331.15
	62		12339	29.80	29.60	29.70	29.70	5.93	5.91	5.92	9370	15.01	176.86	52.98	5	2349.01
COLUMNAS	63	22	12577	29.70	29.40	29.60	29.57	5.93	5.96	5.95	13330	15.15	180.17	73.98	3	2360.96
	64		12337	29.60	29.30	29.70	29.53	5.97	5.91	5.94	13610	15.00	176.68	77.03	5	2364.29



DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.

TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
CADENAS	65	17	12275	29.30	29.40	29.60	29.43	5.92	5.86	5.89	29920	14.88	173.94	172.01	3	2397.61
	66		12417	29.50	29.70	29.60	29.60	5.92	5.92	5.92	27090	15.05	177.82	152.34	5	2359.05
LOSA	67	26	12621	29.90	29.70	29.70	29.77	5.90	5.99	5.94	10760	15.21	181.69	59.22	3	2333.69
	68		12269	29.50	29.30	29.40	29.40	5.95	5.96	5.95	10340	15.13	179.87	57.49	4	2320.08
LOSA	69	20	12509	29.70	29.80	29.90	29.80	5.90	5.91	5.91	28660	15.01	176.92	161.99	4	2372.58
	70		12700	29.90	29.80	29.80	29.83	5.92	5.91	5.92	27130	15.02	177.22	153.08	5	2402.05
CADENAS	71	17	11160	29.70	29.70	29.70	29.70	5.93	5.94	5.93	12784	15.08	178.60	71.58	6	2103.86
	72		11140	29.50	29.50	29.40	29.47	5.90	5.91	5.90	12264	15.00	176.80	69.37	6	2138.27
CADENAS	73	19	12698	29.90	29.70	29.70	29.77	5.91	5.92	5.91	15600	15.04	177.58	87.85	2	2402.17
	74		12242	29.40	29.30	29.50	29.40	5.91	5.98	5.94	14380	15.20	181.44	79.25	5	2294.90
MURO	75	20	12818	29.60	29.70	29.90	29.73	5.92	5.97	5.94	14050	15.17	180.78	77.72	3	2384.70
	76		12635	29.70	29.90	30.00	29.87	5.92	5.89	5.91	11070	14.97	175.97	62.91	3	2404.13
LOSA	77	11	12187	29.50	29.40	29.50	29.47	5.91	5.91	5.91	31980	15.01	176.98	180.70	5	2336.86
	78		12420	29.60	29.70	29.60	29.63	5.91	5.94	5.92	33280	15.08	178.60	186.33	5	2346.66
LOSA	79	20	12435	29.30	29.40	29.50	29.40	5.95	5.92	5.93	20030	15.03	177.40	112.91	5	2384.17
	80		12510	29.60	29.50	29.60	29.57	5.90	5.91	5.90	23670	15.01	177.04	133.70	2	2389.88
LOSA	81	21	12460	29.70	29.60	29.60	29.63	5.90	5.92	5.91	15770	15.03	177.52	88.83	2	2368.56
	82		12030	29.30	29.20	29.40	29.30	5.86	5.90	5.88	16840	14.97	176.09	95.64	2	2331.70



DATOS INICIALES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE 15 cm. X 30 cm.

TIPO DE ELEMENTO	Cilindro Nro.	Asentamiento (cm)	Peso (gr)	Altura 1 (cm)	Altura 2 (cm)	Altura 3 (cm)	Altura prom. (cm)	Diámetro 1 (pulg)	Diámetro 2 (pulg)	Diámetro prom. (pulg)	Ruptura (Kg)	Diámetro prom. (cm)	Área cm ²	f'c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	Wc (kg/m ³)
CADENAS	83	19.5	12670	29.80	29.90	29.80	29.83	5.92	5.98	5.95	17360	15.18	181.08	95.87	5	2345.34
	84		12410	29.50	29.40	29.70	29.53	5.90	5.92	5.91	17110	15.02	177.28	96.51	2	2370.24
CADENAS	85	21	12120	29.40	29.50	29.20	29.37	5.94	5.91	5.93	15970	15.01	176.92	90.27	5	2332.72
	86		12280	29.50	29.80	29.70	29.67	5.94	5.91	5.93	12280	15.02	177.16	69.31	5	2336.45
COLUMNAS	87	23	12370	29.80	29.60	29.70	29.70	5.97	5.95	5.96	15060	15.10	179.09	84.09	5	2325.69
	88		12430	29.80	29.70	29.70	29.73	5.90	5.90	5.90	15660	14.98	176.33	88.81	5	2370.90
CADENAS	89	22	12140	29.30	29.50	29.40	29.40	5.96	5.94	5.95	28930	15.09	178.78	161.81	2	2309.62
	90		12560	29.50	29.70	29.50	29.57	5.96	5.98	5.97	30190	15.18	180.90	166.89	3	2348.30
CADENAS	91	19	12525	29.80	29.70	29.60	29.70	5.95	5.92	5.93	17340	15.02	177.28	97.81	2	2378.78
	92		12135	29.40	29.30	29.40	29.37	5.88	5.90	5.89	12520	14.97	176.09	71.10	2	2346.71
CADENAS	93	17	12210	30.00	29.80	29.30	29.70	5.94	5.92	5.93	18340	15.03	177.52	103.31	5	2315.82
	94		12350	29.80	29.90	30.00	29.90	5.91	5.92	5.92	21360	15.04	177.70	120.20	6	2324.35
COLUMNAS	95	17	12480	29.80	30.10	29.90	29.93	5.95	5.98	5.96	22340	15.19	181.20	123.29	5	2300.91
	96		12835	29.80	29.70	29.80	29.77	5.90	5.90	5.90	20310	14.98	176.33	115.18	2	2445.41
LOSA	97	18	12240	29.40	29.50	29.40	29.43	5.90	5.90	5.90	14110	14.99	176.50	79.94	5	2356.06
	98		12628	30.00	29.90	29.90	29.93	5.95	5.94	5.94	18210	15.07	178.48	102.03	3	2363.64
CADENAS	99	20	11990	29.50	29.50	29.40	29.47	5.89	5.89	5.89	8910	14.95	175.61	50.74	6	2317.09
	100		11865	29.30	29.20	29.30	29.27	5.91	5.88	5.89	8130	14.93	175.01	46.45	3	2316.47

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO K

DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA REALIZADA LA MEZCLA MANUALMENTE

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO							
CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
1	CADENAS	28	MANUAL	108.21	48.54	102.99	3.05
2	COLUMNAS	28	MANUAL	148.00	2186.69	110.36	83.13
7	COLUMNAS	28	MANUAL	100.30	0.88	99.05	4.78
8	COLUMNAS	28	MANUAL	74.39	720.77	93.78	55.61
11	COLUMNAS	28	MANUAL	96.51	22.37	108.58	53.83
15	COLUMNAS	28	MANUAL	33.81	4546.14	38.33	3957.39
16	CADENAS	28	MANUAL	95.06	38.16	106.86	31.63
20	PLINTOS	28	MANUAL	130.71	868.60	113.57	152.03



ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO

CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
21	COLUMNAS	28	MANUAL	229.85	16539.41	247.14	21286.23
23	PLINTOS	28	MANUAL	192.01	8238.51	178.74	6005.85
25	CADENAS	28	MANUAL	76.36	619.07	60.85	1631.57
27	COLUMNAS	28	MANUAL	78.05	537.85	96.74	20.29
30	COLUMNAS	28	MANUAL	58.74	1806.64	60.97	1621.36
31	MURO	28	MANUAL	61.64	1568.50	52.98	2329.13
32	COLUMNAS	28	MANUAL	73.98	742.83	77.03	586.10
36	CADENAS	28	MANUAL	71.58	879.86	69.37	1016.00
37	CADENAS	28	MANUAL	87.85	179.38	79.25	483.40



ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO							
CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
38	MURO	28	MANUAL	77.72	553.17	62.91	1469.20
39	LOSA	28	MANUAL	180.70	6313.13	186.33	7241.01
42	CADENAS	28	MANUAL	95.87	28.84	96.51	22.35
43	CADENAS	28	MANUAL	90.27	120.45	69.31	1019.21
44	COLUMNAS	28	MANUAL	84.09	293.99	88.81	154.42
45	CADENAS	28	MANUAL	161.81	3669.33	166.89	4309.93
46	CADENAS	28	MANUAL	97.81	11.77	71.10	908.31
47	CADENAS	28	MANUAL	103.31	4.29	120.20	359.52
50	CADENAS	28	MANUAL	50.74	2550.44	46.45	3001.50
SUMATORIA				2659.36	53089.61	2605.11	57806.83



DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA REALIZADA LA MEZCLA EN CONCRETERA

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO							
CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
3	LOSA	28	CONCRETERA	186.84	1765.27	177.93	1096.19
4	LOSA	28	CONCRETERA	159.41	212.71	180.66	1284.66
5	MURO	28	CONCRETERA	149.89	25.71	141.95	8.24
6	LOSA	28	CONCRETERA	119.61	635.44	124.08	430.34
9	LOSA	28	CONCRETERA	216.11	5081.30	246.69	10376.75
10	PLINTOS	28	CONCRETERA	118.56	689.67	93.03	2682.16



ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO							
CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
12	CADENAS	28	CONCRETERA	169.80	623.68	174.61	887.14
13	LOSA	28	CONCRETERA	137.50	53.64	140.73	16.77
14	CADENAS	28	CONCRETERA	273.40	16531.59	309.28	27046.89
17	MURO	28	CONCRETERA	191.99	2224.71	164.27	378.35
18	LOSA	28	CONCRETERA	101.95	1838.43	99.53	2051.02
19	PLINTOS	28	CONCRETERA	85.35	3537.26	76.78	4630.12
22	CADENAS	28	CONCRETERA	214.93	4915.18	171.75	725.03
24	LOSA	28	CONCRETERA	125.83	360.72	136.80	64.30
26	LOSA	28	CONCRETERA	156.00	124.97	159.68	220.62
28	LOSA	28	CONCRETERA	139.33	30.22	114.26	933.91



ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS PRUEBAS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO							
CASA Nro.	TIPO DE ESTRUCTURA	EDAD (días)	TIPO DE MEZCLADO	CILINDRO 1 f'c Kg/cm ²		CILINDRO 2 f'c Kg/cm ²	
				f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA	f'c Kg/cm ²	MEDIA ARITMÉTICA
29	LOSA	28	CONCRETERA	124.79	401.44	160.52	246.52
33	CADENAS	28	CONCRETERA	172.01	739.22	152.34	56.55
34	LOSA	28	CONCRETERA	59.22	7327.30	57.49	7627.71
35	LOSA	28	CONCRETERA	161.99	294.75	153.08	68.25
40	LOSA	28	CONCRETERA	112.91	1018.62	133.70	123.80
41	LOSA	28	CONCRETERA	88.83	3134.78	95.64	2419.43
48	COLUMNAS	28	CONCRETERA	123.29	463.71	115.18	878.40
49	LOSA	28	CONCRETERA	79.94	4209.60	102.03	1831.56
SUMATORIA				3469.47	56239.91	3482.02	66084.68

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



ANEXO L

ENCUESTA DE CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

 ENCUESTA DE CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA										
CASA Nro.	SECTOR DE UBICACIÓN	TIPO DE ESTRUCTURA	f'c prom. Kg/cm ²	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE DESECOFRADO	MEZCLADO	COMPACTACIÓN	LUGAR DE MEZCLADO	TEXTURA DEL ÁRIDO	PROFESIONAL
1	CIUDADELA DE LOS ING	CADENAS	105.60	23-nov	24-nov	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ARQ
2	CIUDADELA DE LOS ING	COLUMNAS	129.18	24-nov	25-nov	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	ARQ
3	SOL DE LOS ANDES	LOSA	182.38	26-nov	27-nov	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
4	SOL DE LOS ANDES	LOSA	170.04	26-nov	27-nov	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ARQ
5	SOL DE LOS ANDES	MURO	145.92	26-nov	27-nov	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	-
6	SOL DE LOS ANDES	LOSA	121.85	27-nov	30-nov	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
7	SOL DE LOS ANDES	COLUMNAS	99.68	30-nov	01-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
8	SOL DE LOS ANDES	COLUMNAS	84.09	30-nov	01-dic	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	ING
9	SOL DE LOS ANDES	LOSA	231.40	01-dic	02-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ING
10	URB. SAMANIEGO SUÁREZ	PLINTOS	105.80	02-dic	03-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	TRITURADO	ARQ
11	REINALDO ESPINOZA	CUELLOS	102.54	03-dic	06-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
12	SOL DE LOS ANDES	CADENAS	172.20	03-dic	06-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	ING
13	JUAN JOSÉ CASTILLO	LOSA	139.11	03-dic	06-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
14	LOS GERANEOS	CADENAS	291.34	07-dic	08-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	ARQ
15	B. JUAN DE SALINAS	COLUMNAS	36.07	07-dic	08-dic	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	ING
16	B. COLINAS DE SAN PEDRO	CADENAS	100.96	08-dic	09-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	ARQ
17	B. JUAN DE SALINAS	MURO	178.13	08-dic	09-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	ING
18	B. COLINAS DE SAN PEDRO	LOSA	100.74	09-dic	14-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	TRITURADO	ARQ
19	LAS ZARZAS	PLINTOS	81.06	09-dic	14-dic	CONCRETERA	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	ARQ
20	SOL DE LOS ANDES	PLINTOS	122.14	14-dic	15-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ARQ
21	URBANIZACIÓN CIUDAD DE LOJA	COLUMNAS	238.49	15-dic	16-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ING
22	CIUDADELA UNIVERSITARIA	CADENAS	193.34	15-dic	23-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	ING
23	URBANIZACIÓN CEPOST	PLINTOS	185.37	15-dic	16-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
24	LOS ROSALES	LOSA	131.32	16-dic	17-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ARQ
25	LOS ROSALES	CADENAS	68.60	16-dic	17-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	ARQ



ENCUESTA DE CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN EN OBRA

CASA Nro.	SECTOR DE UBICACIÓN	TIPO DE ESTRUCTURA	f'c prom. Kg/cm ²	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE DESECOFRADO	MEZCLADO	COMPACTACIÓN	LUGAR DE MEZCLADO	TEXTURA DEL ÁRIDO	PROFESIONAL
26	URBANIZACIÓN CIUDAD DE LOJA	LOSA	157.84	16-dic	20-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ING
27	COLINAS LOJANAS	CUELLOS	87.39	22-dic	23-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ARQ
28	REINALDO ESPINOZA	LOSA	126.79	22-dic	23-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ARQ
29	URBANIZACIÓN DANIEL ÁLVAREZ	LOSA	142.66	22-dic	23-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ING
30	COLINAS LOJANAS	COLUMNAS	59.85	23-dic	27-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
31	COLINAS LOJANAS	MURO	57.31	23-dic	27-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	ING
32	COLINAS LOJANAS	COLUMNAS	75.51	23-dic	27-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ING
33	ROSALES	CADENAS	162.18	27-dic	28-dic	CONCRETERA	MANUAL	-	RODADO	ARQ
34	ROSALES	LOSA	58.35	27-dic	29-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	TRITURADO	-
35	EPOCA	LOSA	157.54	28-dic	29-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
36	EPOCA	CADENAS	70.47	28-dic	29-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ARQ
37	COLINAS LOJANAS	CADENAS	83.55	28-dic	29-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
38	EPOCA	MURO	70.31	29-dic	30-dic	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	-
39	ZAMORA HUAYCO	LOSA	183.51	29-dic	30-dic	MANUAL	VIBRADO	-	RODADO	ARQ
40	ROSALES	LOSA	123.30	29-dic	30-dic	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
41	YAHUARCUNA	LOSA	92.23	30-dic	03-ene	CONCRETERA	VIBRADO	-	TRITURADO	-
42	ESTADIO	CADENAS	87.21	30-dic	03-ene	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	-
43	YAHUARCUNA	CADENAS	132.35	04-ene	05-ene	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	-
44	YAHUARCUNA	COLUMNAS	125.31	04-ene	05-ene	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	-
45	ESTADIO	CADENAS	76.70	05-ene	06-ene	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	RODADO	-
46	PARQUE PUCARÁ	CADENAS	93.39	06-ene	07-ene	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	RODADO	ARQ
47	PARQUE PUCARÁ	CADENAS	108.04	06-ene	07-ene	MANUAL	MANUAL	PERMEABLE	TRITURADO	ARQ
48	18 DE NOVIEMBRE	COLUMNAS	119.24	07-ene	10-ene	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	-
49	LOS ROSALES	LOSA	90.98	07-ene	10-ene	CONCRETERA	VIBRADO	-	RODADO	ARQ
50	BELLA VISTA	CADENAS	48.60	10-ene	11-ene	MANUAL	MANUAL	IMPERMEABLE	TRITURADO	ARQ

Patricia Duque Regalado
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica De Loja