



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 norte de la ciudad de Loja”**

**Trabajo de Fin de Carrera
previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil**

AUTOR:

Glenda Margarita Angamarca Puchaicela

DIRECTOR:

Ing. Humberto Joel Ramírez Romero

LOJA, ECUADOR

2012

CERTIFICACIÓN

Ing. Humberto Joel Ramírez Romero

**DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA,**

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de fin de carrera desarrollado para obtener el título de **INGENIERO CIVIL**, titulado “ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”, realizado por Glenda Margarita Angamarca Puchaicela, ha sido elaborado bajo mi dirección y minuciosamente supervisado y revisado, por lo que autorizo su presentación a la Escuela de Ingeniería Civil.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Humberto Joel Ramírez Romero

DIRECTOR

AUTORÍA

Las ideas, diseños, cálculos, resultados, conclusiones, tratamiento formal y científico de la metodología de la investigación contemplada en el trabajo de fin de carrera titulado **“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”**, previo a la obtención del grado de Ingeniero Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja, son de exclusiva responsabilidad del autor.

Glenda Margarita Angamarca Puchaicela

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Glenda Margarita Angamarca Puchaicela, 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”

Glenda Margarita Angamarca Puchaicela

DEDICATORIA

Con mucho amor y cariño todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis le dedico primeramente a Dios por haber guiado e iluminado mi vida personal como académica.

A mis queridos padres, José y Melida, quienes han sido fuente de energía e inspiración en mi vida, por su incondicional apoyo, confianza, cariño, protección y motivación al logro de mis metas.

A mis hermanos Mireya, Richard, Paola y David, que han sido un apoyo más para crecer como persona.

A ti Christian, por todo tu amor, comprensión y optimismo que siempre me impulsaron a seguir adelante, para continuar y seguir con mi camino.

Glenda Margarita

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a DIOS por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.

De igual manera agradezco a mis padres por su apoyo, comprensión, amor y sobre todo por creer en mí, ya que todo lo que soy se lo debo a ustedes.

A mis hermanos, familiares y mi novio por su cariño, confianza y apoyo para poder alcanzar esta meta.

Así mismo expreso mi gratitud y agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme dado la oportunidad de formarme moralmente y científicamente, con el fin de servir a la sociedad.

Al Ing. Humberto Ramírez por brindarme sus valiosos conocimientos, consejos y sugerencias durante la carrera universitaria así como en el desarrollo de la Tesis.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes día a día me brindaron sus valores científicos para mi formación profesional.

LA AUTORA

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA.....	ii
CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICAS	x
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv

CONTENIDOS

1. OBJETIVOS.....	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1. CONCRETO ARMADO.....	4

2.2.	MATERIALES CONSTITUYENTES DEL HORMIGÓN.....	5
2.2.1.	Cemento	6
2.2.2.	Áridos.....	8
2.2.3.	Agua.....	9
2.3.	ENSAYOS DE CONTROL DEL HORMIGÓN.....	11
2.3.1.	Ensayos del Hormigón Fresco	11
2.3.1.1.	Asentamiento	12
2.3.1.2.	Temperatura.....	15
2.3.1.3.	Masa Unitaria y Rendimiento Volumétrico.....	16
2.3.1.4.	Elaboración de Cilindros de Concreto.....	18
2.3.1.5.	Curado de los Especímenes de Concreto.....	20
2.3.2.	Ensayos del Hormigón Endurecido.....	22
2.3.2.1.	Resistencia a la Compresión.....	22
2.3.2.2.	Contenido de Aire.....	24
2.3.2.3.	Masa Volumétrica, Masa Específica Relativa, Absorción y Vacíos .	25
2.3.2.4.	Resistencia a la Tracción	26
2.3.2.5.	Resistencia a la Flexión	26
2.4.	ENSAYOS DE ÁRIDOS	27
2.4.1.	Muestreo de Áridos.....	27
2.4.2.	Impurezas Orgánicas.....	28
2.4.3.	Material más Fino que 75 micrones	29
2.4.4.	Granulometría	30
2.4.5.	Contenido de Humedad.....	32
2.4.6.	Masa Unitaria o Densidad Aparente Suelta y Compactada	33
2.4.7.	Valor de Abrasión del Árido Grueso	34
2.4.8.	Densidad y Absorción.....	36
2.4.8.1.	Árido Fino:.....	36
2.4.8.2.	Árido Grueso:	38

3. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS	41
3.1.1. Toma de Muestras	41
3.1.2. Ensayos de Hormigón Fresco	41
3.1.2.1. Asentamiento	41
3.1.2.2. Elaboración de Cilindros:	42
3.1.3. Ensayos de Hormigón Endurecido.....	42
3.1.3.1. Resistencia a la Compresión	42
3.1.4. Ensayos de Áridos.....	42
3.1.4.1. Muestreo y Reducción de Muestras de Áridos	42
3.1.4.2. Material más Fino que 75 micrones.....	42
3.1.4.3. Granulometría	42
3.1.4.4. Contenido de Humedad	43
3.1.4.5. Masa Unitaria o Densidad Aparente Suelta y Compactada.....	43
3.1.4.6. Valor de Abrasión del Árido Grueso	43
3.1.4.7. Densidad y Absorción.....	44
3.1.4.8. General.....	44
3.2. MUESTREO	44
3.3. APLICACIÓN DE ENCUESTAS	45
3.4. PRUEBAS DE CONTROL DE LOS HORMIGONES REALIZADOS	45
3.4.1. Determinación de la Consistencia del Hormigón	45
3.4.2. Determinación de la Resistencia del Hormigón.....	46
3.5. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS UTILIZADOS EN LAS CONSTRUCCIONES.....	48
 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 51
4.1. TABULACIÓN DE LA ENCUESTA	51
4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN	56

4.2.1.	Resumen de los Resultados le los Ensayos de Hormigón.....	67
4.3.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ÁRIDOS	74
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	75
4.4.1.	Análisis de la Encuesta.....	75
4.4.2.	Análisis de los Ensayos del Hormigón.....	77
4.4.2.1.	Hormigón Fresco	77
4.4.2.2.	Hormigón Endurecido.....	77
4.4.3.	Análisis de los Ensayos de Áridos	78
5.	CONCLUSIONES.....	80
6.	RECOMENDACIONES.....	82
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	84
8.	ANEXOS.....	847

ÍNDICE DE TABLAS

~ Tabla 1. Gradación de la muestra de ensayo	34
~ Tabla 2. Carga abrasiva en función de la gradación de la muestra	34
~ Tabla 3. Serie de tamices: Serie fina y gruesa.....	41
~ Tabla 4. Aspectos considerados de la encuesta planteada.....	48
~ Tabla 5. Resultados obtenidos en columna	54
~ Tabla 6. Resultados obtenidos en losas	57
~ Tabla 7. Resultados obtenidos en muros	60
~ Tabla 8. Resultados obtenidos en cadenas	62
~ Tabla 9. Resumen de los resultados obtenidos en el control de calidad de hormigones	64
~ Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos en los distintos elementos de las construcciones	65
~ Tabla 11. Resumen de los resultados obtenidos en el árido fino	71
~ Tabla 12. Resumen de los resultados obtenidos en el árido grueso	72

ÍNDICE DE FIGURAS

~ Figura 1. Variación de las proporciones usadas en concreto	5
~ Figura 2. Ensayo de asentamiento del cono de Abrams.....	12
~ Figura 3. Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICAS

~ Gráfica 1. Porcentaje del tipo de árido utilizado en las construcciones.....	50
~ Gráfica 2. Porcentaje del tipo de mezclado del concreto	51

~ Gráfica 3. Porcentaje del tipo de superficie de mezclado del hormigón.....	51
~ Gráfica 4. Porcentaje del tipo de compactación del concreto	52
~ Gráfica 5. Porcentaje del tipo de persona a cargo de la obra	53
~ Gráfica 6. Valor de la resistencia obtenida en columnas	55
~ Gráfica 7. Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en columnas.....	56
~ Gráfica 8. Valor de la resistencia en relación al asentamiento en columnas	56
~ Gráfica 9. Valor de la resistencia obtenida en losas.....	58
~ Gráfica 10. Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en losas	59
~ Gráfica 11. Valor de la resistencia en relación al asentamiento en losas.....	59
~ Gráfica 12. Valor de la resistencia obtenida en muros.....	60
~ Gráfica 13. Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en muros	61
~ Gráfica 14. Valor de la resistencia en relación al asentamiento en muros.....	61
~ Gráfica 15. Valor de la resistencia obtenida en cadenas	63
~ Gráfica 16. Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en cadenas	63
~ Gráfica 17. Valor de la resistencia en relación al asentamiento en cadenas	64
~ Gráfica 18. Valor de la resistencia obtenida en el sector Norte de la ciudad de Loja.....	68
~ Gráfica 19. Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en el sector Norte de la ciudad de Loja	69
~ Gráfica 20. Valor de la resistencia obtenida en los distintos elementos	70

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

~ Fotografía 1. Cemento utilizada en la elaboración del concreto.....	6
~ Fotografía 2. Árido fino y grueso utilizado en las construcciones	8

~ Fotografía 3. Agua utilizada en la elaboración del concreto	9
~ Fotografía 4. Serie de tamices.....	30
~ Fotografía 5. Ensayo de asentamiento	44
~ Fotografía 6. Realización de probetas cilíndricas	45
~ Fotografía 7. Curado de probetas cilíndricas	45
~ Fotografía 8. Ensayo de Resistencia	46

ÍNDICE DE ANEXOS

~ Anexo 1. Encuesta para la verificación de la calidad del hormigón	82
~ Anexo 2. Determinación de la granulometría del árido fino.....	85
~ Anexo 3. Determinación de la granulometría del árido grueso	88
~ Anexo 4. Determinación de la masa unitaria del árido grueso	91
~ Anexo 5. Determinación de los materiales más finos que 75 micrones en los áridos para el hormigón.....	94
~ Anexo 6. Determinación de la densidad y absorción de agua del árido fino	97
~ Anexo 7. Determinación de la densidad y absorción de agua del árido Grueso	100
~ Anexo 8. Determinación del valor de abrasión del árido grueso	103
~ Anexo 9. Determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas	106

RESUMEN

La presente investigación, fue realizada con el fin de realizar un control de calidad del hormigón y de los materiales utilizados en las distintas edificaciones del sector norte de la ciudad de Loja, tomando en consideración distintos aspectos que trascienden en la buena o mala elaboración del mismo.

Durante el desarrollo de la investigación se plantearon encuestas en las que se pudo claramente deducir si las personas encargadas tenían algún grado de conocimiento técnico en lo que se refiere a la preparación del hormigón.

Para conocer la resistencia real del concreto con el que las distintas edificaciones están siendo ejecutadas, se realizaron ensayos de campo y de laboratorio. Para lo cual se tomaron muestras de hormigón de 50 construcciones para a partir de ellas realizar ensayos de asentamiento y de resistencia.

También se ejecutaron ensayos de materiales pétreos de Malacatos y Catamayo para determinar sus características y calidad, de acuerdo a las normas ASTM e INEN.

Para una mejor comprensión de los resultados se realizaron tablas y gráficas, para a partir de ellas, finalmente, realizar un análisis de los resultados.

ABSTRACT

This research was conducted in order to perform concrete quality control and materials used in the various buildings in the northern sector of the city of Loja, taking into account various aspects that transcend the good or bad preparation.

During the course of the investigation raised surveys that could clearly tell whether those responsible had some degree of expertise in regard to the preparation of concrete.

To know the actual strength of concrete with which the various buildings are being carried out, tests were conducted field and laboratory. For which samples were taken from 50 buildings to concrete from them settling trials and endurance.

Tests were also executed in stone materials and Catamayo Malacatos to determine their characteristics and quality, according to ASTM and INEN.

For a better understanding of the results tables and graphs were made, for from them, finally, made on analysis of the results.

I. OBJETIVOS





1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio sobre la calidad de hormigones y materiales utilizados en las edificaciones en el sector norte de la ciudad de Loja.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obtener muestras de hormigón en las distintas construcciones en el sector norte de la ciudad de Loja.
- ✓ Medir el asentamiento del hormigón elaborado en obra, mediante el cono de Abrams.
- ✓ Efectuar el ensayo de resistencia a la compresión simple en las probetas de hormigón.
- ✓ Determinar si la granulometría de los áridos utilizados cumple con la normativa ASTM e INEN.

2. INTRODUCCIÓN





2. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el Ecuador ha sido afectado por una serie de fenómenos de origen natural, entre estos los sismos, los mismos que han ocasionado catástrofes, causando desequilibrios socioeconómicos que en algunos casos tuvieron consecuencias a largo plazo.

Tomando en consideración lo antes expuesto y para disminuir de alguna manera los siniestros causados por los fenómenos naturales, en el Ecuador, y específicamente en la ciudad de Loja, se debería contar con un estudio eficaz, y un control de la calidad del hormigón utilizado en las distintas obras de ingeniería.

Puesto que en la actualidad el concreto es un material muy utilizado en las estructuras que se ejecutan en nuestro medio, se le debe prestar la debida atención y optimizar su calidad ya que de él depende el desempeño sísmoresistente de la estructura.

Las propiedades del concreto en obra dependen de una gran cantidad de variables, las cuales obedecen a la calidad de los materiales que lo constituyen y de los procedimientos de producción, transporte, colocación, compactación y curado del concreto. Si uno o varios procesos se realizan de manera deficiente, se obtendrá un concreto de mala calidad, aún utilizando las cantidades exactas de cemento, arena, piedra y agua.

Por esta razón, es muy importante la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto y los materiales que lo componen, con el fin de poder predecir las propiedades del concreto en estado endurecido y garantizar que se cumpla con las especificaciones previamente definidas.



La presente investigación tiene como objetivo evaluar la preparación del concreto en las obras civiles en el sector norte de la ciudad de Loja, para de esta manera verificar cuantitativamente si el concreto cumple con lo especificado por las normativas, los reglamentos municipales o los estándares de la industria como el ACI.

De acuerdo al Código ACI 318S-08, en su capítulo 21 “ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES” en 21.1.4.2, establece que: “La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa” (ACI, 2008, pp. 341), lo que equivale a $f'_c=210 \text{ Kgf/cm}^2$.

Rigiéndose al código ACI lo que se pretende determinar, a partir de los ensayos, es, el valor de la resistencia a la compresión del concreto utilizado en las distintas edificaciones, para lo cual los ensayos realizados fueron a partir de muestras representativas de concreto, en estado plástico como en estado endurecido, y de áridos.

Finalmente al término de los ensayos se identificaron las características del hormigón y de los áridos utilizados en las edificaciones y a partir de ellos verificar su calidad.

2.1. CONCRETO ARMADO

El concreto también denominado hormigón es una mezcla homogénea de aglomerante, áridos (fino y grueso) y agua, que al interactuar forman un material semejante a una roca. Durante el proceso de mezclado se puede incorporar algún producto o material para mejorar alguna de sus características.

Dentro de sus características está su resistencia a la compresión, pero también está su mala resistencia a la tracción, para lo cual, a partir del siglo XIX se empezó a utilizar el acero para reforzar el concreto y de esta manera aumentar la resistencia a la tensión



del elemento fabricado con éste (Nilson, 1999). El hormigón armado consiste en la asociación íntima de hormigón y acero, en forma de barras redondas.

El concreto reforzado es muy utilizado dentro de las obras de ingeniería, puesto que aprovecha en forma eficiente las características de buena resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia al fuego y moldeabilidad del concreto, junto con las de alta resistencia a la tensión y ductilidad del acero, para formar un material compuesto que reúne las ventajas de ambos componentes.

Por su moldeabilidad, el concreto se presta a tomar las formas más adecuadas para el funcionamiento estructural requerido y, debido a la libertad con que se puede colocar el refuerzo en diferentes cantidades y posiciones, es posible lograr que cada porción de la estructura tenga la resistencia necesaria para las fuerzas internas que se presentan.

2.2. MATERIALES CONSTITUYENTES DEL HORMIGÓN

El hormigón está constituido básicamente por áridos pétreos y pasta. La pasta se compone de materiales cementantes, agua y aire atrapado o incorporado; los áridos pueden ser finos o gruesos, finos si su tamaño máximo nominal es de 9.5 mm y gruesos si su tamaño va hasta los 150 mm y se retiene en la malla 18. Del volumen total del hormigón la pasta constituye del 25% al 40 % y los áridos del 60 al 70%, aunque pueden existir distintas variaciones de proporciones, como se presenta en la figura 1.

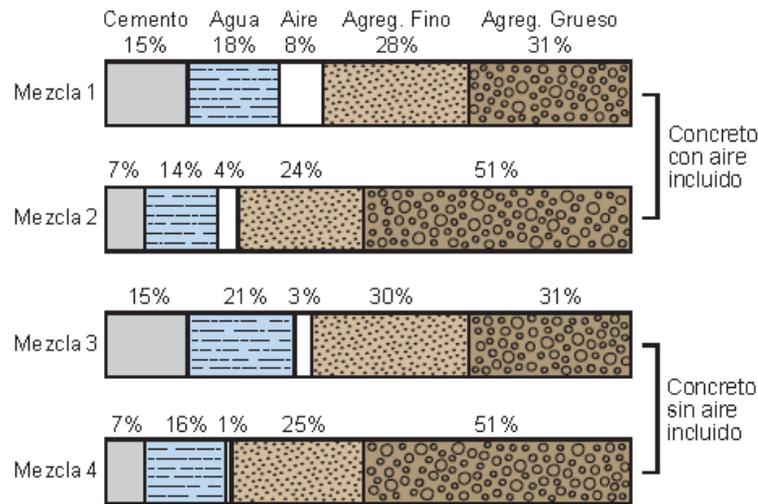


Figura 1. Variación de las proporciones usadas en concreto.

Fuente: Portland Cement Association. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. (Primera Edición) Estados Unidos.

2.2.1. Cemento

El cemento es un ligante hidráulico que se presenta en forma de polvo finísimo, que tiene las propiedades de adherencia y cohesión necesarias para unir áridos entre sí y que al ser mezclado apropiadamente con agua deberá producir un hormigón trabajable y con una durabilidad y resistencia preestablecida.

Cuando el cemento se mezcla con el agua para formar una pasta blanda, y se endurece gradualmente, este proceso se conoce como *fraguado* y *endurecimiento*. El cemento ha fraguado cuando ha alcanzado una rigidez suficiente para soportar una presión definida. Estos procesos liberan calor, conocido como *calor de hidratación*.

Para la fabricación del concreto estructural se utilizan exclusivamente los llamados *cementos hidráulicos* (Nilson, 1999). De los distintos cementos hidráulicos que se han desarrollado, el más común es el *cemento portland*. (Fotografía 1).



Fotografía 1. Cemento utilizada en la elaboración del concreto
Fuente: La Autora

El cemento Portland es el principal material utilizado dentro de la industria, es un material grisáceo finamente pulverizado, conformado fundamentalmente por silicatos de calcio y aluminio. Las materias primas usuales a partir de las cuales se fabrica son calizas, arcillas y esquistos (Winter y Nilson, 1981).

Estos materiales se muelen, se mezclan y se funden en hornos hasta obtener el llamado clinker, luego se enfrían y se muelen de nuevo, con una pequeña cantidad de yeso, para lograr la finura requerida. La función del yeso, en el cemento, es la de retardar el tiempo de fraguado, ya que sin su presencia el cemento fraguaría de manera instantánea. Al término de la fabricación el material es despachado a granel o en bultos que contienen 50 kg de cemento.

A lo largo del tiempo se han desarrollado cinco tipos de cemento Portland (PCA, 2004).

- ~ Cemento portland normal (Tipo I)
- ~ Moderada resistencia a los sulfatos (Tipo II)
- ~ Alta resistencia inicial ((Tipo III)



- ~ Bajo calor de hidratación ((Tipo IV)
- ~ Alta resistencia a los sulfatos (Tipo V)

Para concretos normales la relación agua cemento varia de 0.4 a 0.6 y para concretos de alta resistencia esta relación es tan baja como 0.25 (Nilson, 1999), ya que la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua cemento y mientras mayor sea nuestra resistencia menor esta relación.

El tipo, tiempo, forma y medio ambiente de almacenaje influyen en las características del cemento como tiempo de fraguado y disminución de la resistencia a la compresión.

2.2.2. Áridos

Los áridos son materiales granulados utilizados como componente básico del hormigón. Los áridos se diferencian de otros materiales, por su estabilidad química y su resistencia mecánica. Estos materiales utilizados para la elaboración del concreto influyen directamente en las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido; por lo tanto deben ser partículas limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos absorbidos, revestimiento de arcilla u otros materiales finos que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento (Portland Cement Association [PCA], 2004).

La gradación de las partículas de los áridos y su textura superficial, tiene una gran influencia sobre las propiedades del hormigón, el refuerzo, la resistencia a la intemperie y la economía del concreto.

Los áridos pueden ser utilizados en su estado natural o pueden provenir de un proceso de trituración. (Fotografía 2).



Fotografía 2. Árido fino y grueso utilizado en las construcciones
Fuente: La Autora

El tamaño máximo del árido grueso estará de acuerdo con la naturaleza del trabajo. Para concreto reforzado, el tamaño máximo del árido, está controlado por la facilidad con que éste debe entrar en las formaletas y en los espacios entre barras de refuerzo. Con este fin el árido no debe ser mayor que un quinto de la dimensión más pequeña de las formaletas o un tercio del espesor de la losa, ni tres cuartos de la distancia mínima entre barras de refuerzo (Nilson, 1999).

Para ciertos hormigones se necesitarán áridos que presenten características físicas estipuladas, como por ejemplo: la resistencia, la forma, el tamaño, la granulometría, la homogeneidad, y su pureza.

2.2.3. Agua

Este compuesto líquido es un componente fundamental del concreto, y es que su presencia determina tanto el desarrollo de las propiedades en estado fresco, como en

la etapa de endurecimiento (Asociación Colombiana de Productores de Concreto [ASOCRETO], 1997).

El agua desempeña dos roles importantes como componente del concreto, el primero es que participa en el proceso de hidratación del cemento, y el segundo es que otorga la trabajabilidad necesaria del concreto siendo determinante para definir su fluidez. (Fotografía 3).

Para la preparación del concreto cualquier agua que no presente sabor y olor fuerte puede ser usada, es decir, cualquier agua potable puede ser utilizada como agua de mezcla para la elaboración del concreto (PCA, 2004). Nunca se debe usar agua de mar, ya que su salinidad afecta al acero en el hormigón armado y preesforzado; así como también aceleran las resistencias iniciales y disminuyen las resistencias finales.



Fotografía 3. Agua utilizada en la elaboración del concreto
Fuente: La Autora

El agua al considerarse el componente más barato del hormigón, también es el más importante, puesto que la resistencia del concreto está determinada por la



relación agua-cemento. La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo, debido que las excesivas cantidades de agua se evaporan y se crea una serie de huecos y espacios vacíos capilares en la masa del hormigón, disminuyendo así su resistencia e influyen en el tiempo de fraguado de la pasta de cemento.

2.3. ENSAYOS DE CONTROL DEL HORMIGÓN

El concreto se puede encontrar en estado fresco, en proceso de fraguado o en estado endurecido, estos tres estados presentan características típicas, las mismas que determinan su desempeño.

El control de calidad del concreto debe ser preventivo más que curativo. La construcción y el desempeño satisfactorios del concreto requieren un concreto con propiedades específicas. Para garantizar que se logren estas propiedades, las pruebas de control de calidad y aceptación, son partes indispensables del proceso constructivo; por lo tanto es de vital importancia la realización de ensayos al concreto en estado fresco con los que se busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones en estado endurecido.

Las propiedades del concreto endurecido son especificadas por el proyectista de la estructura, y las propiedades del concreto fresco están definidas por el tipo de construcción y por las técnicas de colocación y transporte.

2.3.1. Ensayos del Hormigón Fresco

Para los ensayos de control de calidad, la obtención de muestras de concreto debe ser representativa. Es claro que las propiedades del concreto en obra no pueden ser obtenidas directamente del concreto en estado fresco, puesto que las características de los elementos estructurales de concreto se ven afectadas por las prácticas



constructivas en la obra. Sin embargo, el control de calidad en estado fresco es la única herramienta para tomar decisiones rápidas, durante la colocación de concreto.

2.3.1.1. Asentamiento

La consistencia es una de las propiedades más importantes del concreto en estado fresco debido a que es una manera de calificar la manejabilidad del concreto, y se puede determinar a través de la prueba de revenimiento o asentamiento del cono de Abrams, de acuerdo a la norma ASTM C 143.

ARGOS (sf), señala que:

La trabajabilidad está representada por el grado de compatibilidad, cohesividad, plasticidad y consistencia. La compatibilidad es la facilidad con la que el concreto es compactado o consolidado para reducir el volumen de vacíos y, por lo tanto, el aire atrapado. La cohesividad representa la facultad que tiene el concreto para mantenerse como una masa estable y sin segregación. La plasticidad es la condición del concreto que le permite deformarse continuamente sin romperse. La consistencia es la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contienen y de llenar espacios vacíos alrededor de elementos embebidos. (pp. 2)

El equipo de prueba, para la realización del ensayo, consiste en un cono de revenimiento, cuyas características se presentan en la figura 2, y una varilla de metal de 1.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud con una punta de forma hemisférica.

El método de prueba consiste en “colocar el molde verticalmente sobre una superficie horizontal, plana y no absorbente, presionando con los pies las

agarraderas para que no se salga el concreto por la parte inferior del molde” (ASOCRETO, 1997, pp. 110). Posteriormente se debe llenar en tres capas de volúmenes aproximadamente iguales, apisonándose cada una de ellas con 25 golpes dados con la varilla. Después de los golpes, se enrasa la última capa y el cono se levanta cuidadosamente en dirección vertical, lentamente aproximadamente 30 cm en 5 ± 2 segundos (PCA, 2004), sin movimientos laterales o de torsión. A medida que el concreto se hunde o se asienta en una nueva altura, se invierte el cono vacío y se lo coloca cerca del concreto asentado. El revenimiento o asentamiento es la distancia vertical que el concreto se ha asentado, esta medida se realiza con la ayuda de una regla, como en la figura 2.

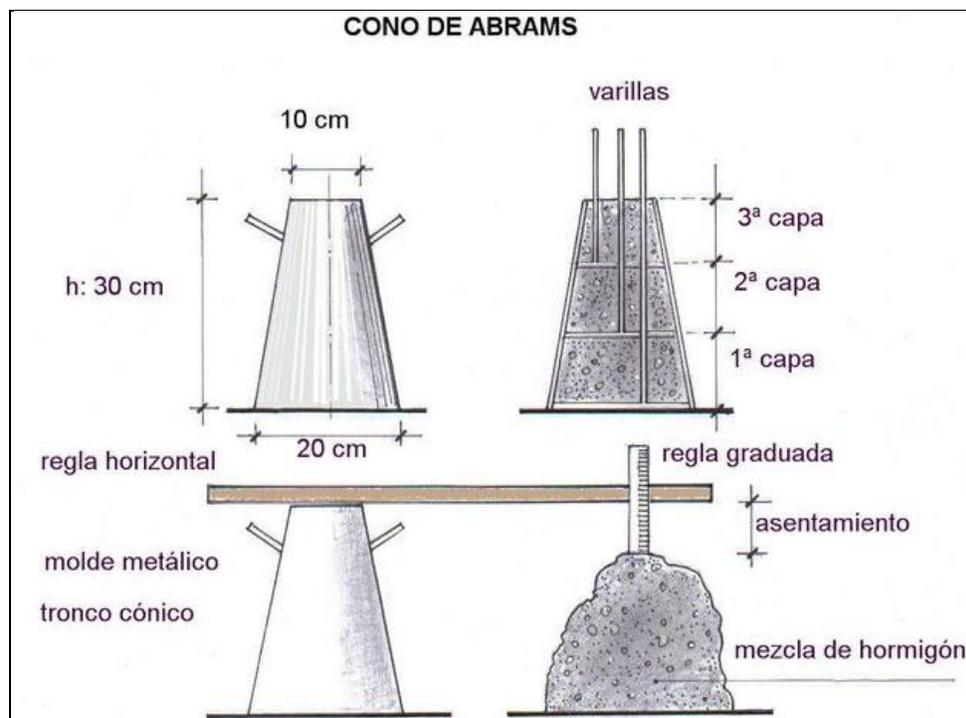


Figura 2. Ensayo de asentamiento del cono de Abrams
Fuente: Construmática. (sf). Cono de Abrams. Recuperado de
http://www.construmatica.com/construpedia/Cono_de_Abrams



De acuerdo a la consistencia el concreto en estado fresco se clasifica en: (ASOCRETO, 1997).

➤ ***Mezcla muy seca:***

Cuando el asentamiento es inferior a 2 cm y es usualmente empleada en la producción de prefabricados de alta resistencia, como traviesas y postes pretensados.

➤ ***Mezcla seca:***

El revenimiento está entre 2.5 y 3.5 cm. Se utiliza en la construcción de pavimentos colocados con terminadora vibratoria.

➤ ***Mezcla semi-seca:***

El asentamiento está comprendido entre 3.5 y 5 cm, su uso es comúnmente en pavimentos y cimentaciones en concreto simple.

➤ ***Mezcla media:***

El asentamiento varía de 5-10 cm, el mismo que se puede utilizar en pavimentos losas y vigas.

➤ ***Mezcla húmeda:***

El revenimiento está entre 10 y 15 cm, se emplea en la elaboración de elementos esbeltos mediante bombeo.

➤ ***Mezcla muy húmeda:***

El asentamiento es superior a 15 cm y su utilización es en la construcción de elementos muy esbeltos y pilotes fundidos In Situ.



2.3.1.2. *Temperatura*

“La temperatura es uno de los factores más importantes que influyen en la calidad, tiempo de fraguado y resistencia del concreto” (Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto [IMCYC], 2007). La temperatura del concreto es más importante que la temperatura ambiente, ya que ésta es la que controla las reacciones químicas que se producen en la mezcla y por tanto modifica las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Este ensayo se lo realiza de acuerdo a la norma ASTM C 1064, con el uso de termómetros de vidrio o con corazas, o medidores electrónicos de temperatura con pantallas digitales de precisión.

La medición de la temperatura se hace cuando el concreto es recibido en la obra en un periodo de 5 minutos después de tomada la muestra. El termómetro debe tener precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, y deben ser introducidos dentro de la muestra representativa por mínimo dos minutos o hasta que la lectura se estabilice. Un mínimo de 75 mm de concreto debe rodear la porción sensitiva del termómetro (PCA, 2004).

La temperatura del concreto se usa para indicar el tipo de curado y protección que necesitará el hormigón. Al controlar la temperatura del concreto de se podrán evitar problemas inmediatos como futuros, puesto que afecta el comportamiento de los aditivos químicos, los aditivos inclusores de aire, los materiales puzolánicos y otros tipos de aditivos y adicionantes. (IMCYC, 2007).

Un hormigón con temperatura inicial alta, seguramente tendrá una resistencia superior a lo normal a edades tempranas y más baja de lo normal a edades tardías y por lo tanto la calidad final del concreto se verá disminuida. Por el contrario, el concreto colado y curado a temperaturas bajas desarrollará su resistencia a una tasa



más lenta, pero finalmente tendrá una resistencia más alta y será de mayor calidad. (IMCYC, 2007).

2.3.1.3. Masa Unitaria y Rendimiento Volumétrico

La prueba de la masa volumétrica es una herramienta utilizada para controlar la calidad del concreto recién mezclado. La masa volumétrica o masa unitaria y el rendimiento del concreto fresco se determinan de acuerdo a la norma ASTM C 138. La masa unitaria comprende la cantidad de masa por unidad de volumen, y se expresa en kg/m^3 , por otro lado el rendimiento volumétrico se define como la relación que existe entre el volumen de concreto producido y el volumen de diseño de la mezcla, expresado en metros cúbicos (ARGOS, sf).

La masa unitaria del concreto convencional, y del concreto en general, depende de la densidad de los áridos, la cantidad de aire atrapado o incluido y de la cantidad de agua y cemento contenidos en la mezcla de concreto. Los valores típicos de masa unitaria varían entre 2200 a 2400 kg/m^3 .

Para la realización del ensayo “se requiere una balanza o una báscula con una precisión de 0.3% de la masa prevista de la muestra” (PCA, 2004, pp. 331) y del recipiente, un molde de volumen conocido, un martillo de hule y una varilla apisonadora.

Una vez obtenida la muestra, se debe llenar el recipiente en 3 capas de igual altura. Se compacta uniformemente cada capa 25 veces en todo su espesor pero sin golpear con fuerza el fondo del recipiente. Posteriormente se golpea ligeramente de 10 a 15 veces, cada capa, con el martillo de hule, con el fin de cerrar los huecos dejados por la varilla de compactación. Una vez lleno el recipiente se debe utilizar una llana o placa plana para enrasar la superficie superior del concreto, a fin de que



el recipiente esté lleno y con acabado plano y liso. Todo el concreto adherido a la parte exterior del recipiente debe removerse antes de pesar la muestra.

Con los datos conseguidos, se toma en consideración las siguientes fórmulas para determinar la masa unitaria y el rendimiento volumétrico.

➤ **Masa unitaria:**

$$M = \frac{M_{nc}}{V_m}$$

Donde:

M = masa unitaria del concreto en kg/m³

M_{nc} = masa neta del concreto en kg

V_m = volumen del molde usado m³

➤ **Rendimiento volumétrico:**

$$R_V = \frac{M_1}{M'}$$

Donde:

R_V = volumen de concreto producido en m³

M₁ = masa total de materiales mezclados en kg

M' = masa unitaria del concreto real en kg

➤ **Rendimiento Relativo:**

$$R_R = \frac{R_V}{R_D}$$

Donde:

R_R = rendimiento relativo en tanto por 1



R_V = volumen de concreto producido en m^3

R_D = volumen de diseño de la mezcla en m^3

2.3.1.4. Elaboración de Cilindros de Concreto

Los especímenes para pruebas de resistencia son muy importantes en la industria de la construcción con concreto, ya que la mayoría del concreto es comprado y vendido sobre la base de los resultados de las pruebas de resistencia.

Las probetas moldeadas para los ensayos de resistencia se deben preparar de acuerdo con ASTM C 31; las mismas que deben elaborarse, como máximo, 15 minutos después de la obtención de la muestra del concreto (PCA, 2004).

Para concretos con áridos de dimensión máxima de 50 mm la probeta estándar es un cilindro de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Para áridos mayores, el diámetro del cilindro debe ser, por lo menos, tres veces mayor que la dimensión máxima del árido y la altura debe ser dos veces el diámetro. Se prefieren los moldes metálicos rígidos, aunque se puede usar moldes de plástico, de cartón parafinado u otro tipo de molde desechable, conforme ASTM C 470 (PCA, 2004).

Los moldes deben ser colocados sobre una superficie lisa, nivelada y rígida y se los debe llenar cuidadosamente para evitar distorsiones en su forma.

Se coloca el concreto con una pequeña herramienta en el molde, tratando de distribuir el material uniformemente alrededor del perímetro del molde. El llenado de los moldes se los realiza por medio de capas, la primera aproximadamente 1/3 de su volumen, la segunda a 2/3 y la última totalmente.

Luego de llenar cada capa, se varilla 25 veces en todo su espesor con una varilla metálica de 1.6 cm de diámetro y una longitud de 60 cm. Se distribuye el varillado



uniformemente en toda la sección transversal del molde. Además, se le darán de 10 a 15 golpes con un martillo de caucho que tenga una masa entre 200 a 800 g. (ARGOS, sf).

Después de la compactación se procederá a retirar el concreto sobrante, alisando la superficie y manipulando lo menos posible para dejar la cara lisa de tal forma que cumpla con las tolerancias de acabado.

Los cilindros deben ser elaborados tan cerca como sea posible del lugar donde se van a quedar almacenadas durante las primeras 24 h. Los moldes deberán estar sobre una superficie rígida libre de vibración u otras alteraciones como sacudidas, golpes, inclinaciones ó rayado de la superficie de las muestras cuando éstas son cambiadas a otro lugar de almacenamiento.

La resistencia de los especímenes de prueba se puede afectar considerablemente con golpes, cambios de temperatura y exposición al secado, principalmente en las primeras 24 horas después de su moldeo.

Los cilindros se deben proteger contra manejos bruscos a cualquier edad. Se debe verificar que el molde del espécimen haya sido marcado para identificar el concreto que representa, la identificación de los especímenes debe realizarse en la parte externa de los moldes para prevenir confusión y errores en la información. No se debe grabar el número de identificación en la superficie de los especímenes de concreto fresco. Use cinta adhesiva o etiqueta de identificación que no dañe la muestra.

Si se permite que varíen las condiciones de curado, toma de muestras y métodos de llenado y acabado de las probetas, los resultados obtenidos carecen de valor,



porque no se puede determinar si una resistencia baja es debida a falla en la confección de las probetas.

2.3.1.5. Curado de los Especímenes de Concreto

El agua a más de ser utilizada en la elaboración del concreto, se la utiliza en el proceso de curado. El curado es un proceso que consiste en mantener en un ambiente húmedo el concreto por varios días después del vaciado, con el propósito de que éste adquiera la totalidad de su resistencia especificada y además para evitar probables fisuras superficiales.

Los agentes más perjudiciales para el concreto recién vaciado son el sol y el viento, porque lo secan excesivamente.

El concreto alcanza un porcentaje significativo de su resistencia tan sólo a los 7 días del vaciado. Por ejemplo, si se usa un cemento tipo I, su resistencia llegará a la semana al 70% del $f'c$ especificado. Su resistencia final, al 100%, dependerá en gran medida de la humedad del concreto.

Para evitar esta peligrosa situación, el concreto debe curarse al menos durante 7 días.

Después de realizar los cilindros de concreto es recomendable protegerlos para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecer, para ello se puede cubrir los especímenes inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una lámina no absorbente y no reactiva, o con una lámina de plástico duro, durable e impermeable (ARGOS, sf).



La remoción de las muestras de los moldes es de $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$ después de ser fundidos. Se tiene que tener mucho cuidado en el manejo y transporte de las probetas, ya que las probetas que se dejen mover en una caja o ir bailando en una camioneta pueden sufrir daños considerables y afectar la resistencia del concreto.

El curado controlado en el laboratorio en un cuarto húmedo o en un tanque de almacenamiento con agua proporciona una indicación precisa de la calidad del concreto entregado.

Las probetas curadas en la obra, y la estructura, representan más fielmente la resistencia real del concreto en la estructura en la edad del ensayo, pero proporcionan poca indicación si la deficiencia se debe a la calidad del concreto entregado o al manejo y curado inadecuados. (PCA, 2004).

Actualmente existen diversas formas para realizar el curado, pero el objetivo de todas ellas es el mismo: garantizar un buen contenido de humedad en el concreto para que así desarrolle las propiedades que lo convertirán en un material de buena calidad y resistencia.

Los procedimientos más utilizados en obra son:

- La continua y directa aplicación de agua
- Para el caso de pisos o techos: las arrocetas.
- Mantas o alfombras empapadas con agua con las cuales se cubre el concreto



2.3.2. Ensayos del Hormigón Endurecido

2.3.2.1. Resistencia a la Compresión

Este método de ensayo define un índice de calidad del concreto a partir de especímenes cilíndricos preparados y curados de manera estándar. El ensayo de resistencia se puede realizar en las siguientes condiciones (PCA, 2004).

- Especímenes curados y moldeados de acuerdo con ASTM C 31.
- Especímenes extraídos o aserrados de la estructura de concreto endurecido, de acuerdo con ASTM C 42.
- Especímenes producidos con moldes de cilindros colados in situ (estructura), ASTM C 873.

Se debe tener cuidado en la interpretación de los resultados puesto que la resistencia no es una propiedad característica del concreto realizado con materiales proporcionados, sino depende de muchos factores como tamaño y forma del espécimen, la mezcla, el procedimiento, los métodos de muestreo, el moldeado y fabricación. Además de la edad, temperatura, y condiciones de curado de los especímenes (Sánchez, 77).

“Los resultados de este método son usados como base para un control de calidad de la proporción, mezclado, y colocación del concreto; determinación de la conformidad de las especificaciones y control para evaluar la efectividad de las adiciones” (Sánchez, 2008).

Para la realización del ensayo se debe preparar y acondicionar los cilindros de concreto ya que al desencofranarlos, en la mayoría de los casos, los cilindros no presentan una superficie plana; por ello se los debe emparejar con algún material que



sea lo suficientemente resistente y capaz de transmitir las cargas que se le apliquen durante el ensayo.

Las dimensiones de los especímenes deben ser registradas, para lo cual el diámetro y la altura del espécimen de prueba debe determinarse promediando las medidas de 2 diámetros y 3 alturas.

Una vez listos los cilindros para ser ensayados, se limpian las superficies de las placas superior e inferior y las cabezas de los especímenes de prueba, se coloca este último sobre la placa inferior alineando su eje cuidadosamente con el centro de la placa de carga con asiento esférico; mientras la placa superior se baja hacia el espécimen asegurándose que se tenga un contacto suave y uniforme.

Posteriormente se realiza el ensayo de resistencia a la compresión, tomando en consideración que la carga se la debe aplicar con una velocidad uniforme y continúa con el fin de evitar pérdidas de carga, hasta que ocurra la falla. Figura 3.

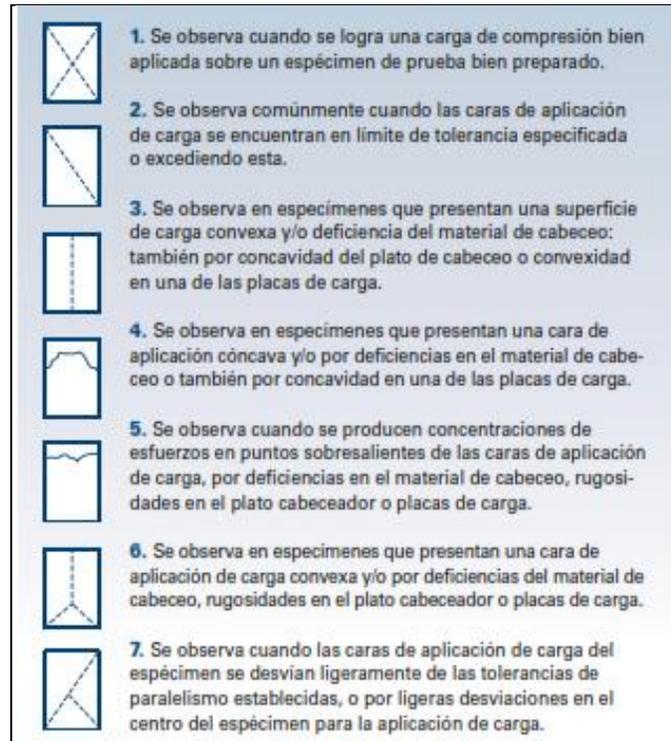


Figura 3. Diagrama de fallas de cilindros sometidos a compresión

Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2008). Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto-Método de prueba. México.

“Los especímenes para la aceptación o rechazo de concreto deben ensayarse a la edad de 14 días, en el caso del concreto de resistencia rápida o 28 días, en el caso de resistencia normal” (IMCYC, 2008).

2.3.2.2. *Contenido de Aire*

El ensayo de contenido de aire en el concreto endurecido se lo realiza de acuerdo a la norma ASTM C 457 con fin de garantizar que el sistema de vacíos de aire sea adecuado para resistir a los daños causados por el ambiente de congelación y deshielo (PCA, 2004).

“El ensayo se puede realizar en especímenes premoldeados o en muestras retiradas de la estructura” (PCA, 2004, p.340).



Se documenta el sistema de vacíos de aire a través de mediciones de una sección pulida usando microscopio. La información obtenida de este ensayo incluye el volumen de aire incluido, de aire atrapado, su superficie, factor de espaciamiento y el número de vacíos por distancia lineal.

2.3.2.3. *Masa Volumétrica, Masa Específica Relativa, Absorción y Vacíos*

La masa volumétrica, la masa específica relativa, la absorción y el contenido de vacíos del concreto endurecido se pueden determinar de acuerdo con la norma ASTM C 642.

La masa volumétrica se puede obtener por la multiplicación de la masa específica relativa por la densidad del agua (1000 kg/m³).

Frecuentemente se requiere la masa volumétrica saturada con superficie seca (SSS) de los especímenes, a fin de utilizarla en otros ensayos. La masa volumétrica SSS se calcula como sigue (PCA, 2004)

$$D_{SSS} = \frac{M_1 \rho}{M_1 - M_2}$$

Siendo:

D_{SSS} : masa volumétrica en la condición SSS

M_1 : masa SSS al aire, kg (lb)

M_2 : masa aparente, inmersa en el agua, kg (lb)

ρ : densidad del agua 1000 kg/m³



2.3.2.4. Resistencia a la Tracción

El hormigón presenta una resistencia a la tracción reducida comparada con la resistencia a la compresión.

Existen 3 formas de obtener la resistencia a la tracción: por flexión (modulo de rotura), por compresión (tracción indirecta) y por tracción axial (tracción directa); esta última no se realiza con frecuencia por las dificultades que se presentan en la aplicación de fuerzas de tracción directa (Songor, 1998).

Sánchez, S. (2008) menciona que:

El ensayo de resistencia a la tracción por compresión consiste en aplicar una fuerza por compresión diametral a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle. Esta carga induce esfuerzos a la tensión en el plano donde se aplica la carga y esfuerzos a la compresión relativamente altos en el área alrededor de la carga aplicada. (p. 82)

La falla a la compresión ocurre después a la falla a la tracción debido a que las áreas de aplicación de carga están en un estado de compresión triaxial, permitiendo de esa manera resistir mucho mayor esfuerzo a la compresión que el obtenido por un esfuerzo a la compresión uniaxial.

2.3.2.5. Resistencia a la Flexión

Al referirse al ensayo de resistencia a la flexión, comúnmente se refiere al modulo de rotura. La norma ASTM C293 describe el procedimiento para realizar el ensayo con concretos convencionales y la norma ASTM C1018 describe el método para concretos reforzados con fibras.



Para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto se usan vigas simples, de 15 cm de ancho y 50 cm de longitud, las mismas que son apoyadas a 2.5 cm como mínimo de sus extremos dejando una luz intermedia de 45 cm en la que se carga en dos puntos situados a 15 cm de los apoyos.

2.4. ENSAYOS DE ÁRIDOS

Los ensayos para determinar las características de los áridos, se llevan a cabo sobre pequeñas muestras, que deben ser representativas de la totalidad de los áridos; teniendo como finalidad dos propósitos principales:

- Determinar la adecuación del material para su uso en concreto, incluyéndose ensayos de abrasión, sanidad contra los ciclos de congelación-deshielo en ambiente saturado, materiales perjudiciales por análisis petrográfico y reacción álcali-árido potencial y,
- Garantizar la uniformidad, tales como las pruebas para control de humedad, masa específica relativa (densidad relativa) y granulometría de los áridos. Algunas pruebas se usan para ambos propósitos.

2.4.1. Muestreo de Áridos

Los métodos para la obtención de muestras significativas de los áridos se los realizan de acuerdo a ASTM D 75. El muestreo es tan importante como el ensayo, por lo que el muestreador debe tomar todas las precauciones necesarias para que la muestra resulte representativa de la fuente de abastecimiento.

La reducción de muestras grandes de campo para cantidades pequeñas de pruebas individuales se debe ejecutar con cuidado, a fin de que las muestras finales sean realmente representativas como lo explica ASTM C 702.



Existen tres formas de reducir el tamaño de la muestra, las mismas, que resultan de la fracción de ésta en partes similares:

- ~ Partición por cuartos
- ~ Partición por mitades
- ~ Muestreo de pequeñas muestras

Con los áridos gruesos, se utiliza el método de cuarteamiento: la muestra se esparce sobre un pedazo de lona, en una capa regular de 75 o 100 mm de espesor, y se la divide en cuatro partes iguales. Las dos partes opuestas se desechan. Este proceso se repite hasta que se obtenga el tamaño deseado. Algunas veces se utiliza un proceso similar para el árido fino, húmedo. En el caso de áridos secos se recomiendan los cuarteadores, pero no se recomienda utilizarlos para áridos cuya humedad sobrepase la humedad de saturado con superficie seca.

2.4.2. Impurezas Orgánicas

La determinación cualitativa aproximada de la presencia de materias orgánicas dañinas en áridos finos utilizados en la fabricación del concreto se la realiza de acuerdo con ASTM C 40.

Cantidades considerables de carbón y lignita en el árido pueden causar erupciones y manchas del concreto y pueden disminuir su durabilidad, cuando sea expuesto a la intemperie (PCA, 2004).

Se coloca una muestra de árido fino en una solución de hidróxido de sodio y se la agita vigorosamente. Se tapa la botella y se deja reposar 24 horas. Al día siguiente, se compara el color de la solución de hidróxido de sodio con un estándar de color de vidrios o una solución de color estándar y se anota si es más clara, igual



o más oscura que la solución normalizada.. Si el color de la solución que contiene la muestra es más oscuro que la solución estándar o que la placa de vidrio orgánico No. 3, no se debe utilizar el árido fino para trabajos importantes en concreto, sin una investigación más profundada.

2.4.3. Material más Fino que 75 micrones

Las normas ASTM C 117- INEN 697 detallan el método de prueba para determinar el contenido de partículas más finas 75 μm (tamiz No. 200) por medio de lavado.

La muestra de áridos se lava por agitación, mientras que el agua que contiene los materiales disueltos y en suspensión, se separa por decantación y se pasa por el tamiz. El proceso de lavado se repite cuantas veces sea necesario hasta que el agua de lavado este clara.

Mientras se está lavando la muestra debe tenerse cuidado y evitar, tanto como sea posible, el paso de partículas gruesas de la muestra hacia las cribas.

Se saca la muestra lavada a una temperatura constante de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ y se determina su masa con una aproximación del 0.1 % de la misma. La pérdida de masa resultante del tratamiento de lavado se calcula como el porcentaje de la masa de la muestra original y se informa como el porcentaje del material más fino que la criba 75 μm (tamiz No. 200) obtenida por lavado.

Las especificaciones normalmente limitan la cantidad de material que pasa por el tamiz No. 200 a 2% o 3% en el árido fino y a 1% o menos en el árido grueso.

El porcentaje de material más fino que 75 micrones se determina de acuerdo a la siguiente fórmula.



$$P = \frac{A - B}{A} * 100$$

Donde:

P = porcentaje de material más fino que 75 micrones

A = masa inicial de la muestra de ensayo en gr.

B = masa de la muestra seca después del lavado en gr.

2.4.4. Granulometría

La granulometría de los áridos es la composición, en porcentaje, de la distribución de los tamaños de partículas del árido y se lo realiza de acuerdo con ASTM C 136 ó INEN 696. Estas pruebas son elementos importantes para la garantía de la calidad del concreto. La proporción de los tamaños del árido, se determina por medio de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas (PCA, 2004), en las que se suele indicar, en peso, el porcentaje parcial de cada tamaño que pasó o quedó retenido en los diferentes tamices que se usan para el ensayo.

Los resultados de los análisis se usan de tres maneras:

- Para determinar si los materiales cumplen con las especificaciones;
- Para seleccionar el material más adecuado, si hay varios áridos disponibles y
- Para detectar variaciones en la granulometría que son suficientes para justificar la mezcla de tamaños seleccionados o un ajuste de las proporciones de la mezcla de concreto.

Para el proceso de ensayo, se debe identificar la serie de tamices deseada, en orden descendente (Fotografía 4), posteriormente se determina y registra la masa de la muestra a ensayarse, para luego ser colocada en la serie de tamices. Una vez colocada la muestra, se la tapa y es llevada a la tamizadora por un periodo de 10

min. Transcurrido el tiempo necesario se registra la masa de la muestra retenida en cada una de las mallas y en el fondo.



Fotografía 4. Serie de tamices
Fuente: La Autora

El tamaño de un árido se define mediante el empleo de un tamiz de referencia. El tamaño máximo corresponde a la abertura del menor tamiz de la serie de tamices que permite el paso del 100% de la muestra y el tamaño máximo nominal es la abertura del tamiz inmediato superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más.

En la práctica el tamaño máximo nominal indica el tamaño promedio de las partículas más grandes que hay dentro de la masa del árido. Existen muchas razones por las que se especifican los límites granulométricos y el tamaño máximo nominal de los áridos, pues afectan las proporciones relativas de los áridos, de la demanda de agua y de cemento, trabajabilidad, bombeabilidad, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto (PCA, 2004).



Las arenas muy finas son normalmente antieconómicas, mientras que arenas y gravas gruesas pueden producir mezclas sin trabajabilidad. El árido bien graduado contiene partículas en cada tamaño de tamiz. El árido bien graduado realiza numerosos factores que resultan en mayores trabajabilidad y durabilidad.

Cuanto mejor graduado sea un árido, más va a empaquetar las partículas juntas, reduciendo el volumen entre ellas que debe ser lleno por la pasta. Por otro lado, áridos con granulometría discontinua, o sea, aquéllos que tienen una gran cantidad o deficiencia de uno o más tamaños de malla, pueden disminuir la trabajabilidad durante el mezclado, bombeo, colocación, consolidación y acabado.

2.4.5. Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad en los áridos, fino y grueso, se lo realiza de acuerdo a la norma ASTM C 556; en la cual la muestra de árido húmedo se seca al horno por un periodo de 24 horas.

Se debe registrar la masa de la muestra antes y después de ser llevada al horno y a partir de estos valores se calcula el porcentaje del contenido de humedad, así como sigue:

$$C = \frac{A - B}{B} * 100$$

Donde:

C = contenido total de humedad en porcentaje.

A = masa original de la muestra de ensayo en gr.

B = masa de la muestra seca en gr.



2.4.6. Masa Unitaria o Densidad Aparente Suelta y Compactada

La densidad aparente de los áridos representa la masa del material por unidad de volumen, siendo el volumen el ocupado por el material en un recipiente especificado (IMCYC, 2010). Para la determinación de la densidad aparente suelta y compactada en los, las normas ASTM C 29 e INEN 858, nos presentan el procedimiento de ensayo.

El método de prueba para la determinación de la masa volumétrica de los áridos finos y gruesos establece que para el ensayo se debe obtener el volumen del recipiente que se va a utilizar, para lo cual se debe colocar el recipiente con una placa de vidrio en la báscula y determinar su masa en kilogramos, luego se llena el recipiente con agua limpia a la temperatura ambiente y se cubre con la placa de vidrio engrasado el borde del recipiente, de tal modo que se elimine el exceso de agua y se seca el exterior del recipiente y se registra el peso. También, se mide la temperatura del agua y en función de ella, se obtiene su densidad en kilogramos por metro cúbico. Para determinar el volumen del recipiente se emplea la siguiente fórmula:

$$V = \frac{M}{D}$$

Donde:

V = volumen del recipiente en m³.

M = masa del conjunto, recipiente + agua + placa en Kg.

D = densidad del agua en Kg/m³.

Para determinar la densidad de los áridos en estado compactado se registra la masa del recipiente vacío, se llena el recipiente con el material, procurando no producir compactación en la muestra, luego se engrasa el recipiente para retirar el exceso de material y se determina el peso del recipiente más el material.



Con respecto a la densidad en estado compactado, se llena el recipiente en 3 capas iguales, en cada una de ellas se nivela la superficie con los dedos. El material en cada capa se compacta con la varilla, dándole 25 penetraciones, distribuidas uniformemente sobre la superficie. Al llenar totalmente el recipiente se enrasa cuando se trata de árido fino, cuando se trata del árido grueso, se hace visualmente, quitando y poniendo partículas, de tal manera que los salientes sobre la superficie del borde compensen las depresiones por debajo de él. Se determina la masa total del recipiente con el material.

La densidad aparente en estado suelto y compactado se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$D = \frac{M}{V}$$

Donde:

D = densidad aparente suelta o compactada en Kg/m³.

M = masa del material contenida en el recipiente en Kg.

V = volumen del recipiente en m³.

2.4.7. Valor de Abrasión del Árido Grueso

La dureza es una propiedad que obedece a la característica mineralógica, la estructura y la procedencia del árido, la cual se determina indirectamente de acuerdo al ensayo de desgaste en la máquina de los Ángeles.

El valor de abrasión es la cantidad que da una medida de la resistencia de un árido al desgaste. Para determinar el valor de abrasión del árido grueso, se lo realiza de acuerdo a las normas ASTM C 535 - INEN 860.



La muestra de ensayo debe constar de material limpio y representativo; debe obtenerse por tamizado, de acuerdo con las gradaciones que se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Gradación de la muestra de ensayo

TAMICES (mm)		MASA DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (gr)			
Pasa	Retenido	GRADACIONES			
		A	B	C	D
37.5	25	1250 ± 25			
25	19	1250 ± 25			
19	12.5	1250 ± 10	1250 ± 10		
12.5	9.5	1250 ± 10	1250 ± 10		
9.5	6.7			1250 ± 10	
6.7	4.75			1250 ± 10	
4.75	2.36				1250 ± 10
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Songor, J. (1998). Materiales de construcción. Manuscrito no publicado.

Tabla 2. Carga abrasiva en función de la gradación de la muestra

GRADACIÓN TIPO	NUMERO DE ESFERAS	MASA DE LA CARGA (gr)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: Songor, J. (1998). Materiales de construcción. Manuscrito no publicado.

Una vez obtenida la muestra de ensayo, se registra su masa y se la coloca en la máquina de los ángeles conjuntamente con su respectiva carga abrasiva (Tabla 2), y se someten a rotación hasta completar 500 revoluciones. Luego de completar el número de revoluciones, se retira todo el material de la maquina y se lo tamiza por las cribas N°8 (2.36 mm) y N°12 (1.7 mm). El material retenido en los tamices se lava y se la lleva al horno, una vez seca la muestra se registra su peso.



El desgaste experimentado por la muestra de árido grueso se determina de acuerdo a la siguiente expresión.

$$A_B = \frac{A - B}{A} \times 100$$

Donde:

A_B = valor de abrasión en porcentaje.

A = masa original de la muestra en gr.

B = masa de la muestra después del ensayo en gr.

2.4.8. Densidad y Absorción

2.4.8.1. Árido Fino:

Las normas ASTM C 128 e INEN 857, permiten determinar la densidad y absorción de agua en el árido fino.

La muestra debe estar limpia, libre de polvos, arcillas y materia orgánica. Una vez que este lista se la somete a saturación durante 24 horas, transcurrido este tiempo se somete a secado aplicando una corriente suave de aire, para ello se extiende la muestra sobre una superficie plana. Para garantizar un secado uniforme es necesario revolver la muestra constantemente durante la aplicación del aire caliente.

Para determinar si la muestra se encuentra en estado saturado superficialmente seco (SSS), se utiliza un molde troncocónico y un avarilla de compactación. Durante el periodo de secado, se asienta el molde por la boca de mayor diámetro, sobre la superficie plana, luego se introduce en él parte del árido, y, se deja caer 25 veces la varilla compactadora sobre la muestra; luego se levanta verticalmente el molde. Si la



muestra mantiene la forma del molde, significa que aun existe humedad superficial y por lo tanto se deberá continuar con el proceso de secado.

Se continúa con las pruebas hasta que al levantar el molde la muestra se desmorone; en el momento que ocurra eso la muestra se encuentra en estado SSS.

Una vez que la muestra se encuentre en estado SSS se pesan 500 gr, luego se registra el peso del matraz más agua hasta la marca de aforo de 50 cm³. A continuación se retira parte del agua del recipiente y se coloca la muestra, se llena el recipiente con agua y se agita para eliminar las burbujas de aire atrapado. Se registra la masa total del conjunto matraz más agua más muestra.

Se recoge en un recipiente la muestra más el agua y se deja en el horno durante 24 horas, una vez seca la muestra se registra su masa.

Para determinar el valor de las distintas densidades y porcentaje de absorción se emplean las siguientes expresiones:

➤ *Densidad en estado seco*

$$D_s = \frac{A}{B + 500 - C}$$

Donde:

D_s = densidad del árido en estado seco en gr/cm³.

A = masa de la muestra seca al horno en gr.

B = masa del matraz más agua en gr.

C = masa del matraz más agua mas muestra en gr.



➤ **Densidad en estado SSS**

$$D_{SSS} = \frac{500}{B + 500 - C}$$

Donde:

D_{SSS} = densidad del árido en estado SSS en gr/cm^3 .

B = masa del matraz más agua en gr.

C = masa del matraz más agua mas muestra en gr.

➤ **Porcentaje de absorción de agua**

$$P_A = \frac{500 - A}{A} \times 100$$

Donde:

P_A = porcentaje de absorción

A = masa de la muestra seca al horno en gr.

2.4.8.2. Árido Grueso:

Para la determinación de la densidad y absorción de agua del árido grueso se debe seguir el procedimiento de ensayo de acuerdo a la norma ASTM C 127 ó INEN 857.

El árido a ensayarse se lava y se satura por un periodo de 24 horas; al lograr su saturación se retira del agua y se secan las partículas, individualmente, con una franela hasta que se encuentren en estado de saturación superficialmente seco (SSS), es decir hasta que las partículas pierdan el brillo que presentan.

La muestra de ensayo en estado SSS se pesa, para luego colocarla en la canastilla e introducirla en el agua, una vez ahí se registra la masa de la muestra



sumergida. Al término de este proceso se recoge el material y se lo seca al horno y se registra la masa del material seco. Para determinar el valor de las distintas densidades y porcentaje de absorción se utilizan las siguientes formulas:

➤ **Densidad en estado seco**

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

Donde:

D_s = densidad del árido en estado seco en gr/cm^3 .

A = masa de la muestra seca al horno en gr.

B = masa de la muestra en estado SSS en gr.

C = masa de la muestra sumergida en el agua en gr.

➤ **Densidad en estado SSS**

$$D_{SSS} = \frac{B}{B - C}$$

Donde:

D_{SSS} = densidad del árido en estado SSS en gr/cm^3 .

B = masa de la muestra en estado SSS en gr.

C = masa de la muestra sumergida en el agua en gr.

➤ **Porcentaje de absorción de agua**

$$P_A = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

P_A = porcentaje de absorción

A = masa de la muestra seca al horno en gr.

B = masa de la muestra en estado SSS en gr.

3. MATERIALES Y METODOS





3. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de recopilar la información necesaria para la realización de esta investigación, se comenzó con una fase experimental, en la cual se realizó un minucioso análisis de la literatura existente, comenzando con la recopilación de bibliografía relacionada al concreto, mortero y áridos.

Para evaluar la calidad de hormigones y materiales utilizados en las construcciones del sector norte de la ciudad de Loja, se realizaron ensayos de revenimiento y resistencia a la compresión en el concreto.

3.1. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

La instrumentación que a continuación se menciona, son aquellas que se utilizó para la realización de los ensayos de hormigón y áridos.

3.1.1. Toma de Muestras

- ✚ Carretilla
- ✚ Pala
- ✚ Mano

3.1.2. Ensayos de Hormigón Fresco

3.1.2.1. Asentamiento

- ✚ Cono de Abrams
- ✚ Varilla Metálica de 1.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud
- ✚ Placa metálica antiadherente
- ✚ Regla graduada o flexómetro



3.1.2.2. *Elaboración de Cilindros:*

- + Moldes cilíndricos de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro
- + Varilla Metálica de 1.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud
- + Martillo de caucho
- + Cuchara de albañilería

3.1.3. **Ensayos de Hormigón Endurecido**

3.1.3.1. *Resistencia a la Compresión*

- + Máquina de compresión
- + Flexómetro
- + Micrómetro para hormigón
- + Cilindros

3.1.4. **Ensayos de Áridos**

3.1.4.1. *Muestreo y Reducción de Muestras de Áridos*

- + Pala
- + Cuarteadora

3.1.4.2. *Material más Fino que 75 micrones*

- + Tamices: 1.18 mm y No 200
- + Recipientes

3.1.4.3. *Granulometría*

- + Tamizadora
- + Tamices. Tabla 3

Tabla 3. Serie de Tamices: Serie fina y gruesa

SERIE FINA	SERIE GRUESA
75 mm - 3 pulg.	4.75 mm - N° 4
63 mm - 2.5 pulg.	2.36 mm - N° 8
50 mm - 2 pulg.	1.18 mm - N° 16
37.5 mm - 1.5 pulg.	0.6 mm - N° 30
25 mm - 1 pulg.	0.3 mm - N° 50
19 mm - 3/4 pulg.	0.15 mm - N° 100
12.5 mm - 1/2 pulg.	0.075mm - N° 200
9.5 mm - 3/8 pulg.	Fondo

Fuente: Songor, J. (1998). Materiales de construcción. Manuscrito no publicado.

3.1.4.4. *Contenido de Humedad*

- ✚ Recipientes
- ✚ Horno

3.1.4.5. *Masa Unitaria o Densidad Aparente Suelta y Compactada*

- ✚ Molde cilíndrico de acero
- ✚ Varilla Metálica de 1.6 cm de diámetro y 60 cm de longitud
- ✚ Termómetro

3.1.4.6. *Valor de Abrasión del Árido Grueso*

- ✚ Máquina de los Ángeles
- ✚ Tamices: 2.36 mm (N° 8) y 1.7 mm (N° 12)
- ✚ Carga abrasiva: 12 esferas



3.1.4.7. Densidad y Absorción

- + Canasta de malla
- + Franela
- + Molde troncocónico: 7.5 cm de altura y, 4 cm de diámetro interior superior y 9 cm de diámetro interior inferior.
- + Varilla de compactación

3.1.4.8. General

- + Horno
- + Recipientes
- + Balanza Analítica

3.2. MUESTREO

En base a los permisos de construcción, emitidos por el Ilustre Municipio de Loja, se estableció que durante el desarrollo del presente trabajo, se confirieron 445 permisos de construcción, durante los meses de abril-julio, de los cuales el 26 %, equivalente a 175, corresponden al sector norte de la ciudad.

Tomando en consideración lo antes expuesto, para la presente investigación se tomaron 50 construcciones para ser ensayadas, lo que nos da un total de 100 especímenes cilíndrico, por lo que se puede asegurar la representatividad de la muestra.

La toma de muestras de hormigón fresco se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C39.



Así mismo la obtención de los áridos para la realización de ensayos fue tomada de 3 construcciones, de las cuales la procedencia de 2 de ellas era de Malacatos y 1 de Catamayo.

3.3. APLICACIÓN DE ENCUESTAS

Con la finalidad de conocer algunas características del proceso de elaboración del hormigón, y de los materiales utilizados, en las distintas construcciones, se creyó conveniente realizar un estudio observacional a través de encuestas a partir de un conjunto de preguntas.

El formato de la encuesta planteada, a nuestra muestra en estudio, se encuentra en el Anexo 1; la misma que consta de una serie de preguntas cerradas.

3.4. PRUEBAS DE CONTROL DE LOS HORMIGONES

REALIZADOS

Los procedimientos de ensayo, para cada una de las pruebas que se mencionan, fueron expuestas en el capítulo anterior.

3.4.1. Determinación de la Consistencia del Hormigón

Una vez tomada la muestra representativa de acuerdo a la norma ASTM C 172, se procedió a la determinación del asentamiento de cada una de las construcciones. Fotografía 5.

La muestra tomada para la realización de este ensayo fue de aproximadamente 30 lt. 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.



Fotografía 5. Ensayo de asentamiento
Fuente: La Autora

3.4.2. Determinación de la Resistencia del Hormigón

El control de la resistencia tiene la finalidad de comprobar que la resistencia del hormigón suministrado a la obra sea conforme a la resistencia característica especificada en el proyecto y a la norma ACI 318-08.

La resistencia a la compresión se determina a partir de moldes cilíndricos elaborados en obra. Fotografía 6.



Fotografía 6. Realización de probetas cilíndricas
Fuente: La Autora

Transcurridas las 24 horas de haber realizado los cilindros, estos son desmoldados y sumergidos en agua durante un periodo de 28 días, con su respectiva información. Fotografía 7.



Fotografía 7. Curado de probetas cilíndricas
Fuente: La Autora

Al cumplir su periodo de curado los especímenes son retirados del agua y llevados al laboratorio para ser ensayados, estos fueron transportados cuidadosamente para evitar alterar su resistencia. Fotografía 8



Fotografía 8. Ensayo de Resistencia: a) Medición de cilindros b) Ruptura de cilindros.
Fuente: La Autora

3.5. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRIDOS UTILIZADOS EN LAS CONSTRUCCIONES

Luego de un estudio preliminar, se pudo observar que la mayoría de las construcciones del sector Norte de la ciudad de Loja, elaboran el hormigón con áridos de la parroquia Malacatos; por otro lado dos construcciones utilizan áridos procedentes de Catamayo y solo una con áridos de Zamora; por tal motivo se creyó conveniente la realización de ensayos con los áridos procedentes de Malacatos y Catamayo.

Para realizar los respectivos ensayos de áridos, estos fueron transportados en bolsas estrechamente tejidas (saquillos) con el fin de que no se pierda el material de partículas



finas y su humedad; así mismo para evitar confusiones entre los respectivos materiales de Malacatos y Catamayo, los saquillos tuvieron su respectiva identificación.

Los ensayos realizados en los áridos se enlistan a continuación, tomando en consideración que para las muestras de Malacatos se realizaron dos pruebas por cada ensayo y para la de Catamayo una sola.

- Determinación de la densidad y absorción de agua.
- Determinación de la granulometría de áridos.
- Determinación de la masa unitaria o densidad aparente suelta y compactada en áridos.
- Determinación de los materiales más finos que 75 micrones.
- Determinación de la abrasión del árido grueso.
- Determinación del contenido de humedad en los áridos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN





4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo tiene como propósito presentar los resultados obtenidos de las encuestas y los ensayos que se realizaron durante la investigación; así como el análisis de los mismos mediante la utilización de tablas y figuras que permitan su interpretación de una manera más clara y concisa.

4.1. TABULACIÓN DE LA ENCUESTA

Las preguntas planteadas en las encuestas, fueron utilizadas para determinar el conocimiento y la experiencia de la persona que de alguna manera influye en la preparación del hormigón. De igual forma algunas preguntas se refirieron a materiales y procesos utilizados en la elaboración del concreto.

La tabla 4 presenta los resultados obtenidos de los cinco parámetros considerados de la encuesta, los cuales se refieren a la textura del árido, compactación, superficie y tipo de mezclado para la elaboración del hormigón, y a la persona a cargo de la obra.

Tabla 4. Aspectos considerados de la encuesta planteada

Nro. Construcción	Árido	Tipo de Mezclado	Superficie de Mezclado	Compactación del Concreto	Persona a Cargo
1	Rodado	Concreteira	Impermeable	Mecánica	Ingeniero
2	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
3	Rodado	Concreteira	Impermeable	Mecánica	Maestro
4	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Arquitecto
5	Rodado	Concreteira	Impermeable	Manual	Maestro
6	Rodado	Concreteira	Impermeable	Mecánica	Maestro
7	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
8	Rodado	Concreteira	Impermeable	Mecánica	Ingeniero
9	Rodado	Concreteira	Impermeable	Mecánica	Maestro
10	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
11	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

Nro. Construcción	Árido	Tipo de Mezclado	Superficie de Mezclado	Compactación del Concreto	Persona a Cargo
12	Rodado	Mixer	Impermeable	Mecánica	Arquitecto
13	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
14	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
15	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
16	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
17	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
18	Rodado	Concretera	Impermeable	Manual	Maestro
19	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
20	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Arquitecto
21	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
22	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
23	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Ingeniero
24	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
25	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
26	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Arquitecto
27	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
28	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
29	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
30	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
31	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
32	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
33	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
34	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
35	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Ingeniero
36	Triturado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
37	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
38	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
39	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Maestro
40	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Arquitecto
41	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
42	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
43	Rodado	Manual	Impermeable	Manual	Maestro
44	Rodado	Concretera	Impermeable	Manual	Arquitecto
45	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
46	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
47	Rodado	Concretera	Impermeable	Manual	Maestro
48	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Ingeniero
49	Rodado	Manual	Permeable	Manual	Maestro
50	Rodado	Concretera	Impermeable	Mecánica	Arquitecto

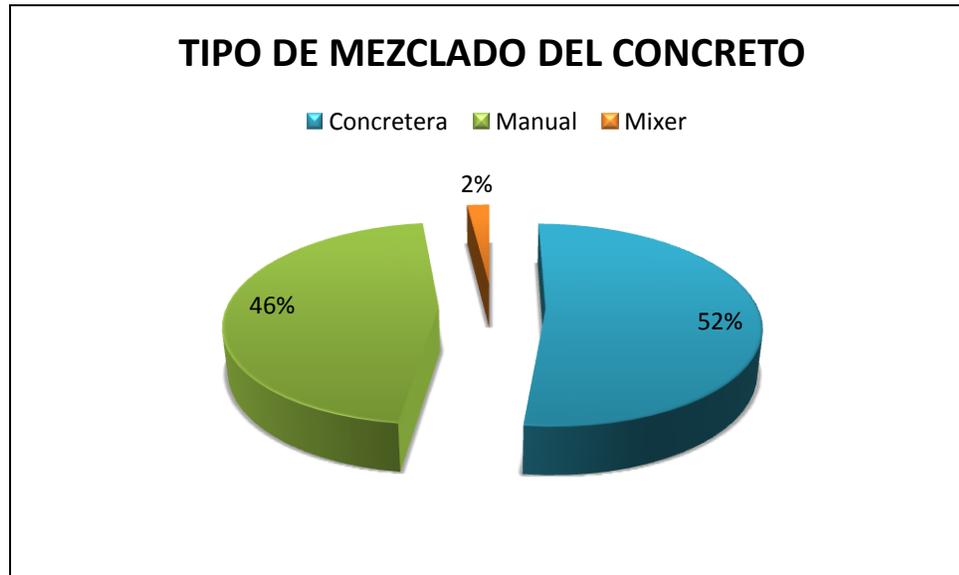
Fuente: La Autora

De los resultados obtenidos podemos ver en la gráfica 1, que del total de construcciones en estudio el 98% de ellas utiliza áridos de canto rodando y una mínima parte, correspondiente al 2% usan áridos triturados para la elaboración de hormigón.



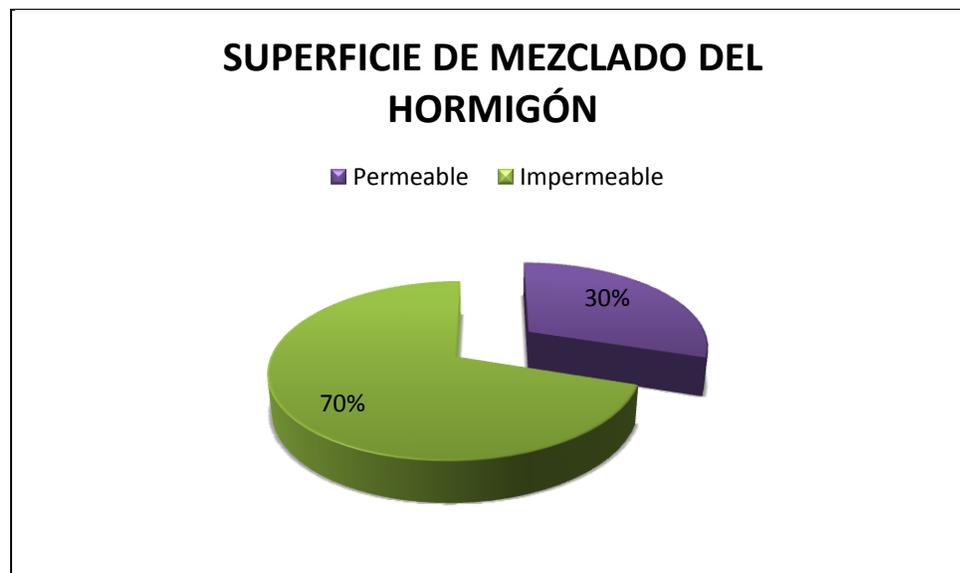
Gráfica 1: Porcentaje del tipo de árido utilizado en las construcciones
Fuente: La Autora

De las edificaciones encuestadas, como se puede dar cuenta en la gráfica 2, el hormigón fabricado es generalmente realizado en obra, por lo que el 52% de las construcciones elaboran el hormigón utilizando la concreteira mecánica mientras que un 46% lo realizan manualmente, y solo un 2% utiliza concreto premezclado a través del mixer. De acuerdo a estos resultados, la mayoría de las personas que realizan el concreto manualmente lo hace de una manera empírica, por lo que influyen directamente en la calidad del hormigón.



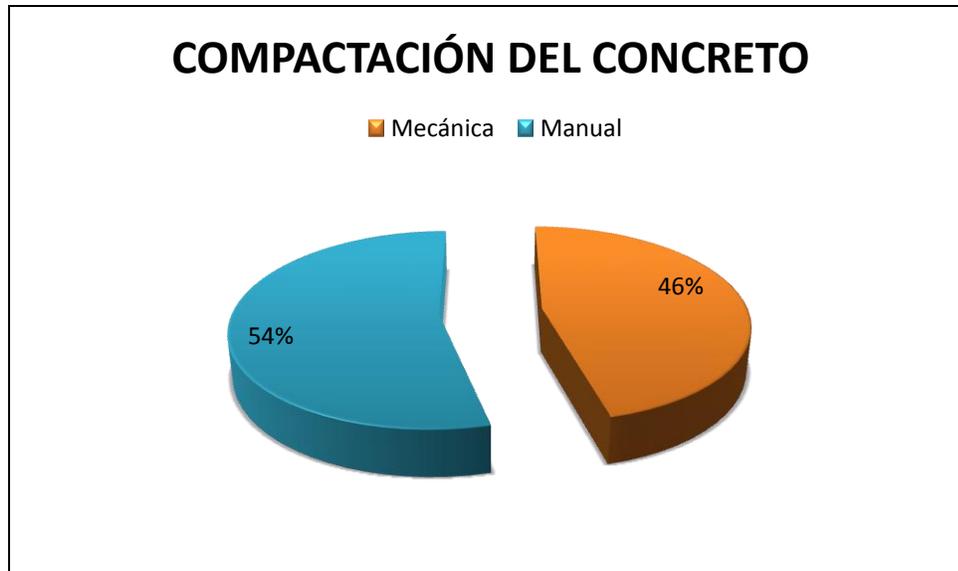
Gráfica 2: Porcentaje del tipo de mezclado del concreto
Fuente: La Autora

De acuerdo al mezclado del hormigón también se tomó en consideración el tipo de superficie de mezclado, dándonos como resultado que el 70% lo realizan sobre una superficie impermeable y un 30% sobre una superficie permeable, así como se puede apreciar en la gráfica 3.



Gráfica 3: Porcentaje del tipo de superficie de mezclado del hormigón
Fuente: La Autora

En la gráfica 4 se indica los dos tipos de compactación utilizados en los distintos elementos de las construcciones estudiadas, de las cuales el 54% corresponde a la compactación manual y el 46% a la compactación mecánica.



Gráfica 4: Porcentaje del tipo de compactación del concreto
Fuente: La Autora

Como se puede ver en la gráfica 5, se clasificó las construcciones de acuerdo a la persona encargada de la obra. En dicha gráfica el 76% concierne al maestro de obra, luego el 14% corresponde al arquitecto y finalmente el 10% se refiere a ingenieros civiles. Con estos porcentajes podemos darnos cuenta que la mayor parte de las construcciones están a cargo de los maestros de obra y que por lo tanto sus conocimientos, en cuanto a la elaboración del hormigón, son empíricos y de tal manera no se puede garantizar la buena calidad del hormigón.



Gráfica 5: Porcentaje del tipo de persona a cargo de la obra
Fuente: La Autora

4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN

Por la variedad de resultados obtenidos en los distintos elementos de las construcciones, se cree conveniente realizar gráficas para interpretar mejor los resultados.

En las tablas 5, 6, 7 y 8, se indican los resultados obtenidos del control de calidad del hormigón utilizado en columnas, losas, muros y cadenas, respectivamente. Cabe mencionar que los 100 cilindros ensayados, fueron probados a los 28 días luego de su respectivo curado.

Así mismo se presenta en cada tabla el asentamiento, la resistencia y el porcentaje con relación a la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa), y como resumen el promedio, y los valores máximos y mínimos de cada uno de los parámetros mencionados anteriormente.



Tabla 5. Resultados obtenidos en columnas

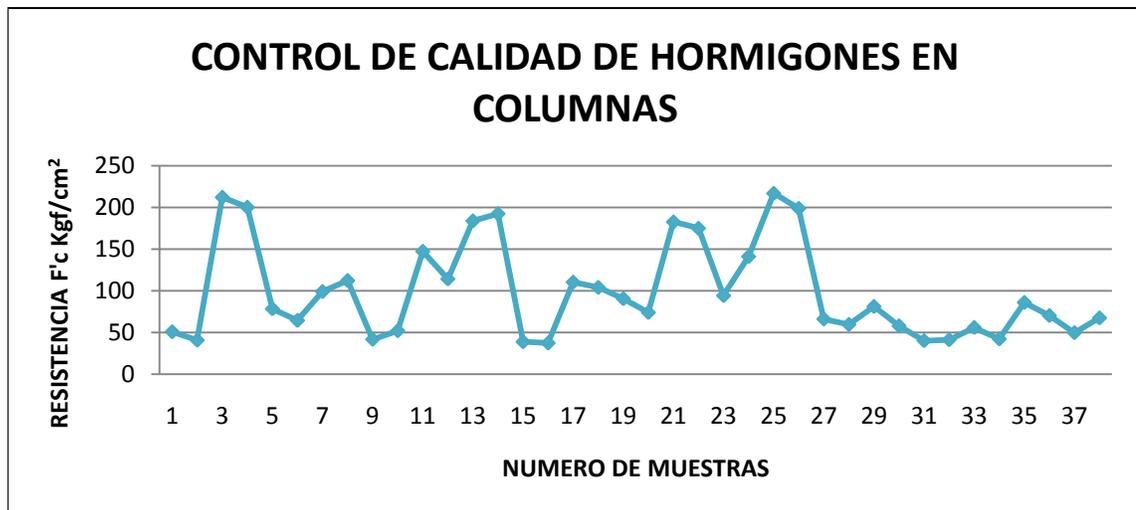
TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
COLUMNAS	3	19	50.75	24.17
	4		40.64	19.35
	7	15	212.35	101.12
	8		200.36	95.41
	9	14	78.39	37.33
	10		64.37	30.65
	13	22	99.04	47.16
	14		112.30	53.48
	19	17	41.75	19.88
	20		51.99	24.76
	21	16	147.38	70.18
	22		114.19	54.38
	27	18	183.95	87.60
	28		192.53	91.68
	29	21	38.72	18.44
	30		37.25	17.74
	35	19	110.41	52.58
	36		104.04	49.54
	37	21	90.48	43.09
	38		73.94	35.21
	41	5	182.65	86.98
	42		175.04	83.35
	43	21	94.20	44.86
	44		141.19	67.23
	57	7	217.03	103.35
	58		199.01	94.77
	63	20	66.10	31.48
	64		59.58	28.37
	65	21	81.14	38.64
	66		57.88	27.56
75	20	40.05	19.07	
76		41.19	19.61	
83	19	55.85	26.60	
84		42.53	20.25	



TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
COLUMNAS	85	18.5	85.96	40.93
	86		70.23	33.44
	93	16	49.62	23.63
	94		67.40	32.10
PROMEDIO		17.34	99.24	47.26
MAX		22.00	217.03	103.35
MIN		5.00	37.25	17.74

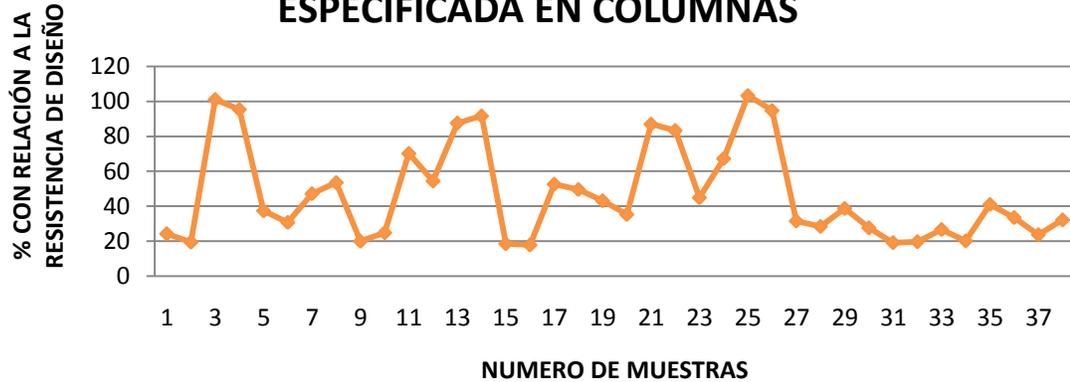
Fuente: La Autora

En las gráficas 6, 7 y 8 se muestran las tendencias de variación de resistencia en columnas, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y la variación de la resistencia en relación al asentamiento.



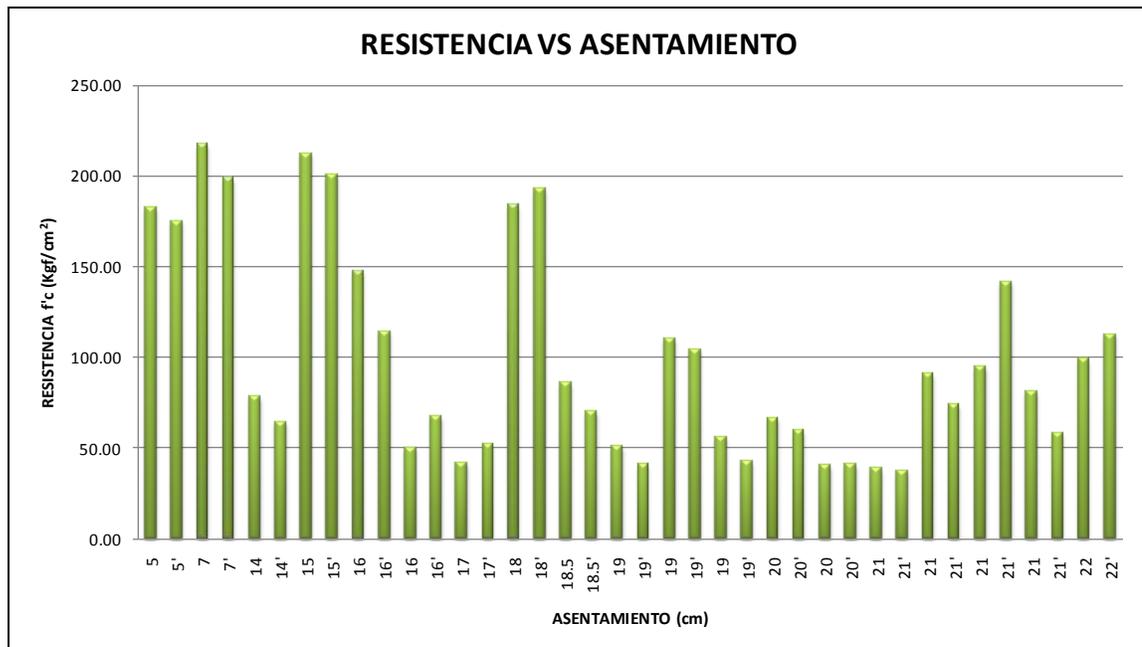
Gráfica 6: Valor de la resistencia obtenida en columnas
Fuente: La Autora

PORCENTAJE CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA EN COLUMNAS



Gráfica 7: Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en columnas
Fuente: La Autora

RESISTENCIA VS ASENTAMIENTO



Gráfica 8: Valor de la resistencia en relación al asentamiento en columnas
Fuente: La Autora



Tabla 6. Resultados obtenidos en losas

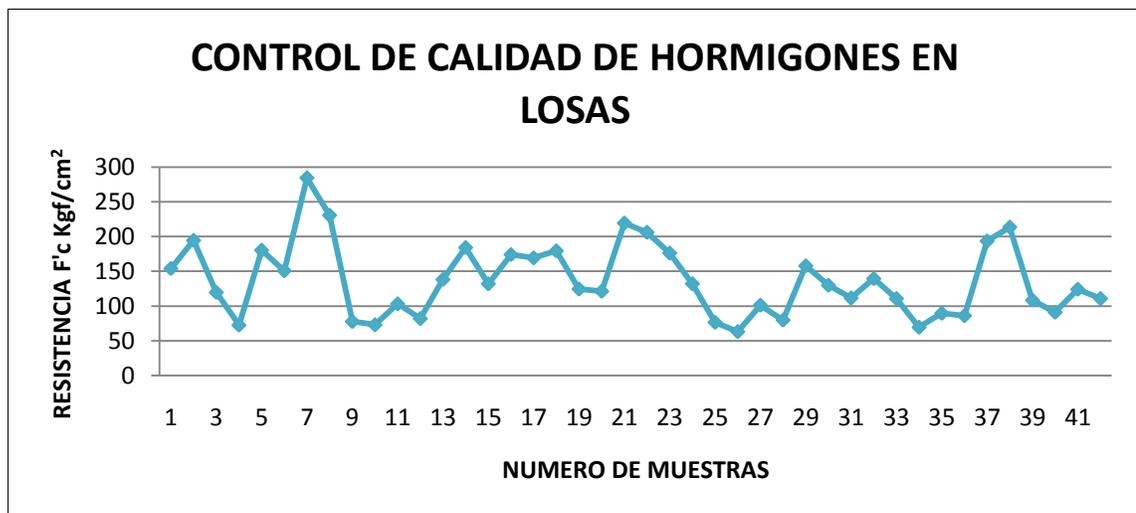
TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c Kgf/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
LOSAS	5	17	154.07	73.37
	6		194.58	92.66
	15	23	119.76	57.03
	16		72.57	34.56
	17	19	180.44	85.92
	18		150.89	71.85
	23	19	284.47	135.46
	24		230.65	109.83
	25	21	77.84	37.07
	26		73.07	34.80
	31	21	103.27	49.18
	32		82.01	39.05
	33	22	138.34	65.88
	34		184.17	87.70
	39	19	132.09	62.90
	40		174.12	82.91
	45	23	169.37	80.65
	46		179.53	85.49
	47	21	124.52	59.30
	48		121.31	57.77
	49	20.5	219.49	104.52
	50		206.18	98.18
	51	20	176.25	83.93
	52		132.21	62.96
	59	21	76.66	36.50
	60		63.29	30.14
	67	20	101.25	48.21
	68		79.87	38.03
69	20	157.98	75.23	
70		129.93	61.87	
71	9	111.69	53.19	
72		139.57	66.46	
73	23	110.83	52.78	
74		69.51	33.10	
77	19	89.68	42.70	
78		86.22	41.06	



TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
LOSAS	79	18	193.59	92.19
	80		213.64	101.73
	95	19	108.54	51.69
	96		91.11	43.39
	99	23	124.21	59.15
	100		110.86	52.79
PROMEDIO		19.88	136.66	65.08
MAX		23.00	284.47	135.46
MIN		9.00	63.29	30.14

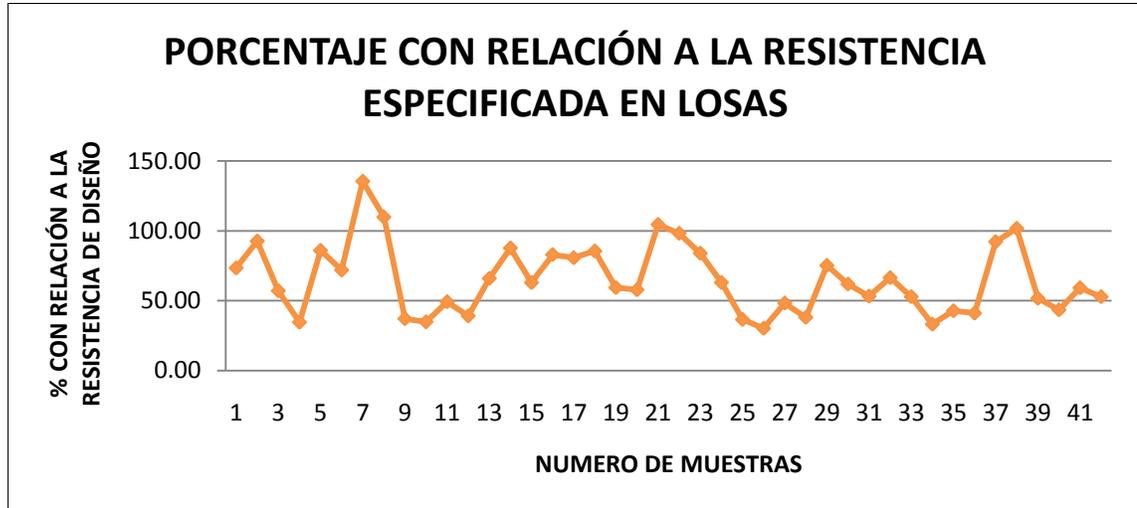
Fuente: La Autora

Las gráficas 9, 10 y 11 expresan las tendencias de variación de resistencia en losas, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y la variación de la resistencia en relación al asentamiento.

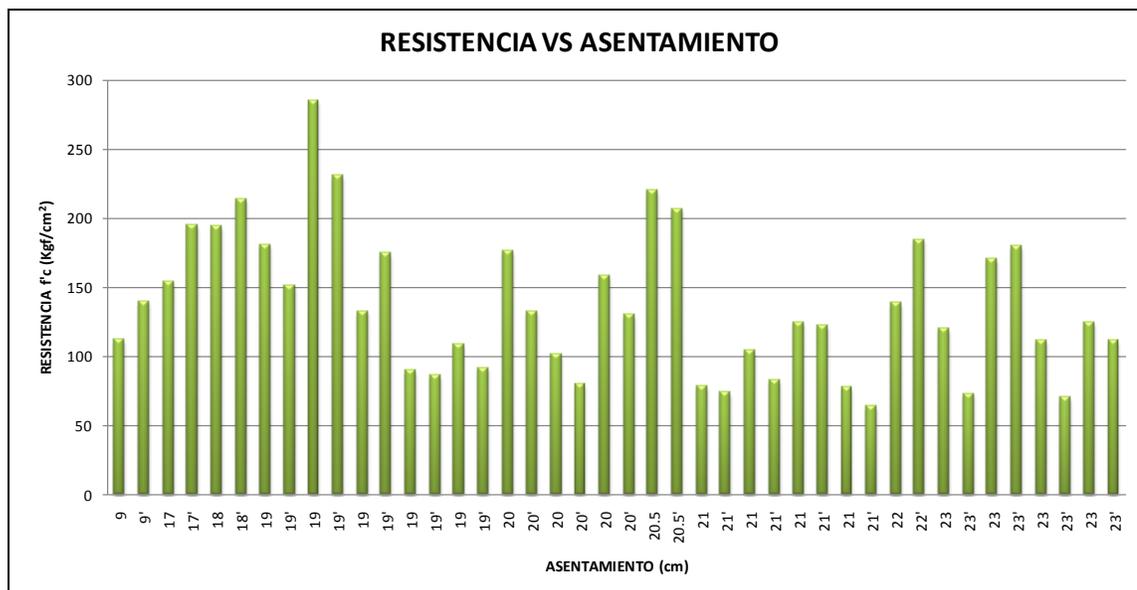


Gráfica 9: Valor de la resistencia obtenida en losas

Fuente: La Autora



Gráfica 10: Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en losas
Fuente: La Autora



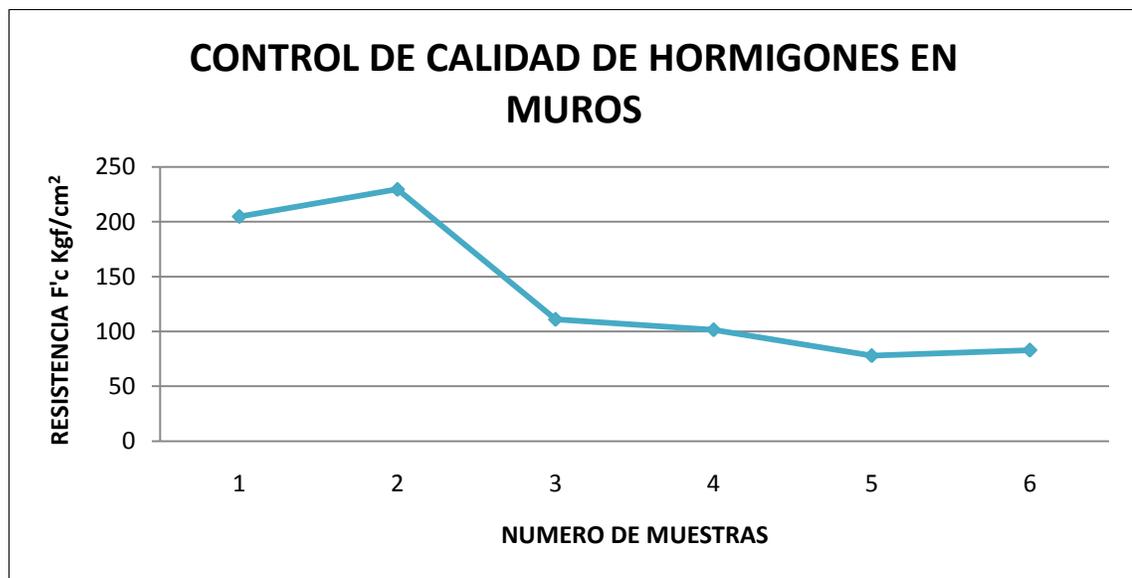
Gráfica 11: Valor de la resistencia en relación al asentamiento en losas
Fuente: La Autora

Tabla 7. Resultados obtenidos en muros

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
MURO	1	6.5	204.88	97.56
	2		229.58	109.32
	11	18	111.05	52.88
	12		101.53	48.35
	81	19	77.92	37.10
	82		83.01	39.53
PROMEDIO		14.5	121.11	57.67
MAX		19.00	229.58	109.32
MIN		6.50	44.84	21.35

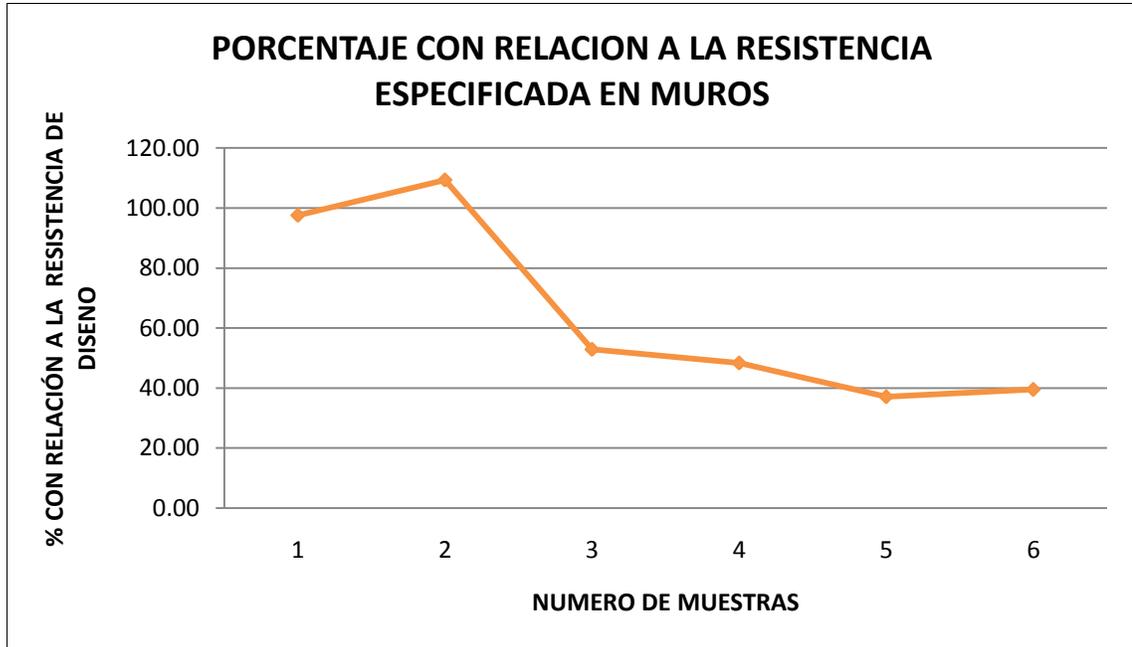
Fuente: La Autora

Las tendencias de variación de resistencia en muros, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y la variación de la resistencia en relación al asentamiento se presentan en las gráficas 12, 13 y 14.

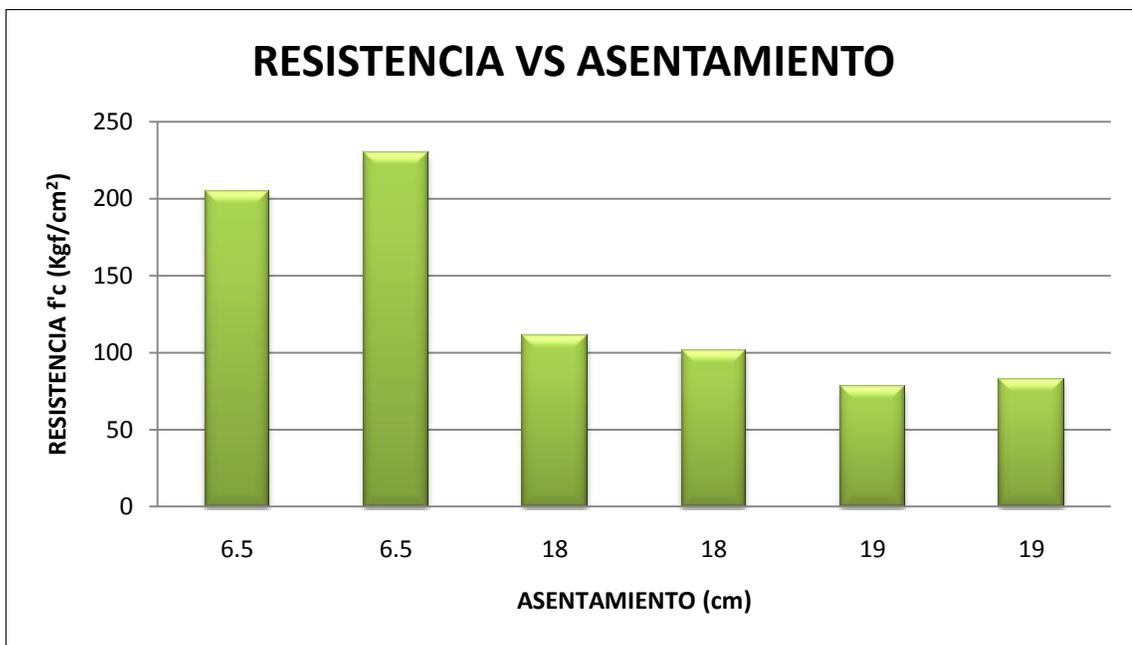


Gráfica 12: Valor de la resistencia obtenida en muros

Fuente: La Autora



Gráfica 13: Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en muros
Fuente: La Autora



Gráfica 14: Valor de la resistencia en relación al asentamiento en muros
Fuente: La Autora

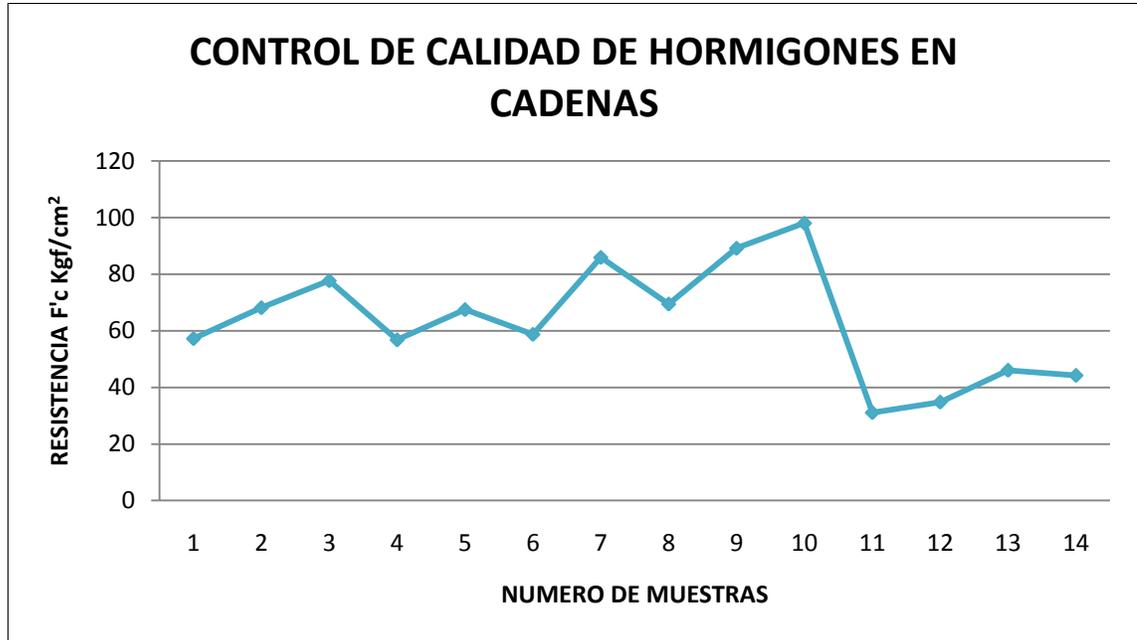


Tabla 8. Resultados obtenidos en cadenas

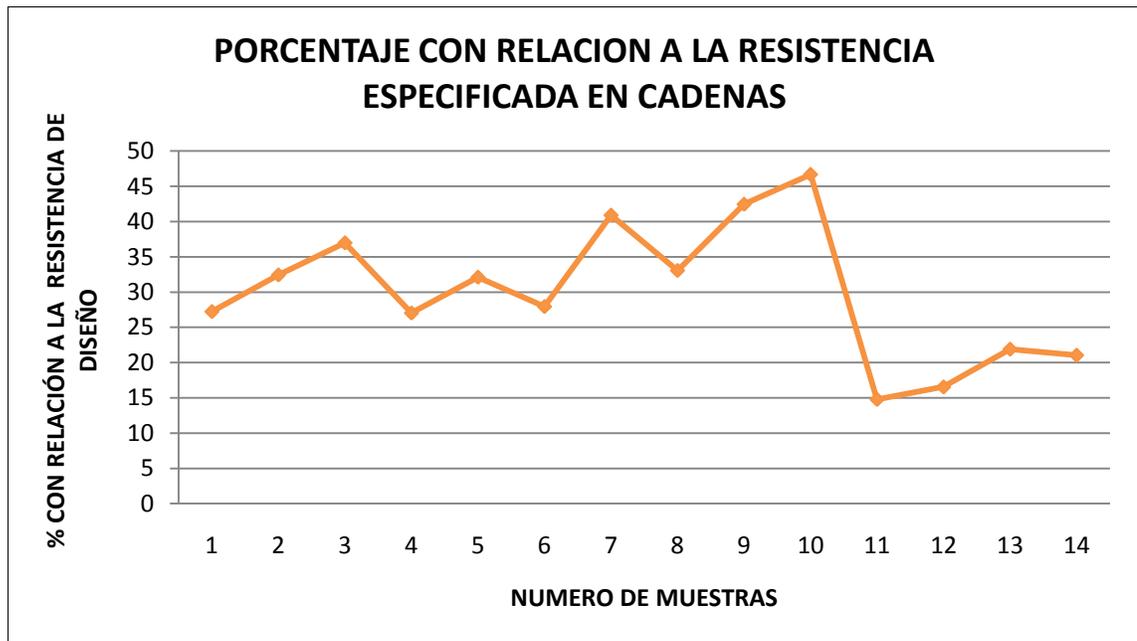
TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
CADENA	53	17	57.22	27.25
	54		68.13	32.44
	55	17	77.68	36.99
	56		56.78	27.04
	61	18	67.46	32.12
	62		58.72	27.96
	87	20	85.92	40.91
	88		69.45	33.07
	89	16	89.17	42.46
	90		98.04	46.69
	91	17	31.05	14.79
	92		34.77	16.56
	97	16	46.03	21.92
	98		44.22	21.06
PROMEDIO		17.29	63.19	30.09
MAX		20.00	98.04	46.69
MIN		16.00	31.05	14.79

Fuente: La Autora

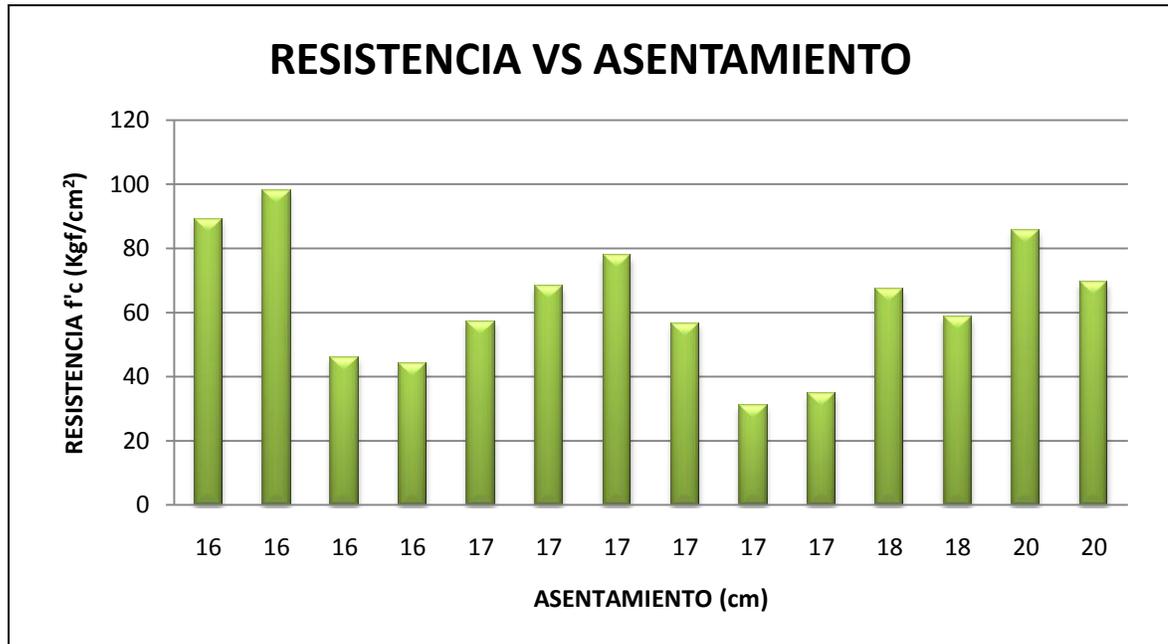
En las gráficas 15, 16 y 17 se muestran las tendencias de variación de resistencia en muros, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y la variación de la resistencia en relación al asentamiento.



Gráfica 15: Valor de la resistencia obtenida en cadenas
Fuente: La Autora



Gráfica 16: Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en cadenas
Fuente: La Autora



Gráfica 17: Valor de la resistencia en relación al asentamiento en cadenas
Fuente: La Autora

4.2.1. Resumen de los Resultados de los Ensayos de Hormigón

La tabla 9 nos indica un resumen de los resultados obtenidos del control de calidad del hormigón utilizado en las construcciones del sector norte de la ciudad de Loja.

Tabla 9. Resumen de los resultados obtenidos en el control de calidad de hormigones.

	CANTIDAD DE CILINDROS	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c Kg/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
MÍNIMO	100	5.00	31.05	14.79
MÁXIMO		23.00	284.47	135.46
PROMEDIO		18.23	111.22	52.96

Fuente: La Autora

En la tabla 10, se resume los resultados de asentamiento, resistencia y el porcentaje con relación a la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (21 MPa),



de cada uno de los elementos muestreados en las construcciones, los mismos que corresponden a columnas, losas, muros y cadenas.

Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos en los distintos elementos de las construcciones

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kgf/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
Muro	1	6.5	204.88	97.56
	2		229.58	109.32
Columna	3	19	50.75	24.17
	4		40.64	19.35
Losa	5	17	154.07	73.37
	6		194.58	92.66
Columna	7	15	212.35	101.12
	8		200.36	95.41
Columna	9	14	78.39	37.33
	10		64.37	30.65
Muro	11	18	111.05	52.88
	12		101.53	48.35
Columna	13	22	99.04	47.16
	14		112.3	53.48
Losa	15	23	119.76	57.03
	16		72.57	34.56
Losa	17	19	180.44	85.92
	18		150.89	71.85
Columna	19	17	41.75	19.88
	20		51.99	24.76
Columna	21	16	147.38	70.18
	22		114.19	54.38
Losa	23	19	284.47	135.46
	24		230.65	109.83
Losa	25	21	77.84	37.07
	26		73.07	34.8
Columna	27	18	183.95	87.6
	28		192.53	91.68
Columna	29	21	38.72	18.44
	30		37.25	17.74
Losa	31	21	103.27	49.18
	32		82.01	39.05



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kg/cm²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
Losa	33	22	138.34	65.88
	34		184.17	87.7
Columna	35	19	110.41	52.58
	36		104.04	49.54
Columna	37	21	90.48	43.09
	38		73.94	35.21
Losa	39	19	132.09	62.9
	40		174.12	82.91
Columna	41	5	182.65	86.98
	42		175.04	83.35
Columna	43	21	94.2	44.86
	44		141.187	67.23
Losa	45	23	169.37	80.65
	46		179.53	85.49
Losa	47	21	124.52	59.3
	48		121.31	57.77
Losa	49	20.5	219.49	104.52
	50		206.18	98.18
Losa	51	20	176.25	83.93
	52		132.21	62.96
Cadenas	53	17	57.22	27.25
	54		68.13	32.44
Cadenas	55	17	77.68	36.99
	56		56.78	27.04
Columna	57	7	217.03	103.35
	58		199.01	94.77
Losa	59	21	76.66	36.5
	60		63.29	30.14
Cadenas	61	18	67.46	32.12
	62		58.72	27.96
Columna	63	20	66.1	31.48
	64		59.58	28.37
Columna	65	21	81.14	38.64
	66		57.88	27.56
Losa	67	20	101.25	48.21
	68		79.87	38.03
Losa	69	20	157.98	75.23
	70		129.93	61.87
Losa	71	9	111.69	53.19
	72		139.57	66.46

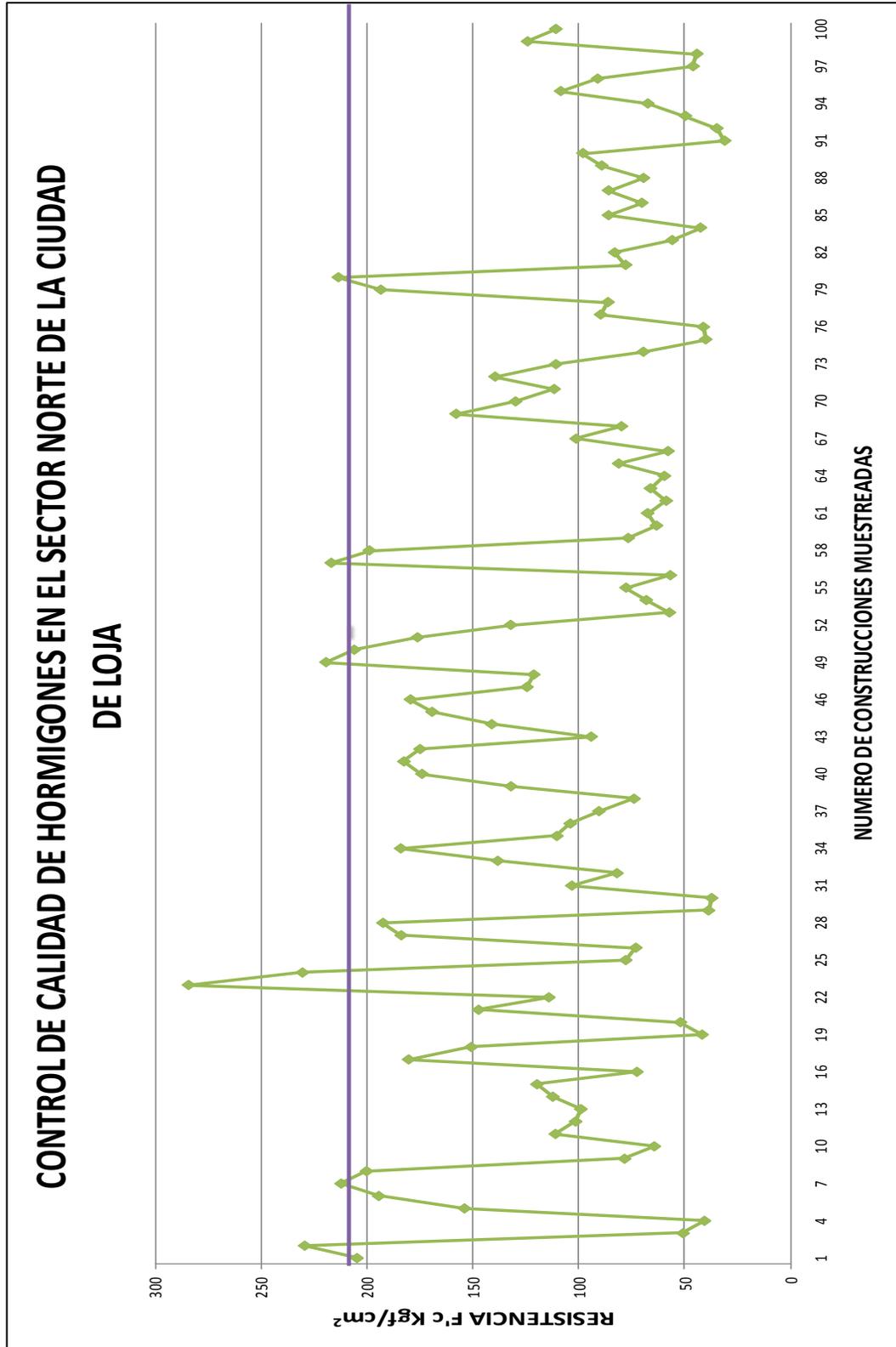


“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_c Kgf/cm ²	% CON RELACIÓN A LA RESISTENCIA DE DISEÑO
Losa	73	23	110.83	52.78
	74		69.51	33.1
Columna	75	20	40.053	19.07
	76		41.186	19.61
Losa	77	19	89.68	42.7
	78		86.22	41.06
Losa	79	18	193.59	92.19
	80		213.64	101.73
Muro	81	19	77.92	37.1
	82		83.01	39.53
Columna	83	19	55.85	26.6
	84		42.53	20.25
Columna	85	18.5	85.96	40.93
	86		70.23	33.44
Cadenas	87	20	85.92	40.91
	88		69.45	33.07
Cadenas	89	16	89.17	42.46
	90		98.04	46.69
Cadenas	91	17	31.05	14.79
	92		34.77	16.56
Columna	93	16	49.62	23.63
	94		67.4	32.1
Losa	95	19	108.54	51.69
	96		91.11	43.39
Cadenas	97	16	46.03	21.92
	98		44.22	21.06
Losa	99	23	124.21	59.15
	100		110.86	52.79
PROMEDIO		18.23	111.22	52.96
MAX		23.00	284.47	135.46
MIN		5.00	31.05	14.79

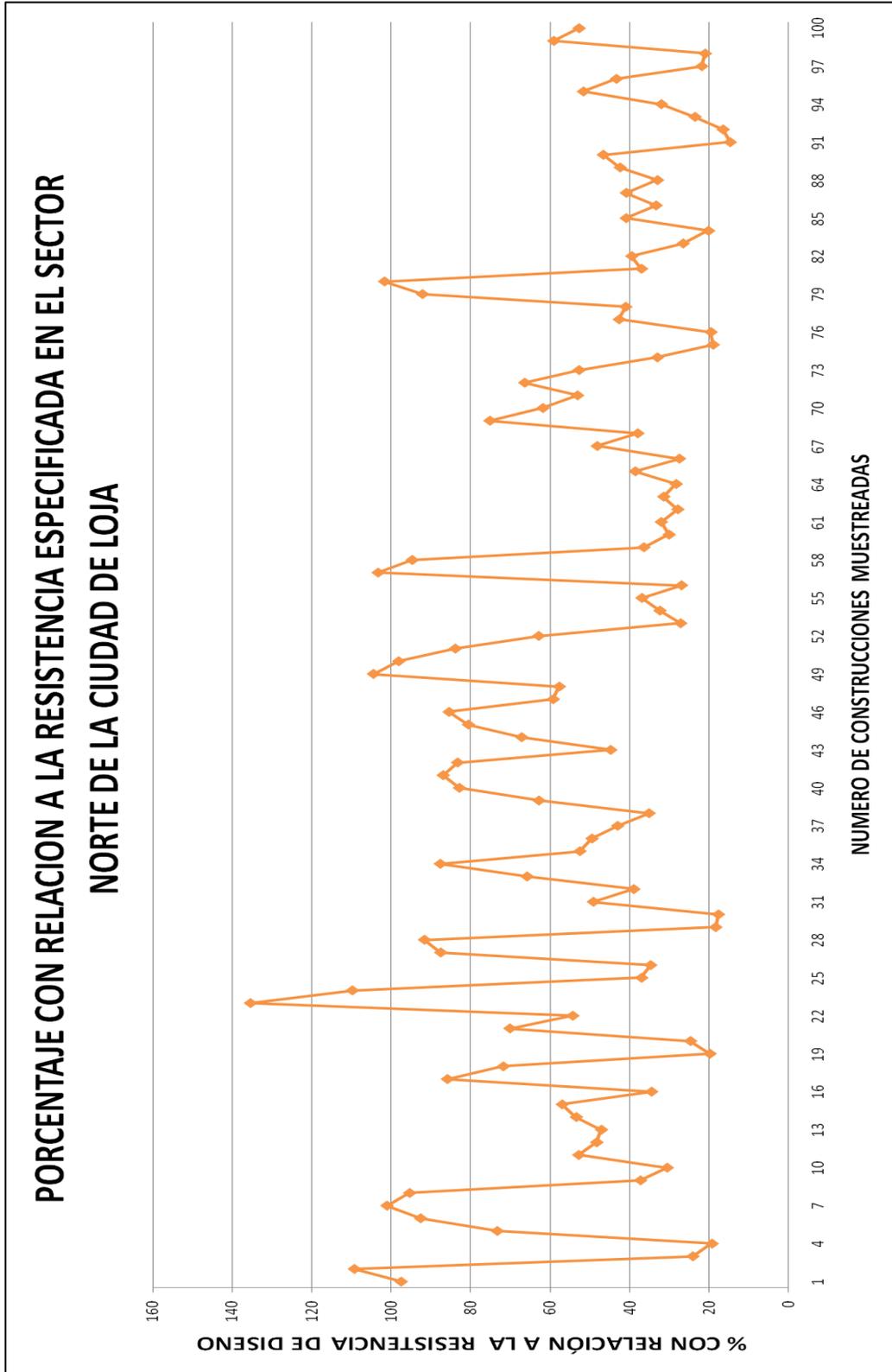
Fuente: La Autora

Las tendencias de variación de resistencia en las diferentes edificaciones del sector norte de de la ciudad de Loja, el porcentaje con relación a la resistencia de diseño y la variación de la resistencia en los distintos elementos de las construcciones en estudio, se presentan en las gráficas 18, 19 y 20.

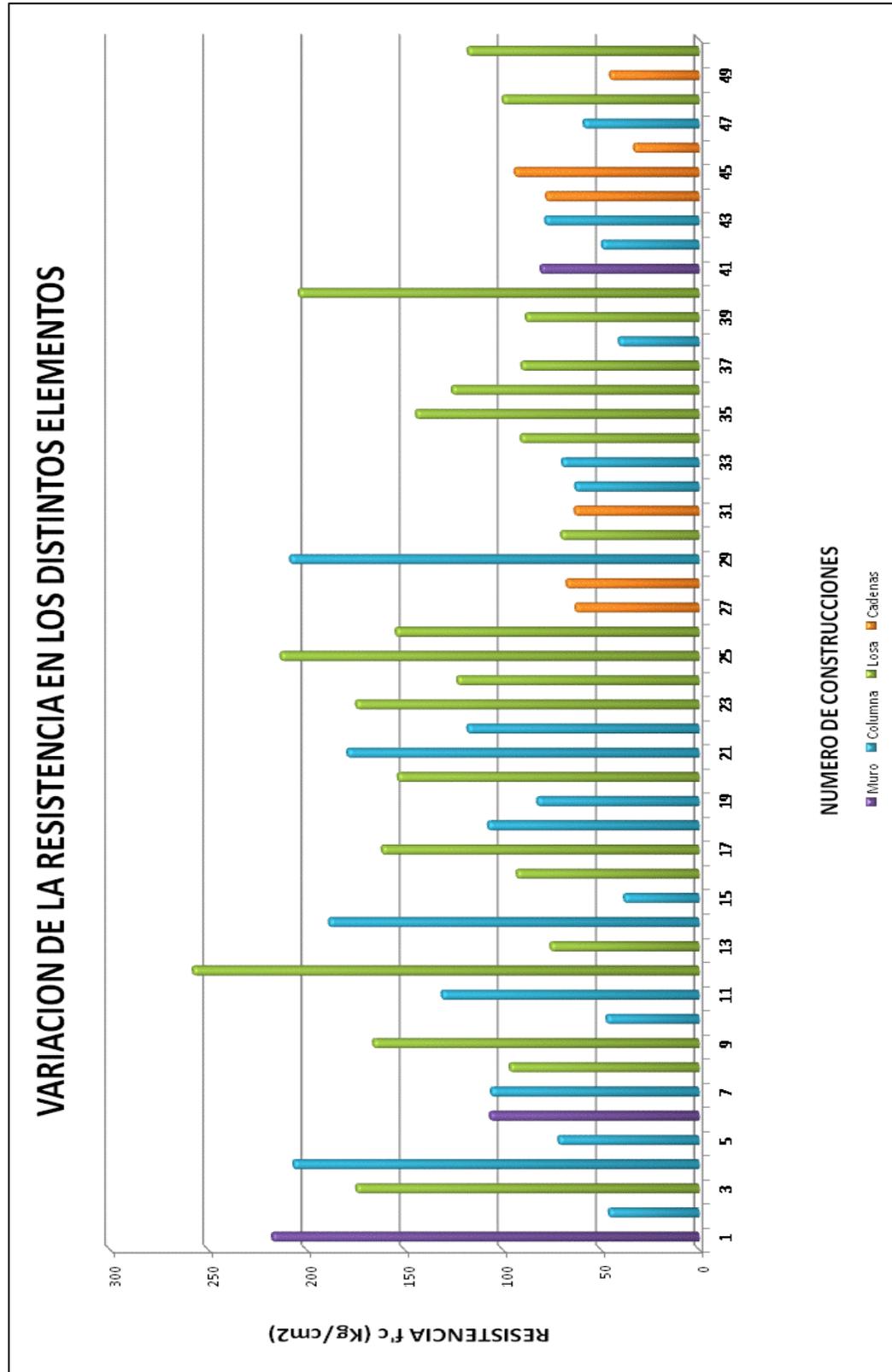


Gráfica 18: Valor de la resistencia obtenida en el sector Norte de la ciudad de Loja.

Fuente: La Autora



Gráfica 19 Porcentaje de la resistencia con relación a la resistencia especificada en el sector Norte de la ciudad de Loja
Fuente: La Autora



Gráfica 20 Valor de la resistencia obtenida en los distintos elementos

Fuente: La Autora



4.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE ÁRIDOS

Luego de realizar los ensayos de áridos, se obtuvieron los siguientes resultados (Anexo 2-8), los mismos que se encuentran resumidos en las tablas 11 y 12, tanto para el árido fino como para el árido grueso.

Tabla 11. Resumen de los resultados obtenidos en el árido fino

RESUMEN DE ENSAYOS DEL ÁRIDO FINO				
Procedencia:	Malacatos y Catamayo	Norma:	ASTM	
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Fecha:	Octubre/2011	
Realizado:	Glenda Angamarca			
RESULTADOS				
NORMA	NOMBRE DEL ENSAYO	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
ASTM C 128	Densidad real (D_{ss}): gr/cm ³	2.642	2.642	2.484
	Densidad seca (D_s): gr/cm ³	2.613	2.613	2.410
	Densidad aparente (D): gr/cm ³	2.691	2.692	2.603
	Porcentaje de absorción (P_a): %	1.108	1.120	3.082
ASTM C 117	Porcentaje de material fino < 75 micras (P): %	1.992	2.21	4.418
ASTM C 125	Módulo de Finura (M_f):	4.21	4.23	2.70

Fuente: La Autora



Tabla 12. Resumen de los resultados obtenidos en el árido grueso

RESUMEN DE ENSAYOS DEL ÁRIDO GRUESO				
Procedencia:	Malacatos y Catamayo	Norma:	ASTM	
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Fecha:	Octubre/2011	
Realizado:	Glenda Angamarca			
RESULTADOS				
NORMA	NOMBRE DEL ENSAYO	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
ASTM C 127	Densidad real (D_{ss}): gr/cm ³	2.647	2.632	2.649
	Densidad seca (D_s): gr/cm ³	2.626	2.601	2.630
	Porcentaje de absorción (P_a): %	0.806	1.210	0.754
ASTM C 29	Masa unitaria (densidad aparente) suelta: gr/cm ³	1.647	1.682	1.679
	Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1.710	1.739	1.713
ASTM C 535	Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones (V): %	31.20	32.01	27.23

Fuente: La Autora

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados de las pruebas de hormigón, en estado fresco y endurecido, y la encuesta planteada, se hicieron basados en la realidad de la preparación del hormigón en el sector norte de la ciudad de Loja, lo que quiere decir que los resultados demuestran realmente la calidad del concreto preparado en las distintas edificaciones.

4.4.1. Análisis de la Encuesta

Las preguntas planteadas en la encuesta, estaban conformadas por interrogantes que se deben manejar en el lenguaje de la construcción, y sobre todo cuando se refiere en la calidad de preparación del concreto.

De acuerdo a los cinco parámetros considerados de la encuesta, se puede observar que la mayoría de las personas encargadas de la preparación del hormigón son los maestros de obra, y siendo un mínimo porcentaje los arquitectos e ingenieros



civiles; lo cual influye directamente en la calidad del hormigón, puesto que los conocimientos de los maestros son bastante empíricos y no tienen idea de ciertos elementos importantes que se deben tener en consideración para la elaboración del concreto.

En lo que se refiere al árido utilizado, el árido de canto rodado es el más utilizado en las construcciones, existiendo solo una construcción la que utilizó el árido triturado, siendo este árido el que mejor se adhiere a la pasta de cemento y por lo tanto se obtiene mejores resultados en la resistencia.

En lo referente al mezclado del concreto, se determinó que la mayoría de las construcciones realizan el mezclado del concreto con la ayuda de una concretora mecánica, que por lo general es para la fundición de losas, así mismo en un porcentaje casi similar al anterior al concreto lo elaboran manualmente, que frecuentemente es para la fundición de columnas, cadenas y muros.

Al momento del mezclado del concreto, la mayoría lo realiza sobre una superficie impermeable, ya que lo elaboran con ayuda de una concretora, mientras que en las construcciones en las se elaboran el hormigón manualmente, lo realizan sobre una superficie permeable, lo cual no garantiza un hormigón de buena calidad. Por otro lado más de la mitad de las construcciones realizan la compactación del hormigón manualmente, con lo cual no se logra una adecuada compactación, quedando espacios considerables en el hormigón. Estos casos se ven usualmente en columnas y cadenas.



4.4.2. Análisis de los Ensayos del Hormigón

4.4.2.1. Hormigón Fresco

Según los resultados obtenidos, el promedio de los asentamientos es de 18.23 cm, cuyo valor es muy alto, lo cual indica que la mayoría de las construcciones no elaboran el hormigón con las proporciones adecuadas.

Este resultado se debe a muchos factores, pero el más sobresaliente y común es el proporcionamiento del agua, puesto que lo hacen sin ninguna medida, y lo único que buscan es la trabajabilidad de la mezcla.

Otro factor que afecta al colapso total en el revenimiento, es la falta de homogeneidad en la mezcla de hormigón, ya que no existe uniformidad en las cantidades de los materiales

4.4.2.2. Hormigón Endurecido

Los resultados presentados luego de ensayar los cilindros de concreto a los 28 días, nos indican un promedio de 111.22 kg/cm^2 , el cual es un valor que no cumple con las especificaciones del código ACI, que dispone que “La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_c , no debe ser menor que 21 MPa” (ACI, 2008, p. 341), lo que equivale a $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

De las construcciones ensayadas, solo 7 cumplen con la especificación mencionada en el párrafo anterior, lo cual indica la mala calidad del hormigón utilizado en las edificaciones.

Cabe recalcar que esta resistencia se ve afectada por la calidad de los materiales utilizados y por los procesos de elaboración del hormigón.



4.4.3. Análisis de los Ensayos de Áridos

El porcentaje de absorción del árido fino no es alta en los materiales de Malacatos por lo tanto no afecta la resistencia del hormigón, mientras que en el de Catamayo el porcentaje es más elevado por lo cual influye en la resistencia del hormigón.

De acuerdo a la norma INEN 872, el índice de precisión de las partículas finas menores a 75 μm en el árido fino, debe tener un máximo del 5% de finos, por lo tanto los áridos ensayados no tienen un exceso de partículas finas.

El módulo de finura de los áridos de Malacatos es de 4.21 y 4.23 y de Catamayo de 2.70, por lo tanto el árido de Malacatos no cumple con lo especificado en la norma INEN 872, la cual establece que el módulo de finura del árido fino debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1.

La gradación del árido grueso tanto de Malacatos y Catamayo, cumplen con los requisitos de gradación del árido fino, puesto que las curvas granulométricas están dentro de las curvas del límite superior e inferior.

Los áridos gruesos ensayados cuentan con una alta resistencia al desgaste por lo que es apto para el diseño de mezclas de concreto.

5. CONCLUSIONES





5. CONCLUSIONES

- Existen aspectos que no son tomados en cuenta en la elaboración del concreto tales como: el mezclado del hormigón, la superficie de mezclado y el suministro de los materiales, puesto que estos se cubican con carretillas, paladas y parihuelas, y por lo tanto, existe una gran variación en las cantidades que se toman.
- La mayor parte de las construcciones están a cargo de los maestros de obra, y por lo tanto son ellos los encargados de la elaboración del concreto, lo cual influye directamente en la calidad del hormigón, debido a que sus conocimientos son heredados y empíricos.
- El valor promedio de los ensayos de asentamiento realizados es de 18.23 cm, el cual es un índice de la fluidez del hormigón en la mayoría de las edificaciones; por lo tanto, este valor elevado no cumple con lo especificado en la norma y afecta a la resistencia del hormigón.
- En los ensayos de árido, fino y grueso, tanto de Malacatos como de Catamayo, se verificó que ambos cumplen la mayoría de requerimientos que un árido debe tener para ser utilizado en la elaboración del hormigón.
- Los ensayos de resistencia, de los elementos estructurales fundidos, indican que estos no cumplen con la resistencia especificada por el código ACI ya que la resistencia a la compresión promedio de los 100 elementos es de 111.22 Kgf/cm², por lo tanto, la mayoría de las construcciones del sector Norte de la ciudad de Loja no cumplen con las especificaciones de diseño y no garantizan calidad y seguridad en sus estructuras.

6. RECOMENDACIONES





6. RECOMENDACIONES

- Al personal que labora en las distintas obras civiles se les recomienda capacitarse sobre aspectos importantes que se debe tener en cuenta para la buena preparación del concreto, ya que gran parte de la calidad de este depende ellos.
- La comodidad, amplitud y sobre todo la seguridad, son aspectos elementales que se deben tener presente en cada obra. Por lo tanto, es necesario contar con la supervisión de un profesional que fiscalice los distintos procesos constructivos.
- Mantener un control de calidad de producción del hormigón en cada construcción. A través, de un equipo mínimo que realice ensayos de hormigón fresco, ya que es necesario mantener la uniformidad del hormigón a lo largo de toda la obra.
- El mezclado del hormigón manualmente, se lo debe realizar sobre una superficie limpia y no absorbente, ya que al fabricarlo directamente sobre el suelo se puede levantar tierra o basura, lo cual disminuye la calidad del concreto.
- Debe existir una supervisión de la producción del hormigón por parte del Ilustre Municipio de Loja. Por medio de ensayos de asentamiento y elaboración de probetas cilíndricas y de esa manera asegurar la calidad de las construcciones.

7. BIBLIOGRAFÍA





7. BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute ACI 318M – 08. (2008). Requisitos del Reglamento ACI 318S – 08 y Comentario. Michigan. USA, p. 327.
- ARGOS (año del manuscrito no publicado). CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO EN OBRA, 2. Extraído el 25 de septiembre, 2011 de <http://www.360gradosblog.com/file.axd?file=2010%2F8%2Fcontrol+calidad.pdf>.
- Asociación Colombiana de Productores de Concreto [ASOCRETO]. (1997). Colección Básica del Concreto, Tecnología y Propiedades. Colombia, 110, 112.
- CEAC. (1961). Técnica y Practica del Hormigón Armado. Barcelona España, p. 10.
- 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 Mexicano del Cemento y del Concreto [IMCYC]. (2007). Pruebas al concreto fresco [versión electrónica]. *El concreto en la obra problemas, causas y soluciones*, 2, p. 8-9.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto [IMCYC]. (2008). Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto- Método de prueba [versión electrónica]. *El concreto en la obra problemas, causas y soluciones*, 15, 70, 71.



- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto [IMCYC]. (2008). Masa volumétrica- Método de prueba [versión electrónica]. *El concreto en la obra problemas, causas y soluciones*, 36, p. 68.
- Nilson, A. H. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Mc Graw Hill. Duodécima Edición. Santa Fe de Bogota Colombia, p. 28-30.
- Portland Cement Association [PCA]. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Primera Edición. Estados Unidos, p. 1, 30, 95, 103-107, 331, 333, 335, 340.
- Sánchez, S. C. (2008). Estudio experimental del empleo de diatomita en la producción de concreto de alto desempeño. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Extraído el 21 de octubre, 2011 del sitio web de CYBERTESIS UPC:
<http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/> y luego
http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/notice.xsp?id=upc.2008.sanchez_sc-principal&base=documents&qid=pcd-q&id_doc=upc.2008.sanchez_sc&dn=1
- Songor, J. (1998). *Materiales de Construcción*. Manuscrito no publicado. Loja, UTPL, p. 28, 29, 99.
- Winter, G. y Nilson A. H. (1981). *Proyecto de Estructuras de Hormigón*. Editorial Reverte S. A. Barcelona España, p. 6.

8. ANEXOS





ANEXO 1

ENCUESTA PARA LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL HORMIGÓN

Número de Plantas _____

Dirección: _____

Fecha: _____

1. Se realizaron ensayos de los áridos a utilizarse en la fabricación del concreto

Si () No ()

2. Los áridos son:

Porosos () Quebradizos () Contienen Sulfuros ()

3. La forma de los áridos es:

Esférica () Cúbica () Puntiaguda ()

4. El agua utilizada en el hormigón es Agua Potable.

Si () No ()

5. El cemento utilizado es el cemento portland normal

Si () No ()

6. Utiliza algún tipo de cemento especial

Si () No ()

7. De los siguientes tipos de cementos especiales usted cual utiliza

~ Moderada resistencia a los sulfatos (Tipo II) ()

~ Alta resistencia inicial ((Tipo III) ()

~ Bajo calor de hidratación ((Tipo IV) ()

~ Alta resistencia a los sulfatos (Tipo V) ()

8. Utiliza algún tipo de Material Cementante Suplementario

Si () No ()

9. Qué tipo de material cementante utiliza en la elaboración del hormigón.

▪ Cal ()

▪ Cenizas Volantes ()

▪ Escoria ()

▪ Humo Sílice ()

▪ Puzolanas naturales ()



10. Usted sabe la relación agua cemento que presenta su concreto

Si () No ()

11. Utiliza algún aditivo para mejorar la calidad del hormigón

Si () No ()

12. Para que lo utilizan al aditivo:

- ___ Mejorar la trabajabilidad del hormigón (Aditivos Plastificantes)
- ___ Disminuir el contenido de agua (Aditivos Reductores de Agua)
- ___ Aumentar significativamente la trabajabilidad (Aditivos Superplastificantes o Reductores de Agua)
- ___ Reducir o Adelantar el tiempo de fraguado del cemento (Aditivos Aceleradores de fraguado)
- ___ Reducir la posibilidad de corrosión (Aditivos Inhibidores de Corrosión de Armaduras).

13. Existe una dosificación previa para obtener la resistencia del hormigón deseado.

Si () No ()

14. La dosificación está calculada por:

Peso unitario () Volumen absoluto ()

15. El mezclado del hormigón se lo realiza:

Manual () Concretera () Mixer ()

16. Si el mezclado del hormigón es manual es sobre superficie impermeable.

Si () No ()

17. El transporte del concreto lo realizaron mediante:

- Canales y bandas transportadoras ()
- Botes y tolvas ()
- Bombeo ()

18. Usted toma en cuenta la temperatura para la colocación del concreto

Si () No ()

19. El concreto obtenido posee aire incorporado para la protegerlo del congelamiento

Si () No ()

20. La compactación que usted le aplica al hormigón es:

Mecánico () Manual ()

21. El curado mínimo que le da al concreto es de 7 días.

Si () No ()



22. El curado del concreto lo realiza mediante:

- Suministro de agua ()
- Membrana ()
- Vapor ()

23. Realiza ensayos para verificar la calidad del hormigón

Si () No ()

24. Qué consistencia tienen los hormigones.

- a) ___Hormigones Secos.
- b) ___Hormigones Plásticos.
- c) ___Hormigones Fluidos.
- d) ___Hormigones Líquidos.

25. La resistencia mínima del hormigón a obtener es de 210 kg/cm²

Si () No ()

26. Existe la participación de un Técnico del Municipio para verificar la calidad del hormigón.

Si () No ()

27. Sabe para cuántos años está diseñado el hormigón.

Si () No ()

28. La persona a cargo de la obra es un:

Arquitecto () Ingeniero Civil () Maestro ()

29. La construcción es de tipo:

- Esenciales y/o peligrosas A ()
- Construcciones comunes, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales B ()
- Vivienda de hasta tres plantas, en las que la tercera losa se diseña únicamente como cubierta. C ()



ANEXO 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

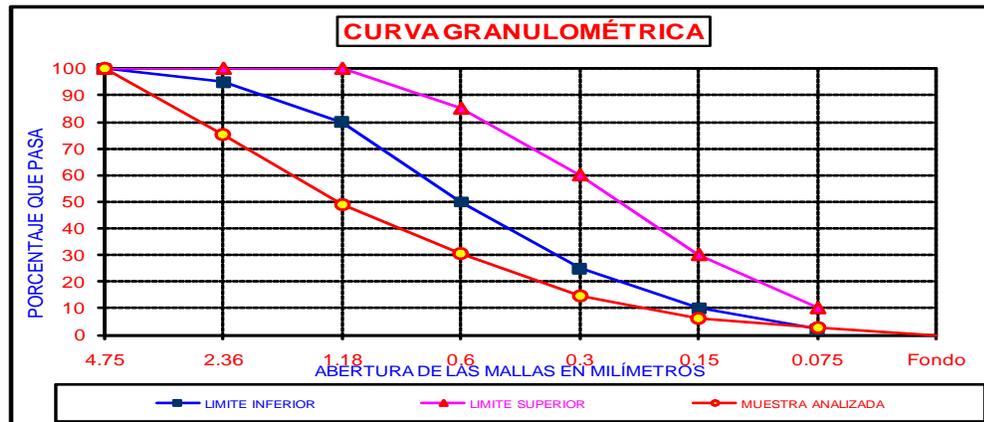
ENSAYO 1 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	0	0.00	0.00	100.00	95	100
2.36	135.53	24.64	24.64	75.36	80	100
1.18	144.17	26.21	50.85	49.15	50	85
0.6	102.40	18.62	69.46	30.54	25	60
0.3	87.72	15.95	85.41	14.59	10	30
0.15	47.40	8.62	94.03	5.97	2	10
0.075	16.85	3.06	97.09	2.91		
Fondo	16.03	2.91	100.00	0.00		
Total	550.10	100.00				

Masa Muestra de Ensayo:	550.08	gramos	Módulo de finura: Mf =	4.21
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.

Glenda Angamarca
RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
 UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

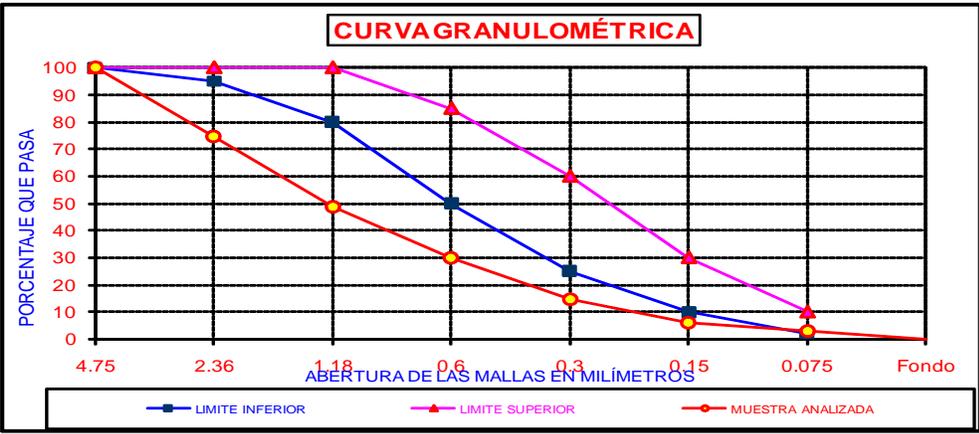
ENSAYO 2 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	0.0	0.00	0.00	100.00	95	100
2.36	138.53	25.26	25.26	74.74	80	100
1.18	143.23	26.12	51.37	48.63	50	85
0.6	100.86	18.39	69.77	30.23	25	60
0.3	86.22	15.72	85.49	14.51	10	30
0.15	47.06	8.58	94.07	5.93	2	10
0.075	16.52	3.01	97.08	2.92		
Fondo	16.03	2.92	100.00	0.00		
Total	548.45	100.00				

Masa Muestra de Ensayo:	548.44	gramos	Módulo de finura: Mf =	4.23
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.

.....
 Glenda Angamarca
 RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
 UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

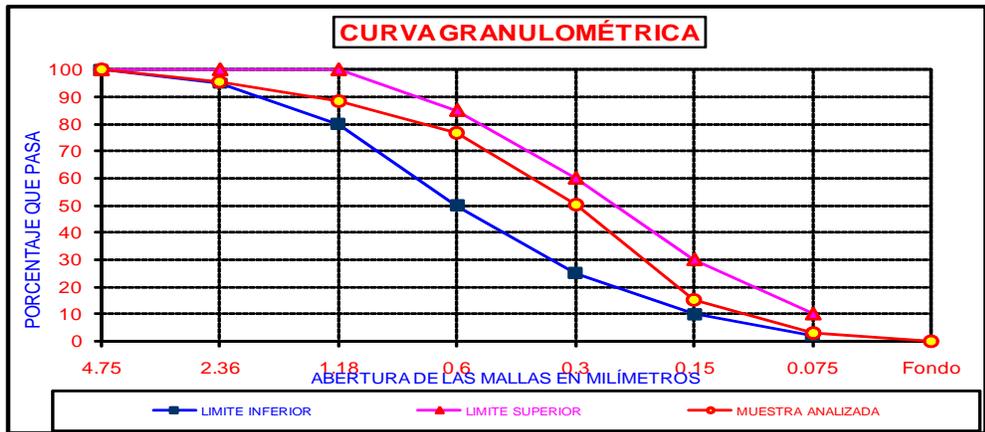
ENSAYO 3 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	0.0	0.00	0.00	100.00	95	100
2.36	22.08	4.33	4.33	95.67	80	100
1.18	37.55	7.37	11.70	88.30	50	85
0.6	57.64	11.31	23.02	76.98	25	60
0.3	135.57	26.61	49.62	50.38	10	30
0.15	178.36	35.01	84.63	15.37	2	10
0.075	61.58	12.09	96.71	3.29		
Fondo	16.72	3.28	100.00	0.00		
Total	509.50	100.00				

Masa Muestra de Ensayo:	509.52	gramos	Módulo de finura: $M_f =$	2.70
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.

.....
 Glenda Angamarca
 RESPONSABLE



ANEXO 3

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

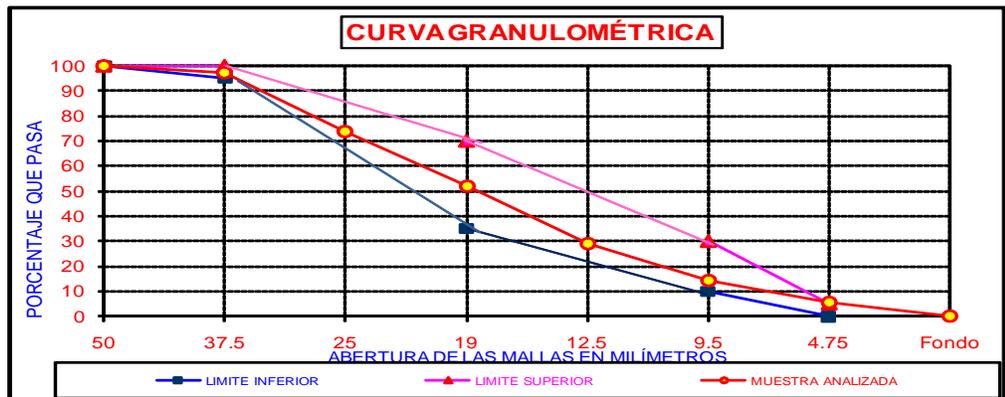
ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN
--

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA
--

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75	0.00					
63	0.00					
50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
37.5	584.99	2.89	2.89	97.11	95	100
25	4772.79	23.54	26.42	73.58		
19	4361.65	21.51	47.94	52.06	35	70
12.5	4638.23	22.88	70.81	29.19		
9.5	3025.58	14.92	85.74	14.26	10	30
4.75	1783.90	8.80	94.53	5.47	0	5
Fondo	1108.30	5.47	100.00	0.00		
Total	20275.44	100.00				

	Tamaño Máximo (mm) =	37.5
Muestra de Ensayo (gr) : 20275.44	Tamaño Máximo Nominal (mm) =	37.5



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

.....
 Glenda Angamarca
 RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
 UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

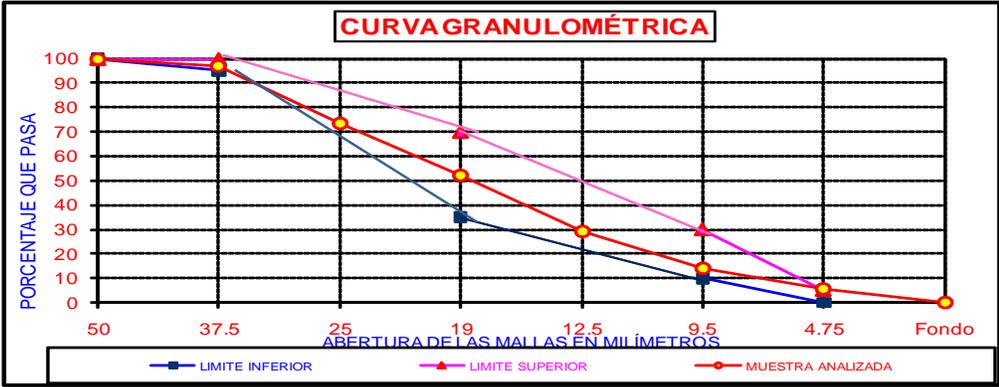
ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75	0.00					
63	0.00					
50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
37.5	236.73	1.17	1.17	98.83	95	100
25	3409.44	16.91	18.09	81.91		
19	4905.14	24.33	42.42	57.58	35	70
12.5	4728.95	23.46	65.88	34.12		
9.5	3708.80	18.40	84.28	15.72	10	30
4.75	1954.66	9.70	93.97	6.03	0	5
Fondo	1215.34	6.03	100.00	0.00		
Total	20159.06	100.00				

	Tamano Máximo (mm) =	37.5
Muestra de Ensayo (gr) : 20159.06	Tamano Máximo Nominal (mm) =	37.5



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

.....
 Glenda Angamarca
 RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

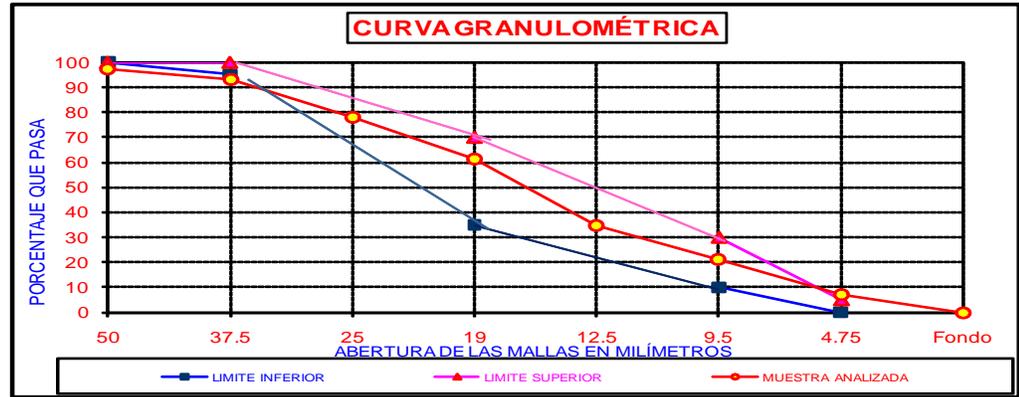
ENSAYO 3 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 136
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamiz mm	RETENIDO			PASA %	REQUISITO % PASA	
	PESO (gr)	%	Acumulado		Lim. Inf.	Lim. Sup.
75	0.00					
63	0.00	0.00	0.00			
50	582.94	2.86	2.86	97.14	100	100
37.5	818.90	4.02	6.87	93.13	95	100
25	3078.05	15.09	21.97	78.03		
19	3403.50	16.69	38.66	61.34	35	70
12.5	5428.70	26.62	65.28	34.72		
9.5	2816.75	13.81	79.09	20.91	10	30
4.75	2865.00	14.05	93.14	6.86	0	5
Fondo	1400.00	6.86	100.00	0.00		
Total	20393.84	100.00				

	Tamano Máximo (mm) =	50.0
Muestra de Ensayo (gr) : 20393.84	Tamano Máximo Nominal (mm) =	50



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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



ANEXO 4



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 29
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO

Temperatura del agua en (°C):	20	Densidad del agua en (gr/cm ³):	0,99823
Peso del recipiente vacío (gr):	8300	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):	32700.00
Masa de la muestra de ensayo (gr): m	24400.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.647

ESTADO COMPACTADO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815.90
Peso del recipiente más muestra (gr):	33640.00
Masa de la muestra de ensayo: m	25340.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.710

Masa unitaria (densidad aparente) suelta:	1.647gr/cm ³
Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1.710gr/cm ³

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 2 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 29
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO

Temperatura del agua en (°C):	20	Densidad del agua en (gr/cm ³):	0,99823
Peso del recipiente vacío (gr):	8300	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):	33220.00
Masa de la muestra de ensayo (gr): m	24920.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.682

ESTADO COMPACTADO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815.90
Peso del recipiente más muestra (gr):	34060.00
Masa de la muestra de ensayo: m	25760.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.739

Masa unitaria (densidad aparente) suelta:	1.682gr/cm ³
Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1.739gr/cm ³

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

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

ENSAYO 3 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 29
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO

Temperatura del agua en (°C):	20	Densidad del agua en (gr/cm ³):	0,99823
Peso del recipiente vacío (gr):	8300	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):	33180.00
Masa de la muestra de ensayo (gr): m	24880.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.679

ESTADO COMPACTADO

No. Prueba	1
Volúmen del recipiente (cm ³): V	14815.90
Peso del recipiente más muestra (gr):	33680.00
Masa de la muestra de ensayo: m	25380.00
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	1.713

Masa unitaria (densidad aparente) suelta:	1.679gr/cm ³
Masa unitaria (densidad aparente) compactada:	1.713gr/cm ³

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



ANEXO 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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:	Arena	Norma:	ASTM C 117
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	490.04
Porcentaje de material fino < 75 micras	1.992

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

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.

.....
Glenda Angamarca
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

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 117
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	488.95
Porcentaje de material fino < 75 micras	2.21

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

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.

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 3 DE LA DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES MÁS FINOS QUE 75 MICRONES EN LOS ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 117
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

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	477.91
Porcentaje de material fino < 75 micras	4.418

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

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.

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



ANEXO 6



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 1 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 128
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr):	500.00
Masa del matraz más agua (gr): B	1376.10
Masa del matraz más agua más muestra (gr): C	1686.85
Masa de la muestra seca en el horno (gr): A	494.52
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2.642
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2.613
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	2.691
Porcentaje de absorción: Pa en %	1.108

D_{sss} = 2.642 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 = 2.691 gr/cm ³	Densidad aparente	$D = A / (B+A-C)$
Pa = 1.108 %	Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (500 - A) / A$

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr):	500.00
Masa del matraz más agua (gr): B	1376.10
Masa del matraz más agua más muestra (gr): C	1686.85
Masa de la muestra seca en el horno (gr): A	494.46
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2.642
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2.613
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	2.692
Porcentaje de absorción: Pa en %	1.120

D_{sss} = 2.642 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 = 2.692 gr/cm ³ Densidad aparente	$D = A / (B+A-C)$
Pa = 1.120 % Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (500 - A) / A$

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 3 DEL ÁRIDO FINO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 128
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr):	500.00
Masa del matraz más agua (gr): B	1376.10
Masa del matraz más agua más muestra (gr): C	1674.80
Masa de la muestra seca en el horno (gr): A	485.05
Densidad real (estado sss): Dsss (gr/cm ³)	2.484
Densidad seca (estado seco): Ds (gr/cm ³)	2.410
Densidad aparente: D (gr/cm ³)	2.603
Porcentaje de absorción: Pa en %	3.082

Dsss = 2.484 gr/cm ³ Densidad real	Dsss = 500 / (B+500-C)
Ds = 2.410 gr/cm ³ Densidad seca	Ds = A / (B+500-C)
D = 2.603 gr/cm ³ Densidad aparente	D = A / (B+A-C)
Pa = 3.082 % Porcentaje de absorción	Pa = 100 * (500 - A) / A

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



ANEXO 7



ENSAYO 1 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 127
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr): B	5000
Masa de la muestra sumergida en agua (gr): C	3111
Masa de la muestra seca al horno (gr): A	4960
Densidad real (estado sss): Dsss (gr/cm ³)	2.65
Densidad seca (estado seco): Ds (gr/cm ³)	2.63
Porcentaje de absorción: Pa en %	0.81

Dsss = 2.65 gr/cm ³ Densidad real	$D_{sss} = B / (B - C)$
Ds = 2.63 gr/cm ³ Densidad seca	$D_s = A / (B - C)$
Pa = 0.81 % Porcentaje de absorción	$P_a = 100 * (B - A) / A$

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA 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:	Grava	Norma:	ASTM C 127
Procedencia:	Malacatos	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr): B	5020
Masa de la muestra sumergida en agua (gr): C	3113
Masa de la muestra seca al horno (gr): A	4960
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2.63
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2.60
Porcentaje de absorción: Pa en %	1.21

D_{sss} = 2.63 gr/cm ³ Densidad real	$D_{sss} = B / (B - C)$
D_s = 2.60 gr/cm ³ Densidad seca	$D_s = A / (B - C)$
Pa = 1.21 % Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (B - A) / A$

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

UNIDAD DE INGENIERÍA CIVIL Y GEOMINERÍA

ENSAYO 3 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA

Tipo de árido:	Grava	Norma:	ASTM C 127
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

DATOS DE ENSAYO:

Masa de la muestra de ensayo (sss) (gr): B	8020
Masa de la muestra sumergida en agua (gr): C	4993
Masa de la muestra seca al horno (gr): A	7960
Densidad real (estado sss): D _{sss} (gr/cm ³)	2.65
Densidad seca (estado seco): D _s (gr/cm ³)	2.63
Porcentaje de absorción: Pa en %	0.75

D_{sss} = 2.65 gr/cm ³ Densidad real	$D_{sss} = B / (B - C)$
D_s = 2.63 gr/cm ³ Densidad seca	$D_s = A / (B - C)$
Pa = 0.75 % Porcentaje de absorción	$Pa = 100 * (B - A) / A$

OBSERVACIONES:

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

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



ANEXO 8

	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:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	1 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamices (mm)		TAMAÑOS INDICADOS (gr)	MUESTRA DE ENSAYO (gr)
PASA	RETENIDO	GRADACIÓN A	
37.5	25	1250 ± 25	1267.1
25	19	1250 ± 25	1249.7
19	12.5	1250 ± 10	1250.4
12.5	9.5	1250 ± 10	1232.9
TOTAL		5000 ± 10	5000.1

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Número de Esferas:	12
Masa original de la muestra de ensayo en gr: A	5000.1
Masa de la muestra después del ensayo después de 500 revoluciones en gr: B	3440
Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones en %: V	31.20

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.
--

.....
Glenda Angamarca
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:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	2 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamices (mm)		TAMAÑOS INDICADOS (gr)	MUESTRA DE ENSAYO (gr)
PASA	RETENIDO	GRADACIÓN A	
37.5	25	1250 ± 25	1246.1
25	19	1250 ± 25	1256
19	12.5	1250 ± 10	1251.4
12.5	9.5	1250 ± 10	1246.9
TOTAL		5000 ± 10	5000.4

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Número de Esferas:	12
Masa original de la muestra de ensayo en gr: A	5000.4
Masa de la muestra después del ensayo después de 500 revoluciones en gr: B	3400
Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones en %: V	32.01

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.

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



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

ENSAYO 3 DEL ÁRIDO GRUESO PARA HORMIGÓN

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

Tipo de árido:	Arena	Norma:	ASTM C 535
Procedencia:	Catamayo	Fecha:	Octubre/2011
Solicitante:	Tesis de Grado de Ing. Civil	Informe:	3 de 3
Realizado:	Glenda Angamarca		

Tamices (mm)		TAMAÑOS INDICADOS (gr)	MUESTRA DE ENSAYO (gr)
PASA	RETENIDO	GRADACIÓN A	
37.5	25	1250 ± 25	1249.6
25	19	1250 ± 25	1252.3
19	12.5	1250 ± 10	1249.7
12.5	9.5	1250 ± 10	1250.7
TOTAL		5000 ± 10	5002.3

REGISTRO DE DATOS Y RESULTADOS

Número de Esferas:	12
Masa original de la muestra de ensayo en gr: A	5002.3
Masa de la muestra después del ensayo después de 500 revoluciones en gr: B	3640
Valor de la Abrasión después de 500 revoluciones en %: V	27.23

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.

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE

ANEXO 9

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	PESO (gr)	ALTURA (cm)				DIAMETRO (cm)			AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	f _c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	W _c (Kg/cm ³)
				1	2	3	PROM.	1	2	PROM.					
Muro	1	6.5	12694	30.10	30.00	30.00	30.03	15.04	14.99	15.02	177.07	36279	204.88	2	2386.94
	2		12650	30.10	30.10	30.05	30.08	15.00	15.02	15.01	176.98	40632	229.58	1	2375.92
Columna	3	19	12298	29.50	29.30	29.50	29.43	15.15	15.01	15.08	178.57	9062	50.75	5	2339.85
	4		12510	29.50	29.80	29.60	29.63	15.14	14.98	15.06	178.12	7238	40.64	5	2370.10
Losa	5	17	12500	29.80	29.50	29.80	29.70	14.95	15.02	14.98	176.33	27166	154.07	3	2386.93
	6		12823	29.50	29.80	29.60	29.63	15.11	15.13	15.12	179.54	34934	194.58	5	2410.20
Columna	7	15	12265	29.70	29.60	29.40	29.57	14.98	15.13	15.05	178.00	37798	212.34	3	2330.44
	8		12565	29.40	29.50	29.60	29.50	15.06	15.18	15.12	179.60	35984	200.36	5	2371.58
Columna	9	14	12188	29.80	30.00	29.90	29.90	14.95	15.04	14.99	176.59	13843	78.39	2	2308.26
	10		11832	29.40	29.80	29.50	29.57	15.07	15.03	15.05	177.85	11448	64.37	2	2250.07
Muro	11	18	11737	29.80	29.70	29.60	29.70	15.07	15.11	15.09	178.91	19867	111.05	5	2208.91
	12		11808	29.70	29.80	29.80	29.77	14.99	15.06	15.03	177.31	18002	101.53	5	2237.21
Columna	13	22	11935	29.6	29.5	29.6	29.57	14.99	15.07	15.03	177.34	17564	99.04	2	2276.18
	14		12261	29.7	29.5	29.5	29.57	15.18	14.24	14.71	169.93	19083	112.30	2	2440.39
Losa	15	23	12435	29.6	29.8	29.6	29.67	14.96	15.07	15.01	177.04	21203	119.76	3	2367.54
	16		12684	29.6	29.6	29.8	29.67	15.23	14.31	14.77	171.37	12436	72.57	3	2494.92
Losa	17	19	12575	30.2	30	30.2	30.13	14.97	14.95	14.96	175.70	31702	180.43	5	2375.17
	18		12200	29.8	29.6	29.7	29.70	15.04	15.04	15.04	177.67	26809	150.89	5	2311.97
Columna	19	17	12022	29.6	29.5	29.4	29.50	15.07	15.06	15.06	178.24	7441	41.75	5	2286.34
	20		12444	29.2	29.5	29.4	29.37	15.19	15.22	15.20	181.56	9439	51.99	5	2333.86
Columna	21	16	12600	30	30	30	30.00	15.03	15.01	15.02	177.13	26106	147.38	3	2371.10
	22		12870	29.8	29.9	29.8	29.83	15.11	15.00	15.06	178.09	20336	114.19	5	2422.31
Losa	23	19	12570	29.6	29.5	29.3	29.47	14.24	15.21	14.72	170.28	48440	284.47	3	2505.19
	24		12295	29.5	29.5	29.6	29.53	15.04	15.19	15.11	179.39	41376	230.65	5	2320.73

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	PESO (gr)	ALTURA (cm)				DIAMETRO (cm)			AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	f _c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	W _c (Kg/cm ³)
				1	2	3	PROM.	1	2	PROM.					
Losa	25	21	12257	29.7	29.7	29.7	29.70	15.04	15.15	15.09	178.91	13925	77.83	2	2306.77
	26		12320	29.9	29.9	30	29.93	14.99	15.04	15.02	177.16	12946	73.07	3	2323.18
Columna	27	18	11750	29.8	29.7	29.8	29.77	15.06	15.00	15.03	177.49	32650	183.95	5	2223.96
	28		12199	29.4	29.7	29.4	29.50	15.32	15.29	15.30	183.94	35413	192.53	3	2248.18
Columna	29	21	12015	29.5	29.5	29.5	29.50	15.11	14.91	15.01	176.92	6850	38.72	5	2302.06
	30		12050	29.4	29.5	29.6	29.50	14.99	15.00	14.99	176.50	6575	37.25	3	2314.24
Losa	31	21	12630	29.9	29.8	29.8	29.83	15.06	14.93	14.99	176.59	18236	103.26	5	2397.32
	32		12290	29.5	29.7	29.4	29.53	15.07	15.37	15.22	181.99	14924	82.00	5	2286.62
Losa	33	22	12543	29.8	29.9	30	29.90	14.99	14.95	14.97	175.97	24343	138.34	4	2383.97
	34		12060	29.4	29.2	29.3	29.30	15.00	15.02	15.01	176.95	32589	184.17	2	2326.06
Columna	35	19	12493	29.4	29.8	29.5	29.57	14.99	15.01	15.00	176.71	19511	110.41	4	2391.08
	36		12810	29.6	29.6	29.9	29.70	15.30	15.22	15.26	182.93	19032	104.04	2	2357.78
Columna	37	21	12075.5	29.7	29.7	29.9	29.77	15.10	15.01	15.05	178.00	16106	90.48	5	2279.02
	38		11822	29.2	29.3	29.4	29.30	15.09	14.87	14.98	176.21	13028	73.94	3	2289.83
Losa	39	19	12121	29.5	29.7	29.5	29.57	15.02	15.03	15.03	177.34	23425	132.09	3	2311.65
	40		12630	29.7	29.6	29.6	29.63	15.13	15.29	15.21	181.60	31621	174.12	3	2346.96
Columna	41	5	12250	29.6	29.6	29.6	29.60	15.10	14.97	15.04	177.58	32436	182.65	4	2330.47
	42		12365	29.8	30.1	29.9	29.93	15.04	15.06	15.05	177.91	31142	175.04	3	2321.84
Columna	43	21	12120	29.2	29.1	29.1	29.13	15.24	15.22	15.23	182.23	17166	94.20	3	2282.90
	44		12006	29.4	29.4	29.4	29.40	15.01	15.00	15.01	176.89	24975	141.19	2	2308.55
Losa	45	23	12059	29.3	29.2	29.3	29.27	15.24	15.34	15.29	183.63	31101	169.37	5	2243.82
	46		11901	29.80	29.90	30.00	29.90	15.03	15.04	15.04	177.61	31886	179.53	4	2240.98
Losa	47	21	12132	29.4	29.4	29.3	29.37	15.00	15.03	15.02	177.07	22049	124.52	5	2333.06
	48		12090	29.4	29.4	29.3	29.37	15.01	15.03	15.02	177.22	21498	121.30	3	2323.01

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE



“ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE HORMIGONES Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR NORTE DE LA CIUDAD DE LOJA”

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	PESO (gr)	ALTURA (cm)				DIAMETRO (cm)			AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	f _c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	W _c (Kg/cm ³)
				1	2	3	PROM.	1	2	PROM.					
Losa	49	20.5	12498	29.9	29.6	29.7	29.73	15.08	14.97	15.03	177.31	38919	219.49	4	2370.59
	50		12376	29.7	29.6	29.5	29.60	14.99	15.02	15.00	176.80	36453	206.18	4	2364.82
Losa	51	20	12499	29.5	29.5	29.6	29.53	15.15	14.26	14.71	169.87	29939	176.25	3	2491.43
	52		12019	29.7	29.7	29.8	29.73	15.24	15.04	15.14	179.96	23792	132.21	2	2246.20
Cadenas	53	17	11850	29.6	29.5	29.7	29.60	15.11	14.93	15.02	177.25	10143	57.22	5	2258.57
	54		11965	29.5	29.5	29.4	29.47	15.23	15.24	15.23	182.23	12416	68.13	3	2228.21
Cadenas	55	17	12435	29.7	29.8	29.8	29.77	15.02	15.00	15.01	177.01	13751	77.68	3	2359.99
	56		12684	29.7	29.8	29.8	29.77	15.02	15.00	15.01	177.01	10051	56.78	3	2407.24
Columna	57	7	12640	29.5	29.6	29.5	29.53	15.19	15.30	15.25	182.57	39623	217.03	3	2344.30
	58		12420	29.8	29.8	29.7	29.77	14.97	15.11	15.04	177.64	35352	199.01	2	2348.79
Losa	59	21	12420	29.5	29.5	29.5	29.50	15.03	15.04	15.03	177.52	13609	76.66	1	2371.62
	60		12540	29.8	29.8	29.8	29.80	15.00	15.03	15.02	177.16	11213	63.29	4	2375.24
Cadenas	61	18	12300	29.9	29.8	29.7	29.80	15.02	15.00	15.01	176.95	11937	67.46	5	2332.55
	62		12280	29.5	29.5	29.3	29.43	15.12	15.02	15.07	178.30	10469	58.71	5	2339.91
Columna	63	20	12240	29.7	29.9	29.7	29.77	15.04	14.99	15.01	177.04	11702	66.10	3	2322.59
	64		12140	29.5	29.4	29.5	29.47	15.05	15.13	15.09	178.78	10652	59.58	5	2304.40
Columna	65	21	11300	29.4	28.9	29	29.10	15.13	15.01	15.07	178.39	14475	81.14	2	2176.74
	66		11620	29.3	29.1	29.2	29.20	15.22	15.27	15.24	182.48	10561	57.88	2	2180.81
Losa	67	20	12240	29.6	29.5	29.4	29.50	15.17	15.02	15.10	179.00	18124	101.25	3	2318.02
	68		12500	30	30	29.9	29.97	15.04	15.07	15.06	178.03	14220	79.87	5	2342.99
Losa	69	20	12320	29.6	29.7	29.8	29.70	14.95	15.14	15.04	177.70	28073	157.98	2	2334.32
	70		12720	29.6	29.7	29.6	29.63	15.32	15.18	15.25	182.57	23721	129.93	2	2351.17
Losa	71	9	12460	29.6	29.6	29.5	29.57	15.22	15.20	15.21	181.72	20296	111.69	5	2319.11
	72		12180	29.8	29.7	29.5	29.67	15.14	15.11	15.12	179.60	25066	139.57	3	2286.00

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE

TIPO DE ELEMENTO	CILINDRO Nro.	ASENTAMIENTO (cm)	PESO (gr)	ALTURA (cm)				DIAMETRO (cm)			AREA (cm ²)	CARGA (Kg)	f _c Kg/cm ²	TIPO DE FALLA	W _c (Kg/cm ³)
				1	2	3	PROM.	1	2	PROM.					
Losa	73	23	12360	29.4	29.4	29.5	29.43	15.04	15.02	15.03	177.43	19664	110.83	3	2366.71
	74		12400	29.9	29.9	29.7	29.83	15.11	14.99	15.05	177.88	12365	69.51	2	2336.61
Columna	75	20	12110	29.4	29.5	29.5	29.47	15.15	15.02	15.08	178.66	7156	40.05	2	2300.25
	76		12344	29.3	29.4	29.4	29.37	15.24	15.24	15.24	182.41	7513	41.19	4	2304.31
Losa	77	19	12542	29.3	29.4	29.4	29.37	15.19	15.24	15.22	181.87	16310	89.68	5	2348.31
	78		12354	29.7	29.5	29.9	29.70	15.03	15.04	15.04	177.58	15311	86.22	5	2342.34
Losa	79	18	12597	29.4	29.2	29.5	29.37	15.07	15.13	15.10	179.09	34669	193.59	5	2395.25
	80		12780	29.5	29.7	29.8	29.67	15.12	15.12	15.12	179.60	38369	213.64	2	2398.61
Muro	81	19	12430	29.7	29.7	29.5	29.63	15.04	15.05	15.05	177.79	13853	77.92	3	2359.26
	82		12700	29.3	29.4	29.5	29.40	15.27	15.21	15.24	182.48	15148	83.01	2	2367.29
Columna	83	19	12080	29.6	29.5	29.5	29.53	15.19	15.18	15.18	181.05	10112	55.85	5	2259.22
	84		11840	29.4	29.3	29.5	29.40	15.11	15.01	15.06	178.09	7574	42.53	3	2261.30
Columna	85	18.5	12160	29.4	29.6	29.7	29.57	15.10	15.00	15.05	177.88	15291	85.96	3	2312.05
	86		12340	29.5	29.9	29.8	29.73	15.04	15.03	15.03	177.52	12467	70.23	3	2337.85
Cadenas	87	20	12360	29.5	29.4	29.3	29.40	15.25	17.72	16.48	213.43	18338	85.92	5	1969.81
	88		12060	29.5	29.5	29.4	29.47	15.19	14.99	15.09	178.78	12416	69.45	2	2289.21
Cadenas	89	16	12400	29.6	29.5	29.3	29.47	15.14	15.00	15.07	178.33	15902	89.17	5	2359.71
	90		12740	29.6	29.8	29.7	29.70	15.18	15.30	15.24	182.38	17880	98.03	5	2351.94
Cadenas	91	17	12400	29.9	29.8	29.8	29.83	15.13	15.00	15.06	178.24	5535	31.05	3	2331.88
	92		12400	29.9	29.9	30	29.93	15.09	15.04	15.06	178.24	6198	34.77	2	2324.09
Columna	93	16	12340	29.7	29.7	29.8	29.73	15.17	15.19	15.18	180.99	8981	49.62	3	2293.09
	94		11920	29.4	29.5	29.4	29.43	14.99	15.07	15.03	177.40	11957	67.40	3	2282.84
Losa	95	19	12540	29.7	29.8	29.8	29.77	15.04	15.01	15.03	177.31	19246	108.54	5	2375.89
	96		12520	29.7	29.8	29.7	29.73	15.00	15.13	15.06	178.24	16239	91.11	5	2362.37
Cadenas	97	16	12100	29.5	29.6	29.5	29.53	14.99	15.02	15.00	176.74	8135	46.03	4	2318.08
	98		12620	29.9	29.7	29.6	29.73	15.13	15.29	15.21	181.66	8033	44.22	2	2336.51
Losa	99	23	12320	29.5	29.5	29.6	29.53	15.04	15.11	15.08	178.57	22181	124.21	4	2336.04
	100		12460	29.8	29.8	29.8	29.80	15.04	15.00	15.02	177.10	19633	110.86	2	2360.89

.....
Glenda Angamarca
RESPONSABLE