

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**"CORROSION DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA
RESISTENCIA POR ACCION DEL CLORURO DE SODIO
CON CEMENTO PORTLAND TIPO I"**

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

ANGEL RAFAEL AVENDAÑO ARONI

LIMA-PERU

2000

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

A mi hermano Giovanni, gestor de este inicio, a Vicenta Aroni Huamani, mi madre, por su apoyo constante, cariño y comprensión.

**Al Ing. Carlos Barzola Gastelú
por su asesoría y apoyo en la
realización de la presente tesis.**

A la empresa concretera
UNICON S.A. por las facilidades
que me brindaron en la
realización de la presente tesis.

INDICE

SUMARIO

INTRODUCCIÓN

CAP. 1 ASPECTOS GENERALES DE LA DURABILIDAD Y CORROSION DEL CONCRETO

1.1	Concretos de mediana a baja resistencia:	
	Relación con la durabilidad	7
1.1.1	Definición de durabilidad	7
1.1.2	Concretos de mediana a baja resistencia	7
1.2	Durabilidad del concreto	9
1.2.1	Introducción	9
1.2.2	¿Qué atenta contra la durabilidad?.....	9
1.2.3	Corrosión del concreto	10
1.2.3.1	Significado de Corrosión	10
1.2.3.2	Aplicación del termino de corrosión al concreto	10
1.2.4	Mecanismos de ataque al concreto	13
1.2.4.1	Mecanismo del ataque químico o de la corrosión del concreto	13
1.2.4.2	Sustancias agresivas al concreto en el suelo y en el agua	14
1.2.4.3	Ataque químico – Tipos de corrosión	16
1.3	Diseño por Durabilidad	17
1.3.1	Condiciones del medio	17
1.3.2	Mecanismos de Ataque	18
1.3.3	Medidas de prevención	18
1.3.3.1	Medidas relativas al diseño y detallado	19
1.3.3.2	Medidas relativas a la calidad del concreto	22
1.3.3.3	Medidas relativas a la obra	24

CAP. 2 MECANISMO DE ACCION Y DEGRADACIÓN DEL CONCRETO POR ACCION DEL CLORURO DE SODIO

2.1	Introducción	33
2.2	Propiedades del agua de mar	33
2.2.1	Salinidad	34
2.3	Mecanismo de Ataque	36

CAP. 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

3.1	Introducción	40
3.2	Cloruro de sodio	41
3.2.1	Introducción	41
3.2.2	La Geología de los depósitos de sal	41
3.2.3	Reacciones químicas del Cloruro de Sodio	42
3.2.4	Ventajas e inconvenientes	43
3.2.5	Forma de obtención	43
3.2.6	Propiedades	43
3.3	Cementos	44
3.3.1	Generalidades	44
3.3.2	Definiciones	44
3.3.3	Clasificación de los cementos	45
3.3.3.1	Cementos Portland	45
3.3.3.2	Cementos Portland Adicionados	47
3.3.4	Características físicas del cemento	47
3.3.5	Características Químicas del cemento	49
3.4	Agregado Fino	57
3.4.1	Generalidades	57
3.4.2	Características físicas del Agregado Fino	57
3.4.2.1	Peso Especifico	57
3.4.2.2	Absorción	58
3.4.2.3	Peso Unitario suelto y Compactado	59
3.4.2.4	Granulometría	62

3.4.2.5	Contenido de Humedad	65
3.4.2.6	Cantidad que pasa la malla N° 200	66
3.5	Agregado Grueso	67
3.5.1	Generalidades	67
3.5.2	Características físicas del Agregado Grueso	67
3.5.2.1	Peso Especifico	67
3.5.2.2	Absorción	69
3.5.2.3	Peso Unitario suelto y Compactado	70
3.5.2.4	Granulometria	72
3.5.2.5	Contenido de Humedad	76
3.6	Agua	77
3.6.1	Generalidades	77
3.6.2	Principales requisitos a cumplir	78
3.6.3	Agua a utilizar	79
3.7	Agregado Global	80

CAP. 4 DISEÑO DE MEZCLAS

4.1	Introducción	89
4.2	Diseño de Mezcla	89
4.2.1	Datos necesarios para el diseño de mezcla	89
4.2.2	Procedimiento	89
4.2.2.1	Ejemplo de diseño para la relación a/c 0.65	89

CAP. 5 PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

5.1	Generalidades	99
5.2	Ensayos del concreto al estado fresco	99
5.2.1	Consistencia	99
5.2.2	Exudación	100
5.2.3	Peso Unitario	102
5.2.4	Tiempo de Fraguado	104

5.2.5	Fluidez	106
5.2.6	Contenido de Aire	108
5.3	Resultados de los ensayos del concreto al estado fresco	109

CAP. 6 PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

6.1	Generalidades	116
6.2	Ensayos del concreto al estado endurecido	116
6.2.1	Resistencia a la Compresión	116
6.2.2	Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral	118
6.2.3	Modulo de Elasticidad Estático	119
6.3	Resultados de los ensayos del concreto al estado endurecido	124

CAP. 7 ENSAYOS DE CORROSIÓN ACELERADA EN EL CONCRETO ENDURECIDO

7.1	Generalidades	131
7.1.1	Investigación de la corrosión en el concreto	131
7.2	Ensayos a corto plazo o de corrosión acelerada	132
7.3	Ensayos de corrosión acelerada por acción del Cloruro de Sodio	134
7.3.1	Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso	134
7.3.2	Ensayo de Resistencia a la Compresión	134

CAP. 8 PROCESOS DE ENSAYOS ACELERADOS

8.1	Proceso del Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de Peso	137
8.1.1	Objetivo ..	137
8.1.2	Materiales y equipo de laboratorio	137

8.1.2.1	Materiales	137
8.1.2.2	Equipos de laboratorio	137
8.1.2.3	Horno seco	139
8.1.3	Dosificaciones	141
8.1.4	Solución de inmersión	141
8.1.5	Preparación de las probetas de concreto de 4x8"	141
8.1.5.1	Procedimiento de preparación de las probetas de concreto 4x8"	141
8.1.5.2	Llenado de los moldes (probetas metálicas de 4x8")	142
8.1.5.3	Desmoldeo	142
8.1.5.4	Curado	143
8.1.6	Ensayo de corrosión	143
8.1.6.1	Fases de un ciclo de ensayo	143
8.2	Proceso del Ensayo de Resistencia a la Compresión	145
8.2.1	Objetivo	145
8.2.2	Equipos y Materiales	145
8.2.2.1	Materiales	145
8.2.2.2	Equipos de laboratorio	145
8.2.2.3	Consideraciones a tener en cuenta en el empleo del equipo hidráulico en la realización del ensayo de rotura	146
8.2.3	Dosificaciones	147
8.2.4	Solución de inmersión	147
8.2.5	Preparación de las probetas de concreto de 4x8"	147
8.2.5.1	Procedimiento de preparación de las probetas de concreto 4x8"	148
8.2.5.2	Llenado de los moldes (probetas metálicas de 4x8")	149
8.2.5.3	Desmoldeo	149
8.2.5.4	Curado	149
8.2.6	Ensayo de corrosión	149
8.2.6.1	Fases de un ciclo de ensayo	150

CAP. 9 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CORROSION ACELERADA

9.1	Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de Peso	152
9.2	Ensayo de Resistencia a la Compresión	277

CAP. 10 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

10.1	Generalidades	294
10.2	Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de Peso	297
A)	Cuadro de Resultados - Relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70	298
A.1	Rango de frecuencia del máximo valor del peso	298
A.2	Rango de frecuencia del mínimo valor del peso	299
A.3	Máximos y Mínimos valores del peso	300
B)	Gráficos correspondientes a Relación a/c 0.60	300
B.1	Gráficos del peso en cada ciclo de ensayo	300
B.2	Gráfico de Variación de peso por ciclos de ensayo	301
B.3	Variación del peso acumulado por ciclos de ensayo	304
B.4	Pérdida de peso acumulado (%) por ciclos de ensayo	306
C)	Gráficos correspondientes a Relación a/c 0.65	309
C.1	Gráficos del peso en cada ciclo de ensayo	309
C.2	Gráfico de Variación de peso por ciclos de ensayo	310
C.3	Variación del peso acumulado por ciclos de ensayo	314
C.4	Pérdida de peso acumulado (%) por ciclos de ensayo	314
D)	Gráficos correspondientes a Relación a/c 0.70	318
D.1	Gráficos del peso en cada ciclo de ensayo	318
D.2	Gráfico de Variación de peso por ciclos de ensayo	320
D.3	Variación del peso acumulado por ciclos de ensayo	322
D.4	Pérdida de peso acumulado (%) por ciclos de ensayo	322
E)	Manifestaciones físicas sobre la superficie de las probetas durante el proceso del ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso	325
E.1	Relación a/c 0.60	326

E.2	Relación a/c 0.65	329
E.3	Relación a/c 0.70	332
F)	Resumen del análisis de resultados del ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso	334
10.3	Resistencia a la Compresión	341

CAP. 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1	Generalidades	348
11.2	Conclusiones	350
11.3	Recomendaciones	355

ANEXOS

ANEXO A – Diseño de Mezcla, Ensayos del concreto al al estado Fresco y Endurecido	358
ANEXO B – Referente a detalles de cálculo del Capítulo 09	381
ANEXO C – Referente al desarrollo del Mecanismo de Corrosión en el concreto por acción del Cloruro de Sodio	415
ANEXO D – Tomas Fotográficas	426
ANEXO E – Atlas de fisuras	460
ANEXO F – Formatos para la detección de la corrosión en el concreto	473
ANEXO G – Cartas Oceanográficas (T, S y O ₂)	479
ANEXO H – Durabilidad del concreto en el agua de mar	495

BIBLIOGRAFIA	506
---------------------------	------------

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1.1	Factores que influyen en la capacidad del concreto para resistir el deterioro	08
CUADRO N° 1.2	Mecanismos de deterioro	27
CUADRO N° 1.3	Concreto expuesto a soluciones de sulfatos	28
CUADRO N° 1.4	Condiciones especiales de exposición	29
CUADRO N° 1.5	Contenido máximo de Ion Cloruro	30
CUADRO N° 1.6	Fisuración que afecta la durabilidad	31
CUADRO N° 3.1	Componentes de los cementos adicionados en (%)	47
CUADRO N° 3.2	Compuestos principales del cemento Portland	50
CUADRO N° 3.3	Compuestos secundarios del cemento Portland	51
CUADRO N° 3.4	Características físicas del cemento Portland Tipo I - Sol	55
CUADRO N° 3.5	Características químicas del cemento Portland Tipo I - Sol	56
CUADRO N° 3.6	Peso específico y % de absorción de la arena	59
CUADRO N° 3.7	Peso Unitario Suelto y Compactado de la Arena	61
CUADRO N° 3.8	Requisitos granulométricos del Agregado Fino	63
CUADRO N° 3.9	Granulometría del Agregado Fino	65
CUADRO N° 3.10	Contenido de Humedad de la Arena	66
CUADRO N° 3.11	Material que pasa la malla N° 200	66
CUADRO N° 3.12	Peso Especifico y % de Absorción de la piedra	69
CUADRO N° 3.13	Peso Unitario Suelto y Compactado de la Piedra	71
CUADRO N° 3.14	Toma de muestra – norma ITINTEC 400.012	72
CUADRO N° 3.15	Requisitos granulométricos del Agregado Grueso	73
CUADRO N° 3.16	Granulometría del Agregado Grueso	76
CUADRO N° 3.17	Contenido de Humedad de la Piedra	77
CUADRO N° 3.18	Principales requisitos a cumplir – Agua de Mezcla	78
CUADRO N° 3.19	Propiedades físicas de los agregados (Cuadro Resumen)	80
CUADRO N° 3.20	Requisitos granulométricos del Agregado Global	81
CUADRO N° 3.21	Ensayo de Peso Unitario Compactado	83
CUADRO N° 3.22	Ensayo de Resistencia a la compresión a los 7 días	85
CUADRO N° 3.23	Granulometría del Agregado Global	86

CUADRO N° 4.1	Datos necesarios para el diseño de mezclas	90
CUADRO N° 4.2	Diseño de mezcla de prueba a fin de obtener el agua optima Relación a/c 0.65	94
CUADRO N° 4.3	Diseño final de mezcla patrón Relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70	96
CUADRO N° 4.4	Cantidades aproximadas del agua de mezclado para diferentes Slumps	97
CUADRO N° 4.5	Relación agua-cemento vs f'c	97

INDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 3.1	Análisis granulometrico del Agregado Fino	64
GRAFICO N° 3.2	Análisis granulometrico del Agregado Grueso	74
GRAFICO N° 3.3	PUCmax del Agregado Global	83
GRAFICO N° 3.4	f'c max para hallar la optima relación % de Arena y Piedra	85
GRAFICO N° 3.5	Análisis granulometrico del Agregado Global	87
GRAFICO N° 4.1	Determinación de la cantidad de agua optima para el diseño final de mezcla a/c 0.65	95

SUMARIO

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio, cuya concentración será de 100gr/l, con cemento Portland Tipo I – Sol.

Para tal efecto se elaboro probetas 4x8" de concreto con relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70. Dichas probetas serán sometidas a ensayos de corrosión acelerada, llámese ensayo de Resistencia a la Compresión y ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso; el procedimiento del ultimo ensayo fue establecido por el Ing. José Luis Díaz Lazo en la tesis "Corrosión del cemento por ataque de Sulfatos".

En el ensayo de resistencia a la Compresión se determinará la resistencia del concreto patrón (28 días de curado) para la relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70 esto con el fin de realizar las respectivas comparaciones con las resistencias del concreto sumergido en solución de Cloruro de Sodio 100gr/l y determinar el grado de corrosión.

El desarrollo del presente estudio se ha dividido en once capítulos.

CAPITULO 01

En el presente capítulo se hace un estudio de la durabilidad del concreto, los factores y mecanismos de ataque a que esta expuesto y que disminuyen su vida útil; así como de las diferentes medidas ha tomarse para contrarrestar dicho ataque.

CAPITULO 02

En este se aborda el tema del mecanismo de acción del Cloruro de Sodio en el concreto. Enfocado principalmente a los efectos que se producen en las estructuras de concreto cercanos al litoral marino (edificaciones) o en contacto con el agua de mar (muelles, pilotes)

CAPITULO 03

Estudio de las propiedades de los materiales a emplear en la elaboración del concreto, la importancia y la incidencia que tienen los mismos en la realización del diseño de mezcla. Así mismo breve descripción de las propiedades del agente corrosivo, cloruro de Sodio, a emplearse en los ensayos de corrosión acelerada.

CAPITULO 04

Realización de diseño de mezcla de prueba para determinar la cantidad de agua optima, utilizando el porcentaje optimo de combinación de agregado fino y grueso; para posteriormente realizar el diseño de mezcla final.

CAPITULO 05

Se describe las propiedades del concreto al estado fresco, la importancia que representa cada uno de ellos en el uso que se dará en obra; así mismo la incidencia que tienen en la durabilidad del concreto.

CAPITULO 06

Se describe las propiedades del concreto al estado endurecido; dichas propiedades serán determinadas mediante el ensayo de resistencia a la Compresión, ensayo de resistencia a la tracción por Compresión Diametral y ensayo de Módulo de Elasticidad Estático.

El ensayo por resistencia a la Compresión será la resistencia del concreto patrón (28 días de curado) para la comparación con las resistencias que se obtienen del concreto sumergido en solución de Cloruro de Sodio 100gr/l.

CAPITULO 07

Breve reseña de la investigación de la corrosión en el concreto; y explicación teórica de los ensayos acelerados de corrosión en concreto endurecido.

CAPITULO 08

Referido a los procesos de ensayos de corrosión acelerada empleados en la presente tesis de investigación, llámese ensayo de Humedecido, Secado y pérdida de peso, y ensayo de resistencia a la Compresión. En este capítulo se detalla los

pasos a seguir y las especificaciones, requerimientos, recomendaciones a tener presente en el desarrollo de las mismas.

CAPITULO 09

Recopilación de los resultados obtenidos en laboratorio referidos a los ensayos de corrosión acelerada y ensayos del concreto al estado endurecido tanto para el patrón como el sumergido en solución de Cloruro de Sodio 100gr/l.

CAPITULO 10

Análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio para los ensayos del concreto endurecido tanto para el patrón como el sumergido en solución de Cloruro de Sodio 100gr/l.

CAPITULO 11

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones a que se llegan al haber finalizado los diferentes ensayos a que fue sometido el concreto endurecido y después de realizado la recopilación de resultados y el respectivo análisis de los mismos.

ANEXOS

En el cual se muestra los datos y detalles de cálculo requeridos para la elaboración de gráficos y cuadros. Asimismo se muestran tomas fotográficas referentes al desarrollo de la presente tesis de investigación.

INTRODUCCION

Las estructuras de concreto están expuestas durante su vida útil al ataque químico y físico de diferentes agentes. La durabilidad del concreto variará entonces conforme tales factores sean más o menos agresivos, y también de acuerdo con las propiedades de sus componentes, el proporcionamiento de la mezcla y las condiciones de tamizado y curado que se hayan aplicado en su construcción. La resistencia a la compresión ha sido utilizada por lo regular como un indicador de la durabilidad del concreto; sin embargo, cada día se hace más evidente que por si misma no determina la durabilidad del concreto. La impermeabilidad y la resistencia química rigen también la vida útil de una estructura.

El concreto es químicamente inalterable al ataque de agentes químicos que se hallan en estado sólido. Para que exista agresión, el agente químico debe estar en solución en una cierta concentración y tener la posibilidad de ingresar en la estructura de la pasta durante un cierto tiempo, es decir debe haber un cierto flujo de la solución concentrada hacia el interior del concreto y este flujo debe mantenerse un tiempo suficiente para que se produzca la reacción química que inicie el proceso de corrosión.

Las estructuras de concreto en contacto con el suelo y agua que contienen sales, y las estructuras marinas y edificaciones en contacto o cercanas al agua de mar están propensas a deteriorarse rápidamente por la acción de los diferentes agentes agresivos disminuyendo por consiguiente el periodo de vida útil previsto.

Ante esta situación y por ser la costa peruana la región más desarrollada de nuestro país y donde se prevee la inversión de capitales en infraestructura marina, obras de arte para la infraestructura de transporte terrestre, centros urbanos, etc.; se debe proteger las inversiones realizadas, las existentes y las futuras contra su destrucción por la acción de los agentes ambientales agresivos propios del litoral marino.

El desconocimiento de la mecánica de corrosión, en la época en que las obras fueron ejecutadas, y a falta de mantenimiento han sido los factores principales que han llevado a nuestras obras a un estado de deterioro.

En otros países, se han desarrollado estudios de la influencia del Cloruro de Sodio en la durabilidad del concreto; específicamente la acción del agua de mar sobre estructuras de concreto cercanas a ellas o sobre estructuras colocadas ante ellas para el respectivo estudio. Se han realizado diferentes certámenes técnicos, con el único propósito de exponer y discutir experiencias sobre el tema. En efecto la mayor parte de las contribuciones que registran los congresos se refieren a condiciones propias de los países del hemisferio norte y en especial a problemas de climas fríos.

En nuestro país existen estudios (Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil) referentes a la corrosión de la pasta de cemento por acción del ácido sulfúrico y sulfatos (sulfato de Magnesio, Sodio y Calcio) más no existen estudios de corrosión aplicados al concreto.

Es objetivo de la presente tesis de investigación por medio de los ensayos de corrosión acelerada – ensayo de Humedecido y Secado, y ensayo de resistencia a la Compresión – estudiar el mecanismo de corrosión del concreto y cuantificar el deterioro producido por la acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l. Para tal efecto se elaborara el concreto con los materiales propios del país (agregado fino y grueso, y cemento Portland Tipo I Sol); y los que generalmente son empleados por nuestra industria concretera.

La tesis de investigación dará a conocer el mecanismo de corrosión del concreto por el Cloruro de Sodio en solución 100gr/l, difundirá la problemática de durabilidad de las obras marinas y sentará la base de estudio para posteriores investigaciones; todo ello con la finalidad de que el sector constructivo del país diseñe y construya las obras marítimas con las especificaciones y normas establecidas para mitigar el efecto corrosivo y prolongar la vida útil de las mismas.

CAPITULO 01

ASPECTOS GENERALES DE DURABILIDAD Y CORROSIÓN

ASPECTOS GENERALES DE DURABILIDAD Y CORROSION

1.1 CONCRETOS DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA - RELACION CON LA DURABILIDAD

1.1.1 DEFINICION DE DURABILIDAD

La durabilidad del concreto según el ACI¹ es:

“Capacidad para resistir las acciones del medio, el ataque químico, la abrasión o cualquier otro proceso que pueda causar deterioro. El concreto es durable cuando retiene las condiciones originales de forma, calidad y aptitud de servicio, luego de su exposición al medio ambiente”. También se ha dicho que “durabilidad significa conservar los niveles requeridos de servicio, es decir, mantener la calidad en el tiempo de vida útil”.

En la construcción actual, debido a la rápida obsolescencia² técnica de las estructuras, el lapso de su permanencia se reduce y, por lo tanto, el ámbito temporal de la durabilidad.

Así la durabilidad abusivamente puede confundirse con el tiempo de servicio correspondiente a la responsabilidad legal del tiempo de servicio correspondiente quinquenal o decenal, que en algunos países requiere un seguro obligatorio.

1.1.2 CONCRETOS DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA

La durabilidad del concreto no es concepto absoluto que dependa solo del diseño de mezcla, sino que esta en función del ambiente de exposición, presencia de agentes agresivos, y las condiciones de trabajo a las cuales lo sometamos.

¹ Guide to Durable concrete. ACI Committee 201

² Obsolescencia f. Condición de lo que es viejo y anticuado y se encuentra en desuso.

En este sentido, no existe un concreto "durable" por si mismo, ya que las características físicas, químicas y mecánicas que pudieran ser adecuadas para ciertas circunstancias no necesariamente lo habilitan para seguir siendo "durable" bajo condiciones diferentes.

Factores que influyen en la capacidad del concreto para resistir al deterioro, algunas de las cuales son:

CUADRO N° 1.1

FACTORES	
Aumentan el deterioro:	Disminuyen el deterioro:
Temperaturas más altas	Menor relación agua-cemento
Velocidades de fluidos incrementadas	Tipo adecuado de cemento (en algunos casos)
Mala compactación del concreto	Baja absorción
Curado defectuoso	Baja permeabilidad
Humedecimiento y secado cíclico	
Corrosión del acero de refuerzo	

Fuente: Committee ACI 201

Cada estructura de concreto tiene diferentes condiciones de entorno y de exposición de durabilidad. Por lo tanto, el proyectista debe especificar y seleccionar los materiales y las propiedades del concreto al estado fresco (asentamiento, contenido de aire, tiempo de fraguado) y endurecido (resistencia, permeabilidad, curado), que proporciona comportamiento de largo plazo durante la vida de servicio proyectada.

Los concretos de mediana a baja resistencia, a/c 0.60, 0.65 y 0.70, no escapan a las especificaciones antes mencionadas; con mayor razón se deben aplicar los más severos procedimientos de control en la preparación del concreto y prevenciones contra los agentes agresivos a fin de contrarrestar los efectos producidos por éstos y consiguientemente prolongar la vida útil de la estructura de concreto.

1.2 DURABILIDAD DEL CONCRETO

1.2.1 INTRODUCCION

Las estructuras de concreto están expuestas durante su vida útil al ataque químico y físico de diferentes agentes. La durabilidad del concreto variará entonces conforme tales factores sean más o menos agresivos, y también de acuerdo con las propiedades de sus componentes, el proporcionamiento de la mezcla y las condiciones de colado y curado que se hayan aplicado en su construcción.

En el mundo moderno nadie pretende que las estructuras sean "eternas". La dinámica del crecimiento las renovara o reemplazara probablemente en el lapso de 100 años, lo que si se pretende es que las estructuras sean durables, es decir que mantengan las características de servicio y resistencia, para las que fueron diseñadas, por lo menos por el lapso de su vida útil prevista.

Para lograr este propósito, es indispensable que las estructuras, además de ser diseñadas por resistencia se diseñen por durabilidad.

Una de las ventajas del concreto es la posibilidad de poder obtener propiedades determinadas con la selección apropiada de cemento, agregado y aditivo y sus proporciones.

1.2.2 ¿QUE ATENTA CONTRA LA DURABILIDAD?

La durabilidad de una estructura puede ser comprometida por varios factores reconocidos de degradación del concreto que van desde los superficiales por desgaste, hasta los químicos que afectan la masa misma del concreto y que se pueden agrupar en: (Ver CUADRO N° 1.2).

- a. Agentes físico-mecánico como la abrasión – sea esta por sólidos o líquidos, el impacto, la vibración, y los ciclos de congelamiento y deshielo.

- b. Agresión química, tal es el caso de la corrosión del concreto por ataque de ácidos, de sulfatos, de sales y otros elementos o compuestos presentes en el medio.
- c. Agresión electro-química, que ocurre en estructuras de concreto armado cuando por la presencia de sales, especialmente cloruros, se genera una celda galvánica con flujo de electrones a través del electrolito – concreto contaminado con cloruros o húmedo – , y corrosión del acero, con la consecuente expansión de los óxidos, producto de la corrosión, que finalmente destruyen el concreto por las tracciones internas generadas.
- d. Fisuramiento térmico, que ocurre en la superficie de elementos estructurales masivos, cuando se produce una gradiente térmica muy pronunciada entre la superficie y la masa interior del concreto.

En el CUADRO N° 1.2 se muestra una relación de los mecanismos del deterioro del concreto.

1.2.3 CORROSION DEL CONCRETO

1.2.3.1 SIGNIFICADO DE CORROSIÓN

Corrosión f. Acción de corroer o corroerse.

Corroer v. Tr. Desgaste lento de una cosa.

1.2.3.2 APLICACIÓN DEL TERMINO CORROSION AL CONCRETO

El fenómeno de corrosión es un sinónimo de destrucción o deterioro, éste no solo se da en los metales como esta ampliamente estudiado sino se presenta en los materiales pétreos y plásticos. Se sabe que el concreto es un material durable sin embargo en muchos casos sufre deterioro prematuro esto debido a factores

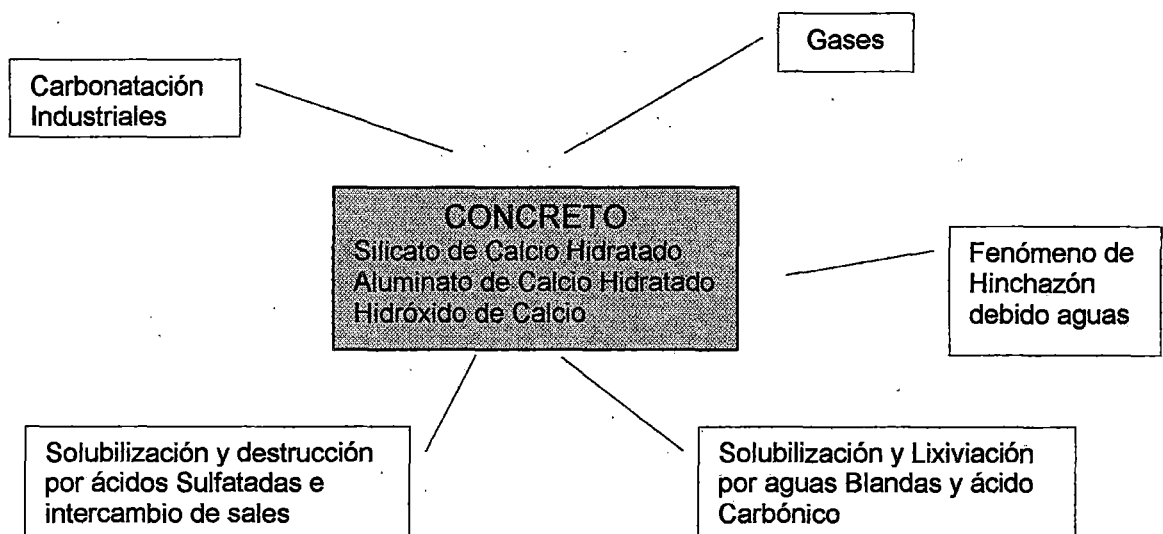
internos o externos. Dependiendo de las características del material que lo forman así como el medio en que se encuentra afecto.

El fenómeno de corrosión no siempre involucra un cambio de peso o un deterioro visible a simple vista; ya que en muchas formas de corrosión se manifiestan por un cambio de las propiedades de los materiales, disminuyendo su resistencia. Se podrá saber o estudiar el fenómeno del deterioro del concreto. Si tenemos conocimiento de los agentes agresivos y de la interrelación de los factores que afectan su durabilidad.

Existen varios factores de degradación del concreto que van desde los superficiales por desgaste, hasta los químicos que afectan a la misma masa del concreto, y otros de combinaciones de acciones físico químicas, acciones físico mecánicas y otros, dependiendo del modo de acción de deterioro.

Los problemas de corrosión guardan una relación directa con el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por un país, es decir; cuanto mayor es el desarrollo tecnológico, tanto mas complejos son los problemas de corrosión cuya solución se busca y muchos son los caos, en el que el avance de la tecnología se ve frenada, por la ausencia de materiales con adecuada resistencia a la corrosión.

En el esquema siguiente se representan algunos efectos que generan destrucción del concreto.



El grado de avance de la corrosión puede apreciarse mediante una inspección ocular, o calcularse por distintos procedimientos, entre los que pueden citarse:

a) *Calificación por el examen ocular de los desperfectos por la probeta.*

Un examen ocular de la probeta puede permitir obtener un juicio del grado de corrosión y de su carácter (lixiviación, degradación superficial, melladuras de esquinas y cantos, expansiones, desmoronamientos).

b) *Investigación de los cambios químicos de la probeta.*

Investigando la variación de composición química en las distintas capas de la probeta, se puede determinar la penetración, de las disoluciones y su correspondiente velocidad.

c) *Midiendo la variación de las resistencias mecánicas.*

La capacidad de resistencia a los agentes agresivos puede también juzgarse por la determinación de las resistencias mecánicas de la probeta. La reducción de dichas resistencias nos indica el progreso de la corrosión.

d) *Midiendo las variaciones de longitud o de volumen.*

e) *Investigación de los fenómenos de la corrosión en prismas de mortero empleando la derivatografía.*

Para el esclarecimiento teórico de los mecanismos de la corrosión de la pasta de cemento endurecida, es necesario averiguar las variaciones de la composición mineralógica. La derivatografía permite una determinación cuantitativa de ciertos minerales del clinker en el mortero y sus cambios relativos debidos a los procesos de corrosión.

En la presente tesis de investigación se evaluara la corrosión del concreto mediante la resistencia mecánica a la Compresión y la inspección ocular a los efectos producidos por el ensayo de Humedecido y Secado.

El concepto de corrosión del concreto es utilizado por:

- **Ingeniero Imre Biczok**
Corrosión y protección del hormigón
Akademaiai Kiado, Budapest 1964

- **Ingeniero Carlos Casabonne**
Cimentaciones de concreto armado en edificaciones/Patología de las cimentaciones Cap. XII
ACI – Capítulo Peruano
I congreso Nacional de Ingeniería Estructural y construcción – 1998

- **Ingeniero Humberto Alejandro Girón Vargas**
Ataque por Cloruros en el concreto
Facultad de Arquitectura – Universidad Nacional Autónoma de México UNAM
Instituto Mexicano del Cemento y del concreto IMCYC

- **Centro Regional de Ayuda Técnica**
Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.) México
Corrosión y cómo evitarla
Primera edición en español 1966

1.2.4 MECANISMOS DE ATAQUE AL CONCRETO

Los problemas de durabilidad más comunes en estructuras que están en contacto con el suelo o con el agua, tales como las cimentaciones, son debidos al deterioro y destrucción de los materiales –concreto y acero– por agresividad del medio. Estos mecanismos de deterioro pueden ser, más comunes, de origen químico o de origen electro-químico.

1.2.4.1 MECANISMO DEL ATAQUE QUÍMICO O DE LA CORROSIÓN DEL CONCRETO

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

La corrosión del concreto puede darse por factores internos y por factores externos.

- Factores Internos

La corrosión por factores internos se da por las reacciones entre los componentes del concreto. Entre ellas tenemos, la reacción alcali-agregado - es decir la reacción de los álcalis del cemento con cierto tipo de agregados -, por reacción de los agregados o por reacción de los cementos. La reacción de los agregados se debe al ácido sulfúrico que se forma por oxidación de los sulfuros de hierro.

- Factores Externos

La corrosión del concreto por factores externos es un fenómeno químico que se produce por la reacción de sustancias agresivas externas con los álcalis del concreto, producto de la hidratación del cemento.

Cuando el hormigón ha conseguido el endurecimiento tras el periodo de curado, queda expuesto a la acción de los agentes externos: iones y sustancias agresivas procedentes de la atmósfera, del terreno, o incluso segregadas por materiales adjuntos, que son capaces de llegar al concreto transportadas por el agua.

1.2.4.2 SUSTANCIAS AGRESIVAS AL CONCRETO EN EL SUELO Y EN EL AGUA

Las sustancias más dañinas a las estructuras de concreto que están enterradas en el suelo y en contacto con aguas subterráneas, y que dan origen a la corrosión del concreto, son los sulfatos y los ácidos. A estos agentes se le suma los cloruros, por su acción destructiva cuando penetran al interior de elementos de concreto armado.

Es importante notar que la actividad nociva de los sulfatos y de los ácidos, solo ocurre en presencia de humedad. Por lo general solo las sustancias químicas que

están en solución son agresivas al concreto y su grado de agresividad dependerá de su concentración en la solución.

En la cercanía a plantas industriales que procesan o producen sustancias químicas, se encuentra con frecuencia suelos altamente contaminados con sustancias que pueden ser destructivas del concreto.

La vulnerabilidad del concreto será mayor cuando las soluciones agresivas se encuentran bajo presión y son forzadas a penetrar en las porosidades y fisuras del concreto.

La durabilidad de los concretos expuestos a la acción directa del agua de mar es significativa, debido a su alto contenido de cloruros (alrededor de 18000ppm) y sulfatos (alrededor de 2000ppm), el agua de mar representa un elemento ofensivo para el concreto y el acero de refuerzo pues propicia y acelera —una vez que se ha iniciado— el fenómeno de la corrosión.

Las estructuras de concreto en medio marino son afectadas por una serie de factores:

- De orden químico, en razón en que el agua de mar contiene iones variados, que afectan el concreto, pero en este caso su efecto no es acumulativo.
- Factores intrínsecos a la naturaleza del concreto, como se da en la zona de mareas, con inmersión alternada en la cual se experimenta deformaciones de contracción-expansión y difusión de sales.
- Factores físicos, como ocurren en zonas cálidas, en las que la temperatura acelera las reacciones químicas.
- Factores mecánicos, en cuanto la energía cinética de las olas y de los eventuales materiales sólidos que ellas transportan, causa la erosión y fisuración del concreto, favoreciendo el posterior ataque químico.

En las zonas de inmersión total, el ataque químico es moderado. Mayor efecto se presenta en las zonas de inmersión alterna o semi-inmersión, cuando se conjugan las acciones físicas y los ataques químicos enumerados anteriormente.

Caso especial es la corrosión por ambiente marino donde el viento crea una atmósfera cargada de sales, naturalmente lleva en si cloruros, que afectan las estructuras situadas a varios kilómetros de distancia de la costa, al potenciarse los fenómenos de la corrosión.

Los cloruros se vuelven así un elemento activo en el proceso de daño y degradación de las estructuras de concreto en franjas marítimas. De acuerdo con la concentración con que se presenten en el agua de mar, quedará definido su grado de agresividad, por lo que habrá que esperar que algunas zonas tengan un mayor potencial dañino que otras.

Es importante notar que en algunos lugares, tales como estuarios, radas de puerto y cuerpos de agua, donde existe obstrucción de las corrientes de la marea, puede ocurrir mayor concentración de sales e incluso de compuestos orgánicos agresivos, en particular cuando hay contaminación por desechos orgánicos, minerales u otros. En el puerto del Callao tenemos ejemplos muy recientes de destrucción de pilotes³ de concreto por severa agresión química y electro-química. La experiencia en estructuras marinas, en aguas no contaminadas, muestra que la exposición atmosférica en las zonas de marea y de salpicadura, es el ambiente más corrosivo.

1.2.4.3 ATAQUE QUIMICO - TIPOS DE CORROSION

Debemos distinguir entre la *corrosión física*, causada principalmente por desgaste mecánico, efectos de heladas, etc., y que, en general, se designa como erosión, y los procesos químicos de corrosión. Nuestra atención se dirige a los tipos de corrosión producidos por causas químicas o fisico-químicas.

Según las reacciones químicas, podemos distinguir tres tipos clásicos de acción, que son:

³ Tema de Tesis TG/3057 Facultad de Ingeniería Civil –1993 "Reconstrucción de una obra portuaria en el Terminal Marítimo del Callao" – Ing. Joffre Zuñiga Solis

- I. *Corrosión por lixiviación*, por la acción extractiva o de lavado que sufren ciertos componentes de la pasta endurecida de cemento; el paso del agua a través del concreto –por filtración o por presión- produce la disolución y extracción de la cal libre con la consecuente pérdida de volumen y de resistencia.
- II. *Corrosión por reacción de cambio iónico* y separación de las combinaciones fácilmente solubles de la pasta de cemento endurecida;
- III. *Corrosión por expansión*, debida, en general, a la formación de nuevos compuestos estables en la masa del cemento endurecido. Llámese cristalización de sales en el interior del concreto.

En la presente tesis de investigación nos ocuparemos solo de la corrosión del concreto producida por los cloruros, por ser el Cloruro de Sodio la sustancia agresiva a emplearse en una concentración de 100gr/lit.

1.3 DISEÑO POR DURABILIDAD

Cuando se diseña o construye una estructura de concreto, es indispensable tomar en cuenta una serie de factores interrelacionados para asegurar su durabilidad, estos son:

- Las condiciones del medio
- Los mecanismos de ataque al concreto
- Las medidas de prevención

1.3.1 CONDICIONES DEL MEDIO

Es muy común que los códigos y normas actuales sólo prescriban las variaciones adecuadas de la relación agua/cemento y del recubrimiento de concreto sobre el acero de refuerzo de acuerdo con una clasificación muy simple de las condiciones de exposición. Sin embargo, en la práctica se encuentran muchas y más

diversificadas condiciones de exposición, y no sólo en relación con el medio ambiente, sino también según el uso pretendido de la estructura.

Una vez que se conoce el medio, debe identificarse a los agentes agresivos sobre la base de la experiencia propia o bibliográfica para luego establecer los mecanismos de deterioro a los que podría estar sujeta la estructura y para definir las medidas de prevención más convenientes.

En condiciones de ambientes eminentemente agresivos, las precauciones y los cuidados en la construcción deben realmente extremarse. No obstante, existen condiciones no tan claramente agresivas, por lo que, con el fin de obtener estructuras durables se ha de considerar que éstas son afectadas por el viento y la humedad marítima que contienen grandes cantidades de sal, así como por los ciclos de humedecimiento y secado. Se vuelve entonces muy importante la detección y el estudio de las características climáticas más relevantes de la región en la que se ubicará la estructura, es decir, los cambios estacionales de la dirección de los vientos, la temperatura, la humedad relativa y la precipitación pluvial; inclusive, podría en muchos casos resultar deseable y útil contar con el análisis de la composición química del agua de mar.

1.3.2 MECANISMOS DE ATAQUE

El conocimiento de los mecanismos de ataque al concreto es indispensable para poder definir las medidas de prevención más convenientes para cada caso. Debe tenerse en cuenta que la generalidad de las veces la destrucción del concreto se da por una combinación de factores que se superponen y se suceden unos a consecuencia de los primeros.

1.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN

La prevención contra deterioro involucra a todas las actividades de un proyecto, desde el diseño y detallado, selección de materiales, procesos constructivos, protección y mantenimiento.

Las medidas de prevención deben ser más severas en estructuras en las que será difícil o imposible su inspección periódica, tal es el caso de las cimentaciones, estructuras enterradas o de las estructuras sumergidas (pilotes).

Debe tenerse presente que solamente las estructuras bien diseñadas por durabilidad, construidas con materiales de la más alta calidad, asociados con una ejecución rígidamente controlada, pasaran la prueba del tiempo en medio agresivos.

La prevención comprende medidas relativas al diseño y medidas relativas a la calidad del concreto, medidas de protección complementarias.

1.3.3.1 MEDIDAS RELATIVAS AL DISEÑO Y DETALLADO

En la etapa de diseño y detallado se toman decisiones que influyen directamente en la durabilidad de las estructuras. Las decisiones para ser correctas deben basarse sobre el conocimiento profundo de las características del medio donde estarán inmersas las estructuras y de las características del uso al que estarán sometidas.

Es recomendable que en esta etapa se tomen decisiones correctas sobre aspectos tales como:

a. Recubrimiento del refuerzo

El propósito del recubrimiento es de proveer una barrera semi-impermeable, suficientemente gruesa, para asegurar que el concreto, en contacto con el acero, no este carbonatado ni contaminado por sales.

El espesor del recubrimiento debe ser compatible con las características agresivas del medio. La norma técnica nacional E-060, Estructuras de Concreto Armado establece los recubrimientos mínimos y llama la atención sobre ambientes corrosivos y otras condiciones severas de exposición.

El recubrimiento debe mantenerse en todas las superficies, de ser posible incrementarlo en los bordes y esquinas.

El constructor y el supervisor tienen influencia decisiva en este aspecto. Algunos estudios de campo han demostrado que existen variaciones con amplia dispersión en la magnitud real del recubrimiento en las secciones de concreto; destacan que 62 por ciento de las construcciones investigadas tenían un recubrimiento menor que el especificado en el proyecto, con una media de 5 mm, lo cual en la mayor parte de los casos se debió a que se había desplazado el refuerzo de su posición original para permitir el acomodo de las instalaciones.

Las estructuras sujetas a presión hidrostática, deben recibir protección adicional y en lo posible deben ser aisladas del agua mediante membranas impermeabilizantes. Es de notar que en ciertos ambientes, tales como ambientes marinos, el recubrimiento de concreto puede ser insuficiente como barrera para la penetración de sales y será necesario recurrir a medidas especiales para lograr mayor impermeabilidad –revestimientos selladores o concretos de muy baja permeabilidad logrados con el empleo de aditivos densificadores.

b. Control de fisuración

Las fisuras en la superficie del concreto aumentan el riesgo de penetración de sales, oxígeno y humedad, propiciando corrosión del concreto y del acero. La fisuración generalmente se explica por razones de trabajo estructural, tal como las fisuras por flexión, o, por tracciones debidas a la contracción del concreto. Estas últimas son producto de la fragua del concreto, del proceso de secado o de los gradientes térmicos – caso elementos estructurales masivos -. Para controlar los efectos de la fisuración que tiene su origen en el comportamiento estructural, es

necesario limitar el ancho de fisuras, mediante una adecuada selección, dimensionamiento y distribución del refuerzo.

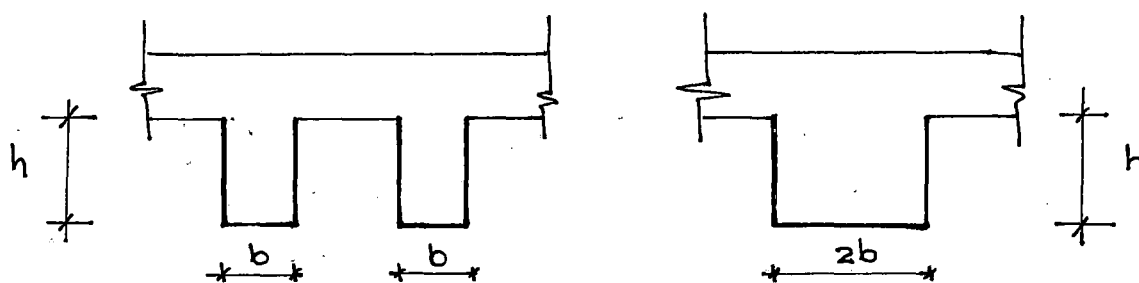
La contracción del concreto debe controlarse principalmente mediante la selección de los componentes del concreto y sus proporciones, con procesos de compactación y curado adecuados y con juntas de control bien ubicadas.

La gradiente térmica debe controlarse limitando la temperatura del concreto cuando se lo coloca. Para ello será necesario reducir la resistencia del concreto al mínimo posible para reducir la cantidad de cemento; emplear aditivos apropiados y encofrados que minimicen cambios de temperatura.

Ver CUADRO N° 1.6.

c. Sección de los elementos

Los agentes agresivos del medio penetran al concreto a través de las superficies. Cuanto menor sea la superficie expuesta menor será la contaminación del concreto. En consecuencia, en el diseño debe buscarse secciones de perímetro mínimo. Será mejor, en este aspecto, las secciones rectangulares que las secciones con patín, y una sección rectangular ancha que dos angostas, etc.



$$\text{Perímetro} = 2b + 4h$$

$$\text{Perímetro} = 2b + h$$

Los bordes y las esquinas son más susceptibles al ataque. De preferencia deben usarse esquinas y bordes redondeados o achaflanados, por mostrar menor deterioro que las aristas agudas.

d. Drenajes

El diseño de las estructuras no debe dejar superficies donde pueda acumularse el agua. Debe proveerse drenajes para la evacuación de aguas sean estas de cualquier origen. El agua acumulada ingresa a la masa de concreto y al hacerlo disminuye su resistividad, facilitando los procesos de corrosión galvánica. El agua debe drenar sin grandes recorridos horizontales y sin humedecer innecesariamente las superficies verticales. El diseño de los drenes debe evitar el humedecimiento del concreto por capilaridad. Los drenes que atraviesan el concreto deben ser materiales libres de corrosión.

Las aguas del subsuelo deben drenarse o desviarse de manera que las estructuras enterradas no sirvan de elementos contenedores de su flujo. La presión de agua contra la superficie de concreto forzara el ingreso del agua a la masa del concreto y con ella de las sales y soluciones ácidas.

1.3.3.2 MEDIDAS RELATIVAS A LA CALIDAD DEL CONCRETO

En la generalidad de los casos es más efectivo y económico lograr concretos de calidad que brinden protección duradera al refuerzo que recurrir a medidas de protección adicionales correctivas.

La observación de las obras y la experimentación realizada en los últimos años, ha llevado a establecer que la durabilidad de una estructura de concreto esta relacionada directamente con la permeabilidad de su concreto. Es posible decir que permeabilidad es sinónimo de durabilidad.

La permeabilidad no es única, dependerá del agente agresivo que trate de penetrar en el concreto, así tenemos: permeabilidad a los líquidos ¿(agua, agua ácida, agua de mar, soluciones de sulfatos, aguas duras etc.); permeabilidad a los gases (oxígeno, CO₂, SO₃ etc.) o permeabilidad al ion-cloruro.

Las ventajas que se logran con concreto de permeabilidad baja son múltiples:

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

- i. Ritmo de carbonatación más lento. En concreto densos, el ritmo de carbonatación disminuye sustancialmente y puede detenerse totalmente a 10 o 15mm de la superficie. En cambio en concretos permeables el ritmo de carbonatación es más rápido –por la mayor superficie expuesta- y la penetración será incontrolada.
- ii. El ingreso de agua será restringido y en un determinado medio ambiente, menor cantidad de agua penetrara y quedara retenida en la masa de concreto. En consecuencia dichos concretos tendrán menor conductividad eléctrica, y se privara al proceso eléctrico de uno de sus componentes esenciales: la humedad.
- iii. La penetración de sales –cloruros y sulfatos- y de soluciones ácidas será restringida y más lenta.
- iv. Mayor resistencia a la compresión, a la tracción y mayor modulo de elasticidad.

La permeabilidad es afectada por factores relacionados con la selección y dosificación de los materiales y por factores relacionados con la obra.

1.3.3.2.1 Factores relacionados con la selección de los materiales y con su dosificación

- **Relación agua/cemento (a/c):** La relación a/c, de acuerdo a experimentaciones realizadas⁴, tiene influencia muy grande en la permeabilidad del concreto. Diversas normas ponen limites a la relación a/c. La norma técnica E-060, limita dicha relación para el concreto expuesto a diversas concentraciones de sulfatos, ver CUADRO N° 1.3.

⁴ Tesis "Estudio del Estado de Permeabilidad de los Concretos, de Mediana a Baja Resistencia, con cemento Portland Tipo I – Sol" y "Estudio del Estado de Permeabilidad de los Concretos, de Mediana a Alta Resistencia, con cemento Portland Tipo I – Sol" Ing. Sergio Mamani Avendaño e Ing. Adolfo Suarez Leyva respectivamente, Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Civil.

Para reducir la relación agua/cemento, sin perder la trabajabilidad de la mezcla es conveniente el uso de aditivos reductores de agua.

- **Tipo de cemento:** La composición del cemento es un factor importante en la neutralización de los cloruros en el concreto. El aluminato tricalcico, C3A, al reaccionar con dichas sales forma compuestos insolubles. Será por tanto, más ventajoso, cuando se trata de resistencia a la corrosión galvánica por cloruros el empleo de cementos con mayor contenido de C3A.
- **Granulometría de los agregados:** Es recomendable emplear agregados con granulometría continua, ya que permiten lograr concretos más densos.
- **Sustancias deletéreas:** Previamente al empleo de los agregados y el agua es necesario hacer análisis químicos para conocer su contenido de sales y otras sustancias deletéreas al concreto. El contenido total de cloruros no debe exceder del límite dado en la norma E-060 (CUADRO N° 1.5) para cloruros solubles en agua de una muestra de concreto endurecido.
- **Aditivos:** En estructuras que estarán sujetas a ambientes especialmente corrosivos, es recomendable el empleo de aditivos densificadores de la mezcla.
- **Empleo de barras protegidas contra la corrosión:** El empleo de barras protegidas por resinas epoxicas es una practica probada extensamente en los países desarrollados del hemisferio norte.

1.3.3.3 MEDIDAS RELATIVAS A LA OBRA

El medio más efectivo para lograr la durabilidad deseada en una estructura de concreto, es asegurar que el concreto desarrolle su calidad potencial. Para asegurar esto, los procesos constructivos de mezclado, transporte y colocación, consolidación deben ceñirse a la buena practica constructiva establecida en las normas como el ACI 318, ACI 301 y norma técnica nacional E-060, y deben ser controlados en todos sus aspectos.

De particular importancia será:

- **El almacenamiento de los materiales:** Debe evitarse su contaminación con sustancia deletéreas. En ambientes marinos es necesario proteger las barras no solo para evitar su oxidación por humedad sino también para evitar su contaminación por la brisa cargada de cloruros. En todo caso es recomendable lavar las armaduras con agua potable inmediatamente antes del llenado del concreto.
- **Curado:** Del curado del concreto dependerá no solo el logro de la resistencia del concreto sino también la calidad de sus superficies, en gran medida su fisuración y su permeabilidad, Whiting⁵ sostiene que si el concreto no es curado por vía humedad por lo menos 7 días, la permeabilidad (crecerá 4 veces).

El curado temprano y prolongado por vía húmeda es el más efectivo.

- **Limitar el revenimiento de la mezcla (slump):** Mezclas muy sueltas propician el asentamiento del concreto plástico, por debajo de la armadura superior, generando vacíos en el concreto que debilitan la sección, lo hacen menos denso y llevan a la fisuración del concreto superficial.
- **Encofrados:** Los elementos de fijación de los encofrados que atraviesan el concreto deben ser removibles. No debiendo quedar por ningún concepto elementos metálicos u otros, sin el recubrimiento especificado. La practica común de fijar los encofrados con alambre amarrado a la armadura, para luego del desencofrado cortar dichos alambres picando el concreto localmente y resanándolo, es tremendamente dañina. Además del daño estético y estructural que se ocasiona con el picado, el resane, la generalidad de las veces, no tendrá la misma calidad del concreto de origen. Se fisurara y será el camino para la corrosión del refuerzo.

⁵ D. Whiting, Permeability of selected Concretes. ACI Comité 515, SP 108-11 "A Guide to the Use of Waterproofing, Dampproofing, Protective, and Decorative barrier Systems for Concrete".

- **Consolidación de la mezcla:** Tanto para lograr la resistencia y densidad potencial de la mezcla, es indispensable consolidar el concreto por medio de vibradores. La energía de los vibradores debe ser compatible con las características de la mezcla, la masa del concreto por vibrar, el tamaño de las secciones y la congestión de su refuerzo.
- **Aislamiento del concreto:** Cuando la concentración de sulfatos o de soluciones ácidas es muy alta, es recomendable, en lo posible, aislar las estructuras del medio agresivo. El aislamiento puede hacerse reemplazando el material contaminado que rodea al concreto, por material no contaminado. Esta solución no es adecuada en terrenos saturados porque el relleno de material importado tendera a contaminarse muy rápidamente. En estos casos lo más adecuado es aislar la estructura de concreto mediante recubrimientos resistentes a sulfatos.

CUADRO N° 1.2

MECANISMOS DE DETERIORO

Factores que pueden producir deterioro prematuro	Características del concreto	Características del medio	Manifestaciones del deterioro
1.- Helada y deshielo	Ausencia de aire incorporado en la pasta de cemento o agregado excesivamente poroso o ambas en concreto	Humedad, heladas y deshielo	Expansión interna
2.- Ataque químico agresivo			
a) Sulfatos	Excesiva cantidad de aluminatos de calcio hidratados en la pasta de cemento.	Humedad con concentración excesiva de contenidos de sulfatos disueltos solubles	Expansión interna y rajaduras. Disolución y pérdida de componentes solubles.
b) Lixiviación (Leaching)	Porosidad excesiva	Humedad de pH bajo y contenido bajo de cal disuelta	
3.- Abrasión	Baja resistencia a la abrasión.	Abrasivo muchas veces en cero bajo el agua.	Desgaste de superficie con pérdida de material.
4.- Corrosión del refuerzo	Metal corrosivo y frecuente presencia en el concreto de agentes que inducen a la corrosión	Humedad cero. Humedad y agentes que inducen a la corrosión.	Expansión interna y rajaduras.
5.- Reacción alcali-silice	Cantidad excesiva de sílice soluble en agregados y álcalis en el cemento.	Humedad cero. Humedad y álcalis.	Expansión interna y rajaduras.
6.- Otras			
a) Cemento	Cantidad excesiva de CaO o MgO no hidratados en el cemento.	Humedad	Expansión interna y rajaduras.
b) Fisuración Plástico	Falta de contenido de Humedad sostenido en el periodo de curado especificado.	Indice alto de evaporación de la humedad	Fisuración en edad temprana.

Fuente: "Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones / Patología de las cimentaciones Cap. XII
Ing. Carlos Casabonne ACI - Capitulo Peruano

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 1.3

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfatos soluble en agua, presente en el suelo como SO ₄ (*) % en peso	Sulfato en agua. p.p.m.	Cemento Tipo	Relación a/c máxima (*)	Contenido mínimo de cemento Kg/m ³ (****)
Despreciable	0.0 - 0.1	0 - 150	(***)	(****)	275
Moderado (**)	0.1 - 0.2	150 - 1500	II	0.50	310
Severo	0.2 - 2.0	1500 - 10000	V	0.45	330
Muy severo	> 2.0	> 1000	V mas puzolana	0.45	370

(*) Una relación agua cemento menor puede ser necesaria por razones de impermeabilidad, o por protección contra la corrosión de elementos metálicos embebidos, o por congelación y deshielo.

(**) Agua de mar

(***) Debe haberse comprobado que la puzolana es adecuada para mejorar la resistencia del concreto a la acción de los sulfatos, cuando ella es empleada en concretos que contienen cemento Portland Tipo V

(****) Para éste tipo de exposición no hay limitaciones

(*****) Recomendaciones de las normas Británicas

Fuente: Norma Peruana de Estructuras de Concreto Armado E.060
Código ACI 318-89

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 1.4

CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICION

CONDICIONES DE EXPOSICION	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MAXIMA
Concreto de baja permeabilidad: a) Expuesto a agua dulce. b) Expuesto a agua de mar o agua salobres. c) Expuesto a aguas cloacales(*)	 0.50 0.45 0.45
Concreto expuesto a proceso de congelacion y deshielo en condicion humeda: a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas. b) Otros elementos.	 0.45 0.50
Proteccion contra la corrosión de concreto expuesto a la accion de agua de mar, aguas salobres, neblinas o rocío de esta agua. Si el recubrimiento minimo se incrementa en 15mm.	 0.40 0.45

(*) La resistencia f_c no debera ser menor de 245 kg/cm^2 por razones de durabilidad

Fuente: Norma Peruana de Estructuras de Concreto Armado E.060

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 1.5

CONTENIDO MÁXIMO DE ION CLORURO

TIPO DE ELEMENTO	CONTENIDO MAXIMO DE ION CLORURO SOLUBLE EN AGUA EN EL CONCRETO EXPRESADO COMO % EN PESO DEL CEMENTO
Concreto pretensado	0.06
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros	0.10
Concreto armado no protegido que puede estar sometido a un ambiente húmedo pero no expuesto a cloruro (incluye ubicaciones donde el concreto puede estar ocasionalmente húmedo tales como cocinas, garages, estructuras ribereñas y área con humedad potencial por condensación).	0.15
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida por medio de recubrimientos impermeables.	0.80

Fuente: Norma Peruana de Estructuras de Concreto Armado E.060

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 1.6

FISURACIÓN QUE AFECTA LA DURABILIDAD

Tipo de fisura	Ubicación más usual	Causa primaria	Factores secundarios	Edad de aparición
Asentamiento plástico	Secciones de gran peralte	Exceso de exudación	Condiciones de secado rápido a horas tempranas	De 10m a 3h
	Parte superior de columnas			
	Losas aligeradas			
Contracción plástica	Pavimentos y placas	Secado rápido a horas tempranas	Baja velocidad de exudación	De 30m a 6h
	Losas de Concreto Armado	Barras cerca de la superficie		
	Losas de Concreto Armado			
Térmico	Muros gruesos	Exceso de calor de hidratación	Enfriamiento rápido	De 1 día a 2-3 semanas
	Placas gruesas	Altas gradientes de temperatura		
Contracción a largo plazo	Placas delgadas (y muros)	Juntas ineficaces	Contracción excesiva Curado ineficaz	Varias semanas o meses

Fuente: Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil - Colegio de Ingenieros del Perú
 Año 4, N° 20 - 1999
 Desafíos de la construcción en el siglo XXI

CAPITULO 02

**MECANISMO DE ACCION Y DEGRADACION DEL CONCRETO
POR EFECTO DEL CLORURO DE SODIO**

MECANISMO DE ACCION Y DEGRADACIÓN DEL CONCRETO POR EFECTO DEL CLORURO DE SODIO

2.1 INTRODUCCIÓN

El concreto raramente es atacado por agentes químicos sólidos o en seco. Para producirle un ataque significativo, los químicos agresivos deben estar en solución y sobre un cierto mínimo de concentración. En cuanto a los cloruros, amplias investigaciones indican claramente que el contenido de cloruro soluble en agua proporciona un indicador del riesgo inmediato de corrosión.

Ante esto la durabilidad de las estructuras de concreto expuestas a ambientes marinos depende principalmente de la capacidad del concreto para resistir el ingreso de cloruros.

Por la gran extensión del litoral marítimo con que cuenta Perú, la corrosión que provoca en las estructuras de concreto el contacto con el agua de mar y la brisa marina es un tema que interesa de manera especial al sector constructivo del país.

En la actualidad se presentan serios y veloces deterioros estructurales por el ataque al concreto de cloruros disueltos en el aire, presentes en ambientes marinos con alta humedad relativa y acción constante del viento.

2.2 PROPIEDADES DEL AGUA DE MAR

Las propiedades del agua de mar se agrupan en propiedades conservativas y no-conservativas. Dentro de las primeras están la temperatura y la salinidad. Las no conservativas son aquellas como el oxígeno, fosfato, silicato, nitrato, nitrito, etc., que están sujetas a grandes cambios por efecto de fenómenos atmosféricos, procesos químicos y bioquímicos.

La temperatura, la salinidad y el oxígeno son parámetros limitantes en la distribución y abundancia de los recursos vivos del mar, por lo cual es importante conocer sus variaciones temporales y espaciales.

En la presente tesis de investigación mencionaremos a la salinidad por ser una de las propiedades, entre otras, que influye en el deterioro de las estructuras de concreto.

2.2.1 SALINIDAD

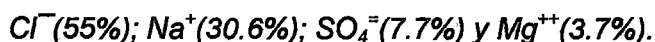
La salinidad es uno de los parámetros conservativos que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación.

En Oceanografía la salinidad se define como:

“El peso en gramos de las materias inorgánicas disueltas en un kilogramo de agua de mar, después de sustituirse todos los bromos y yodos por cantidades equivalentes de Cloro, de haberse convertido en óxido todos los carbonatos y de haberse oxidado completamente toda la materia orgánica”.

La salinidad se expresa en partes por mil (‰).

Los principales constituyentes de la salinidad, expresados en porcentajes en peso, son las siguientes:



En la práctica la salinidad es definida en términos de clorinidad por la ecuación de Knudsen:

$$S\text{‰} = 0.030 + 1.8050\text{Cl}\text{‰}$$

Los océanos tienen su máxima salinidad en las regiones subtropicales, coincidiendo aproximadamente con el centro de las anticiclones, y el mínimo de salinidad en las regiones polares y en la parte oriental de los trópicos. Es decir, que los máximos se

presentan en las zonas de gran evaporación; y los mínimos en zonas de gran precipitación.

En el mar abierto la salinidad se mantiene prácticamente constante y gira alrededor de 35‰. En cambio en áreas costeras varia en un amplio rango, 34 y 38‰, en función a la tasa de evaporación y precipitación, y en algunos casos de las descargas de cursos fluviales y aguas residuales. Asimismo, en la columna de agua marina la salinidad no es constante sino que varia influenciada por estos factores de la siguiente manera: cuando existe calentamiento de las capas superiores la salinidad es mayor y se forma la llamada Haloclina, y cuando se descarga en el mar abundante agua de ríos o residuales la salinidad en las capas superiores es menor.

En el mar de Lima, los valores de salinidad se presentan homogéneos, variando en forma brusca solamente en zonas costeras influenciadas por las descargas fluviales y de aguas residuales.

Un estudio realizado en aguas profundas del mar entre Pucusana y Huacho, encontró salinidades constantes en diferentes periodos del año y a lo largo de la columna de agua, estos valores variaron en los rangos siguientes: 35.0 a 35.2‰ en superficie y 35.0 a 35.1‰ en el fondo durante el invierno, y 35.09 a 35.62‰ en superficie y 35.05 a 35.10‰ en el fondo durante la primavera.

Los ríos Rimac y Chillón afecta notablemente la salinidad del agua de mar en el área influenciada de sus descargas. Así, en un estudio en la Bahía del Callao se registro la salinidad en superficie entre 17.64 a 35.08‰ correspondiendo los valores más bajos (menores a 18‰) a puntos más próximos a las desembocaduras de estos ríos. Sin embargo, las salinidades registradas en el fondo se mostraron mas homogéneos y fluctuaron entre 35.0 a 35.1‰, de lo que se deduce que la mezcla con las aguas dulces es a nivel superficial.

Para las aguas costeras del Perú contamos con algunos mapas y cartas mensuales y estacionales. Ver ANEXO G, donde se presentan algunas de

estas cartas correspondientes al año de 1985, para las diferentes estaciones y profundidades.

2.3 MECANISMO DE ATAQUE

En el estudio de la corrosión del concreto, pueden distinguirse, desde el punto de vista de las acciones mutuas entre concreto y ambiente agresivo, las tres zonas siguientes:

1. La zona del concreto que permanece sumergida constantemente en el agua.
2. La zona de variación del nivel del agua.
3. La zona de ascensión capilar.

En la zona por bajo del nivel de agua, los procesos corrosivos son principalmente de naturaleza química.

En la zona afectada por las variaciones del nivel del agua, tanto si esta es libre como si es subterránea, intervienen simultáneamente con la acción química otros factores físicos, tales como desecación, heladas, etc. Esta acción simultánea, física y química inicia la destrucción del concreto en la zona en la que tanto el agua agresiva como el aire entran en contacto alternativamente con el concreto, alcanzando la corrosión en esta zona su máxima intensidad. El cambio frecuente del nivel de la superficie del agua tiene lugar en la zona de mareas, en las esclusas y en otras obras análogas.

Cuando el nivel esta alto, el concreto se satura de agua y, cuando dicho nivel desciende, el concreto se deseca parcialmente por evaporación, de forma que su interior cristaliza algunas sales.

Al volver a subir el agua, vuelven a llenarse de esta los poros del concreto. Pero esta vez la concentración de las sales perjudiciales disueltas en el agua es muy superior a la del agua original. La repetición ininterrumpida de este proceso puede tener como consecuencia la existencia, dentro del concreto de soluciones muy

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

concentradas, que causan corrosión por expansión. El gel formado en la pasta endurecida de cemento puede también sufrir alteraciones de volumen por estos humedecimientos, lo que produce análogamente una reducción de resistencias mecánicas.

Otra consecuencia de estas variaciones de humedad es la recristalización de la pasta endurecida de cemento. En presencia de una solución, los pequeños cristales se disuelven con las variaciones de la presión y los grandes, por el contrario, crecen; esto hace que la estructura de la pasta de cemento endurecida se forme sobre una base de cristales gruesos, disminuyendo el grado de dispersión, las fuerzas de cohesión y, finalmente; las resistencias mecánicas.

El concreto permanentemente sumergido en agua de mar sufre corrosión lenta, mientras que los concretos expuestos a humedecimiento y secado intermitentes son más susceptibles de corroerse.

El proceso de desecación y humedecimiento del concreto va acompañado de expansiones y dilataciones reiteradas del mismo que aflojan su estructura.

En la parte en la que se evapora el agua, las concentraciones de las sales aumentan. La corrosión acompañada de expansiones es, pues, más peligrosa en la zona de evaporación. La velocidad de la evaporación depende de los factores siguientes:

- a . del medio ambiente (aire libre, etc.)
- b . de la estructura del concreto (porosa, etc.)
- c . del acabado de la superficie
- d . de la distancia entre las superficies de evaporación y húmeda;
- e . de las propiedades de la disolución o agua subterránea.

La acción corrosiva del agua de mar es muy lenta, resultando fácil evitar sus efectos. Los métodos de protección dependen del contenido de sales del agua de mar, de la oscilación de la marea y de la acción de los hielos.

La zona donde la acción del agua de mar es mas intensa es la situada encima de la pleamar, en la que, debido a la evaporación del agua que asciende por capilaridad y al descenso posterior de la marea, tiene lugar una concentración de las sales, ejerciendo la subsiguiente cristalización de estas una acción expansiva.

Los concretos situados en al zona de mareas, y que alternativamente son cubiertas y descubiertas por el agua de mar, se corroen mas rápidamente que los elementos cubiertos permanentemente por esta, en los que pocas veces pueden observarse señales de corrosión. La acción del flujo y reflujo es más intensa que la acción de las aguas de los mares de mayor contenido de sales.

Asimismo el hecho de que las aguas de mar se encuentren sometidas a un movimiento perpetuo debe también tenerse en cuenta, pues cada uno de sus ataques al concreto va reforzado por la acción del oleaje, que intenta arrancar de su sitio los trozos reblandecidos de concreto, exponiendo a la acción química de las aguas las nuevas partes que quedan al descubierto.

En resumen podemos afirmar que el efecto directo más nocivo por acción de cloruros en la mezcla de concreto endurecido esta constituido por la cristalización de las sales dentro de sus poros, la cual puede producir rupturas debidas a la presión ejercidas por los cristales de sal. Puesto que la cristalización ocurre en el punto de evaporación del agua, este tipo de ataque se produce de manera mas acentuada en el concreto que no esta permanentemente en contacto directo con el agua. No obstante, debido a que la sal en solución penetra y asciende por capilaridad, el ataque es más intenso cuando el agua o la humedad pueden penetrar en el concreto, de tal suerte que la permeabilidad de este material es un factor de gran importancia, y el clima tropical en algunas franjas costeras actúa como catalizador del proceso.

CAPITULO 03

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

3.1 INTRODUCCION

Para entender e interpretar el comportamiento total de un elemento compuesto se requiere un conocimiento de las características de sus componentes. El concreto se produce por la interacción mecánica y química de un gran número de materiales constituyentes. De aquí que sea vital una discusión de las funciones de cada uno de estos componentes antes de estudiar el concreto como un producto terminado.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original.

En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no solo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interpelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad.

Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si se ve sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera como actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo o porque durante

su utilización no se respetaron u obviaron las consideraciones técnicas que nos dan el conocimiento científico sobre él.

3.2 CLORURO DE SODIO

3.2.1 INTRODUCCION

El Cloruro de Sodio ha sido estudiado como acelerante del tiempo de fraguado y del desarrollo de resistencia del concreto, tanto por su facilidad de obtención y manejo como por su bajo costo. La única limitación observada es el mayor riesgo de corrosión de los elementos metálicos embebidos en la mezcla.

El Cloruro de Sodio, aunque no figura en las Normas ha sido empleado en diversos países durante mucho tiempo. El numero de investigaciones y publicaciones sobre su uso es creciente.

3.2.2 LA GEOLOGÍA DE LOS DEPOSITOS DE SAL

La procedencia de sal puede ser clasificada geológicamente como sigue:

Sal en solución	Depósitos secos
Agua del Océano	Sales de Playa
Agua del Lago	Sales Estratificadas
Agua del Suelo	Sales <i>Flowage</i>

La sal es obtenida comercialmente de cada uno de estas seis procedencias. Las salmueras del agua de suelo y agua de océano son las fuentes más importantes de sal dentro del grupo de sal en solución, y los depósitos estratificados y *flowage* son explotados para roca salina más que los depósitos de la playa. Sin embargo, los depósitos de la playa son de gran importancia como fuentes comerciales.

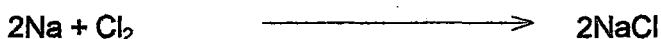
3.2.3 REACCIONES QUÍMICAS DE CLORURO DE SODIO

Reacciones generales

El cloruro de sodio es el compuesto halógeno mejor conocido, más importante, y el más abundante.

Las sales normalmente son el resultado de la reacción de bases con ácidos, con eliminación de agua, y también son el resultado de la reacción de anhídridos básicos y ácidos.

La formación de sal ilustra ambos métodos, así:



Los iones Na^+ y Cl^- se mantienen unidos a la red cristalina por la atracción electrostática de los iones opuestamente cargados. Debido al tipo de enlace, electrovalente o iónico, el cloruro de sodio tiene una misma configuración estable con propiedades predecibles. Entre las propiedades están la estabilidad, no-volatilidad, punto de ebullición y fusión alta, y la buena conductividad eléctrica en la fusión y en solución acuosa.

El Cloruro de Sodio es uno de los químicos más nocivos desde el punto de vista de corrosión. Los efectos ocurren para todas las concentraciones y va desde el agua salobre y agua del mar a la salmuera saturada, e incluso con la sal cristalina debido a la deliscuescencia¹.

¹ Deliscuescencia, es la propiedad que presentan algunas sales y óxidos, principalmente, de absorber moléculas de vapor de agua del aire húmedo para formar hidratos. Este fenómeno ocurre si la presión parcial de vapor de agua en el aire es mayor a la presión de vapor del sistema hidrato a la temperatura dada.

Las impurezas como calcio y cloruros del magnesio aumentan el efecto corrosivo. En general, las concentraciones bajas debido a la mayor solubilidad del oxígeno son más corrosivas que las concentraciones altas.

3.2.4 VENTAJAS E INCOVENIENTES

Sus mayores inconvenientes parece ser la posibilidad de incremento en la corrosión del material metálico embebido en el concreto y disminución de la resistencia a la compresión. Sus mayores ventajas son su bajo costo y sus efectos sobre el tiempo de fraguado y la resistencia inicial.

3.2.5 FORMA DE OBTENCION

- a) por solución de la sal de roca en agua, filtración y cristalización,
- b) por evaporación del agua del mar mediante el calor del sol, y cristalización.

El Cloruro de Sodio se obtiene en el mercado químicamente puro, o en forma de sal corriente de cocina con una concentración de 99%, lo cual explica su bajo costo. En la presente tesis de investigación el Cloruro de Sodio se adquirió en sacos de 50kg.

3.2.6 PROPIEDADES

Denominado sal de cocina o de mesa; sal marina; sal común NaCl.

- Cristales transparentes, incoloros, o polvo cristalino blanco; se presenta en la Naturaleza como el mineral halita; algo higroscópico; soluble en agua y glicerina; muy ligeramente soluble en alcohol.
- Método de purificación: recristalización
- Impurezas: sulfatos; metales pesados; tierras alcalinas; sales de magnesio; sales de amonio.

3.3 CEMENTOS

3.3.1 GENERALIDADES

El cemento es un producto artificial, que se obtiene de la transformación de una materia prima, que puede estar compuesta de una mezcla de calizas, arcillas y otros minerales. Esta materia prima finamente molida y homogenizada, es llevada a altas temperaturas, a través de un horno, (rotativo o vertical), de donde se obtiene un producto intermedio denominado Clinker, del cual, al molerse finamente con alrededor de 5% de yeso, se obtiene el cemento. Este cemento obtenido así, está constituido por sales minerales anhidras inestables (en particular Silicatos y Aluminatos de cal) que con el agua, forman una pasta capaz por "Hidratación" de fraguar y endurecer progresivamente, adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

3.3.2 DEFINICIONES

a) Clinker

Es un producto obtenido por cocción hasta la fusión parcial (clinkerización) de la materia prima (debidamente proporcionada y homogenizada, que debe contener como elementos principales al Calcio, el Silicio, el Aluminio y el Hierro).

Estos elementos principales, que se encuentran en forma de óxidos: la cal (CaO), sílice (SiO₂) y alumina (Al₂O₃), se obtiene en general a partir de productos naturales de cantera (caliza como aportadora del Calcio, arcilla para el Silicio y el Aluminio, la Pirita o hematita para el fierro, etc.).

En el proceso de clinkerización, se producen cuatro nuevos compuestos mineralógicos principales en el clinker:

El Silicato Tricalcico	(C ₃ S),
El Silicato Bicalcico	(C ₂ S)

El Aluminato Tricalcico	(C ₃ A)
El Ferro-Aluminato Tetracalcico	(C ₄ AF)

Ellos son, los que le dan las características de comportamiento, al clinker obtenido de las materias primas que se utilizan en cada fabrica de cemento.

Este clinker, una vez triturado, con la adición del sulfato de sodio (yeso natural) de alrededor de 5% (que juega el papel regulador), se convierte en "Portland" y confiere a los cementos de este grupo sus propiedades características.

b) Cemento Portland

Es un producto obtenido por la pulverización del Clinker, con la adición eventual del sulfato de calcio. Excepcionalmente se admite adiciones, las cuales no deben exceder del 1% de los otros materiales, que pueden ser molidos conjuntamente con el Clinker, siempre que dichas adiciones hayan mostrado no ser dañinas.

El cemento Portland normal se clasifica en cinco tipos diferentes, de acuerdo a las proporciones relativas de los cuatro compuestos principales y que responden a diferentes requerimientos constructivos.

3.3.3 CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS

De acuerdo a las normas ITINTEC y a las Internacionales ASTM, los cementos están clasificados en dos grandes grupos:

3.3.3.1 Cementos Portland

Tipo I De uso general donde no se requieren propiedades especiales.

- Tipo II De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- Tipo III Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en climas fríos o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- Tipo IV De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
- Tipo V Alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos. Cuando a los tres primeros tipos de cemento se les agrega el sufijo A (p.e Tipo IA) significa que son cementos a los que se les a añadido incorporadores de aire en su composición, manteniéndose las propiedades originales.

3.3.3.2 Cementos Portland Adicionados

Son cementos obtenidos por la mezcla del Clinker Portland con los materiales de adición y yeso, dentro de los límites especificados por las normas. La particularidad de reemplazar parte del cemento por estos materiales, estriba en cambiar algunas de sus propiedades, como son el retrasar y/o disminuir el desarrollo de resistencia en el tiempo, incrementar la permeabilidad, mayor capacidad para retener agua, mayor cohesividad, incremento de los requerimientos de agua para formar la pasta, menor calor de hidratación y mejor comportamiento frente a la agresividad química.

Ellos se dividen en dos tipos principales:

- Cemento Portland de Escorias y
- Cemento Portland Puzolanicos.

Cemento Portland Puzolanico de Escoria Tipo IS

Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escoria. Es para los mismos usos del cemento Portland Tipo I, y especialmente para las obras de concreto armado subterráneo, todo tipo de aguas agresivas (en particular agua de mar) y todo tipo de obras hidráulicas. Su empleo es también conveniente en ciertos

pavimentos y estabilización de suelos. Uso limitado en revoques enlucidos, obras de pequeño espesor. Fue fabricado por Cementos Pacasmayo.

Cemento Portland Puzolanico Tipo IP

Cemento al que se ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total. Son para uso general en la construcción, especialmente para obras de grandes masas de concreto y obras que requieren resistencia a las aguas agresivas (agua de mar, aguas negras, etc.).

CUADRO N° 3.1

COMPONENTES DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS EN (%)

TIPO	CLINKER	ESCORIA	PUZOLANA
IS	75-35	25 – 65	-----
ISM	> 75	< 25	-----
IP	85-55	---	15 – 40
IPM	> 85	---	< 15

3.3.4 CARACTERISTICAS FISICAS DEL CEMENTO

a) PESO ESPECIFICO

Se define como la relación de la masa de un volumen unitario de un material a una temperatura determinada, a la misma masa del mismo volumen de agua destilada libre de aire.

Su determinación es importante en el control y diseño de mezclas.

La norma ITINTEC 334.005, establece el método de ensayo por medio de un frasco volumétrico de Le Chatelier para determinar el Peso Específico.

b) CONSISTENCIA NORMAL

Se considera que una pasta tiene una consistencia normal cuando, para un porcentaje dado de agua se obtiene una penetración de 10mm. En 10 seg. Con la varilla de Vicat.

Se determina de acuerdo a la Norma ITINTEC 334.006

c) FRAGUADO

Es el paso del estado fluido al estado sólido. Se entiende que la pasta de cemento ha fraguado cuando esta lo suficientemente rígida como para soportar una presión arbitraria definida.

El tiempo de fraguado se puede determinar con la aguja de Vicat o de Gillmore. El método de la norma es utilizando el aparato de Vicat.

Se determina de acuerdo a la Norma ITINTEC 334.006

d) RESISTENCIA A LA COMPRESION

Es la propiedad física que define la capacidad del cemento para soportar esfuerzo sin falla. La velocidad del desarrollo de la resistencia es mayor durante el periodo inicial de endurecimiento y tiende a disminuir gradualmente en el tiempo.

El ensayo se hace en cubos de mortero de proporciones prefijadas de arena standard, de acuerdo a la norma ITINTEC 334.051. El valor de la resistencia a los 28 días, se considera como la resistencia del cemento.

e) SUPERFICIE ESPECIFICA

La superficie específica es el índice de fineza del cemento, es decir, de su grado de molienda. Cada tipo de molienda produce una composición granulométrica diferente y por ende una superficie específica diferente.

Influye sobre la trabajabilidad y los requisitos de agua en la mezcla. Aumentando a fineza del cemento mejora su calidad, hay mayor rapidez y eficacia en la reacción con el agua, ya que aumenta la superficie de contacto agua-cemento, quedando menores cantidades de cemento sin hidratar.

SUPERFICIE ESPECIFICA MEDIANTE EL ENSAYO DE PERMEABILIDAD AL AIRE DE BLAINE (Norma ITINTEC 334.002)

Los valores Blaine se calculan a partir de la permeabilidad al aire de una capa de cemento de peso determinado compactados en condiciones dadas. Esta capa de cemento opone al paso de aire una resistencia que es, tanto mayor cuanto más elevada es la superficie específica del cemento.

f) ESTABILIDAD DE VOLUMEN

Es la medida de la expansión potencial, que indica la existencia de agentes expansivos en el cemento, generalmente debido a la cal libre no determinadas en el análisis químico.

El ensayo se realiza, de acuerdo al Norma ITINTEC 334.004

3.3.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO

Por medio del análisis químico del cemento se encuentran sus óxidos principales.

El calculo de los compuestos del cemento, se hace sobre la base de los óxidos principales que son:

- CAL (CaO)
- SILICE (SiO₂)
- ALUMINA (AL₂O₃)
- HIERRO (FeO₃)

El método para calcular los compuestos mas generalizados es el del químico Bogue; según este método los compuestos principales del cemento son las que se muestran en el cuadro N° 3.2.

CUADRO N° 3.2

COMPUESTOS PRINCIPALES DEL CEMENTO PORTLAND

COMPUESTOS PRINCIPALES	FORMULA	ABREV.	%
Silicato Tricalcico	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	40-65%
Silicato Dicalcico	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	10-30%
Aluminato Tricalcico	3CaO.AI ₂ O ₃	C ₃ A	7-15%
Aluminato-Ferrito Tetracalcico	4CaO.AI ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	4-5%

Por ser ellos, los compuestos que le dan las características de comportamiento al Clinker, y por ende definen el comportamiento del cemento hidratado, pasaremos a describir brevemente sus características individuales.

- a) Silicato Tricalcico (C₃S).- Su contenido general en el Clinker, puede variar entre el 40 y 65%; cuando es más alto, se obtiene un más rápido desarrollo de las resistencias iniciales (en la primera semana), incrementandose el calor de hidratación.
- b) Silicato Dicálcico (C₂S).- Este silicato de calcio, que con el anterior son los dos compuestos mayoritarios y principales del Clinker, y que determinan las

características de comportamiento de las resistencias a compresión, se encuentra entre el 10 y el 30% del total de la composición. A diferencia del silicato Tricalcico, su desarrollo de resistencias es lento en las edades iniciales, y por lo tanto es menor su calor de hidratación. La suma de ambos silicatos debe ser de alrededor de 70 a 75% del total de la composición del Clinker.

- c) Aluminato Tricálcico (C_3A).- Su composición en el Clinker puede variar entre 7 y 15%. Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas, por lo que hay que limitar su contenido.
- d) Aluminito-Ferrito Tetracálcico (C_4AF).- Su presencia es de menor importancia en comparación a la de los anteriores compuestos mencionados. Puede llegar a estar entre el 4 al 15% en la composición del Clinker. Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Nota.- Cuando se menciona " resistencias" se refiere a la resistencia mecánica a la compresión, que no es la única, ni la más importante de todas las características del cemento y concreto, pero sí la más usual. (ACI 211.1-3)

Además de los compuestos principales, para completar el análisis se incluyen los llamados compuestos secundarios:

CUADRO N° 3.3

COMPUESTOS SECUNDARIOS DEL CEMENTO PORTLAND

COMPUESTO SECUNDARIO	FORMULA	ABREV.
Oxido de Magnesio	MgO	
Oxidos de Potasio y Sodio	$K_2O.Na_2O$	
Oxidos de Manganeso y Titanio	$Mn_2O_3.TiO_2$	
Perdida por calcinación		PC
Residuo insoluble		IR

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

Las variaciones de los compuestos son muy grandes, por ejemplo el ASTM para el cemento de uso general, no da límites de compuestos, o sea considera que, si en cemento pasa las pruebas físicas y esta dentro de los requerimientos químicos, sus óxidos principales y sus compuestos pueden tener cualquier valor; en caso de otros tipos de cemento da ciertos límites en algunos óxidos y compuestos.

CONCEPTOS IMPORTANTES REFERENTE A LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO:

- Mecanismo de Hidratación

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo y la relación entre la cantidad del agua y el cemento que reaccionan se pueden definir los siguientes estados:

- a. Plástico

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación agua/cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente.

El primer elemento en reaccionar es el C_3A , y posteriormente los silicatos y el C_4AF , caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el periodo latente o de

reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura de ambiente y el cemento en particular.

b. Fraguado Inicial

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en la que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el denominado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas mencionadas.

Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratación de Silicatos de Calcio (CHS ó Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que van rigidizándose cada vez en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este periodo dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo más estable con el tiempo al gel CHS.

En esta etapa la pasta puede remezclar sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aun esta en formación.

c. Fraguado Final

Se obtiene al termino de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por el endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel esta constituida por el ensamble definido de sus partículas endurecidas.

d. Endurecimiento

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en el que se mantiene e incrementa con el tiempo las características resistentes.

La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúan de manera indefinida.

Es el estado final de la pasta, en que se evidencia totalmente las influencias de la composición del cemento.

Durante el proceso de hidratación, el volumen externo de la pasta se mantiene relativamente constante, sin embargo internamente el volumen de sólidos se incrementa constantemente con el tiempo, causando la reducción de porosidades, que esta relacionada de manera inversa con la resistencia de la pasta endurecida y en forma directa con la permeabilidad.

Para que se produzca la hidratación completa se necesita la cantidad suficiente de agua, la temperatura adecuada y el tiempo, y de aquí se desprende el concepto fundamental del curado, que consiste en esencia en procurar estos tres elementos para que el proceso se complete.

Un concepto básico que nos permitirá entender el comportamiento del concreto, reside en el que el volumen de los productos de hidratación siempre es menor que la suma de los volúmenes de agua y cemento que los origina debido a que por combinación química el volumen de agua disminuye en alrededor de un 25%, lo que trae como consecuencia la contracción de la pasta endurecida.

Otro concepto que hay que tomar en cuenta es que esta demostrado que la relación agua/cemento mínima para que se produzca hidratación completa del cemento es del orden de 0.35 a 0.40 en peso dependiendo de cada caso particular.

En los cuadros a continuación se presenta las características Físicas y Químicas, para el Cemento Portland Tipo I - Sol, proporcionadas por el fabricante así como también las Normas ASTM y de ITINTEC.

CUADRO N° 3.4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I – SOL

CARACTERÍSTICA FÍSICA	TIPO I – SOL	REQUISITO ASTM C –150
Peso específico en gr/cm ³	3.11	
Fineza malla N°100	0.04	
Fineza malla N°200	4.14	
Super. Especifica Blaine	3477	Máximo 2.800
Contenido de aire	9.99	Máximo 12
Exp. Autoclave	0.18	Máximo 0.8
Fraguado inicial Vicat	1:49	Mínimo 0:45
Fraguado Final Vicat	3:29	Máximo 6:15
f'c a los 3 días	254	124 (12.4 Mpa)
f'c a los 7 días	301	193(19.3 Mpa)
f'c a los 28 días	357	276 (27.6 Mpa)*
Calor de hidratación a los 7 días	70.60	Máximo
Calor de hidratación a los 28 días	84.30	Máximo

(*) Requisito opcional

Fuente : Información proporcionada por el fabricante

CUADRO N° 3.5

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I – SOL

CARACTERÍSTICA QUÍMICA	FORMULA	TIPO I – SOL en %	REQUISITO ASTM C –150
Oxido de Calcio	CaO	63.20	
Dioxido de silicio	SiO ₂	19.79	
Oxido de aluminio	Al ₂ O ₃	6.15	
Oxido férrico	Fe ₂ O ₃	2.82	
Oxido de potasio	K ₂ O	0.96	
Oxido de sodio	Na ₂ O	0.28	
Oxido de azufre	SO ₃	2.58	C3A ≤8 max: 3 C3A >8 max: 3.5
Oxido de magnesio	MgO	3.16	Máximo: 6.00
Cal libre		0.52	
Perdidas por Ignición		0.8	Máximo: 3.00
Residuos insolubles		0.62	Máximo: 0.75
Silicato Tricalcico	C ₃ S	54.18	
Silicato Bicalcico	C ₂ S	15.87	
Aluminato Tricalcico	C ₃ A	11.53	
Ferro Aluminato Tetracalcico	C ₄ AF	8.57	

3.4 AGREGADO FINO

3.4.1 GENERALIDADES

Es el proveniente de la desintegración natural o artificial (arena), que pasa el tamiz 3/8" (9.52 mm) y que cumple los límites establecidos en la Norma.

Se puede utilizar arena de molino o natural. La arena debe ser partícula dura, densa y durable de roca no recubierta y de contenido de humedad uniforme y estable; debe estar de acuerdo a la Norma ASTM C-33 actual.

CANTERA.- El agregado utilizado es el proveniente de la Cantera "JICAMARCA", que se localiza a la altura de la Carretera Central Cajamarquilla Km 6, Distrito de Lurigancho Chosica, Provincia y Departamento de Lima.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO

3.4.2.1 PESO ESPECÍFICO: NORMA ITINTEC 400.022

Es la relación a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas. Además el peso específico es un indicador de la calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

También se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 Kg/m³.

PROCEDIMIENTO (Método del Balón)

- Cuartear el material y tomar de ella aproximadamente 3 Kg.

- Luego remojar el material durante 24 hrs.
- Al día siguiente, eliminar el agua del recipiente, para luego esparcir el material sobre una superficie plana.
- Comprobar si la muestra esta saturado superficialmente seco (S.S.S.), para ello echar en un molde tronco-conico metálico apisonando con 25 golpes sin compactar el material; si al levantar el molde la muestra queda exacta al modelo del molde, esto significa que falta secar, pero si queda desmoronado, significa que ha secado demasiado, y si quedara desmoronado parcialmente y de punta significa que la muestra esta S.S.S.
- Pesar 500 gr. del material S.S.S. y luego echar en un balón de vidrio para determinar su volumen por desplazamiento.
- Pesar el balón con el material S.S.S.
- Echar agua hasta 500cm^3 a temperatura ambiente de 23°C ; para luego sacar el aire que se encuentra en dicho frasco, para ello agitar suavemente el balón.
- Pesar el balón con agua y material S.S.S.
- Secar el material, colocar en el horno a una temperatura de 100°C a 110°C .
- Determinar el peso de la muestra secada al horno.
- Con los datos obtenidos determinar el Peso Especifico.

3.4.2.2 ABSORCION: NORMA ITINTEC 400.022

Capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con el. Al igual que el contenido de humedad esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto. También se define como la diferencia en peso del material superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24hr) todo dividido entre el peso seco y multiplicado por 100.

El valor de absorción puede ser determinado a partir de los datos para el cálculo del peso especifico.

CUADRO N° 3.6

**PESO ESPECIFICO Y % DE ABSORCION DE LA ARENA
(METODO DEL BALON)**

Datos & Resultados	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra S.S.S.	gr	500.0	500.0	500.0
B. Peso de la muestra S.S.S. + peso del balón	gr	666.0	665.5	666.0
C. Peso de la muestra S.S.S. + peso del balón + peso del agua	gr	977.0	975.0	975.0
D. Peso del agua (C-B)	gr	311.0	309.5	309.0
E. Volumen del agua (D/P _{eso específico del agua})	cm ³	311.0	309.5	309.0
F. Volumen del balón	cm ³	500.0	500.0	500.0
G. Volumen de la muestra (F-E)	cm ³	189.0	190.5	191.0
H. Peso de la muestra secada al horno	gr	490.0	490.0	490.0
Peso específico (H/G)	gr/cm ³	2.59	2.57	2.57
Porcentaje de absorción (A-H)/(H)*100	%	2.04	2.04	2.04

PROMEDIO

PESO ESPECIFICO	2.58 gr/cm³
PORCENTAJE DE ABSORCION	2.04 %

**3.4.2.3 PESO UNITARIO SUELTO Y PESO UNITARIO COMPACTADO
NORMA ITINTEC 400.017**

Resulta del cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Este valor es un parámetro hasta cierto punto relativo, puesto que esta influenciado por los espacios vacíos entre partículas como consecuencia del acomodo entre estas.

El peso unitario compactado se emplea generalmente para estimar las proporciones entre agregados; mientras que el peso unitario suelto para realizar conversiones de

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

dosificaciones de mezcla en volumen. Este valor de peso unitario oscila entre 1500 y 1700 Kg/m³.

PROCEDIMIENTO

- Cuartear adecuadamente el material.
- Llenar el balde metálico de (1/10) pie³ con el material y enrasarlo; luego pesarlo para el calculo del peso unitario suelto.
- Llenar el balde con material en 3 capas, en cada capa aplicar 25 golpes con una varilla de D=5/8" con punta lisa y redondeada; y con 60cm de longitud.
Cuando se compacta la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las ultimas capas solo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.
Luego enrasar y pesar para obtener el peso unitario compactado.
- Pesarse el balde metálico.
- A fin de determinar la capacidad o volumen exacto del balde se llenara con agua y se pesara; obteniendo el peso de agua contenida se determina el volumen.

Cálculos:

$$\text{Peso Unitario Suelto PUS} = \frac{\text{Peso Suelto}}{\text{Volumen del balde}}$$

$$\text{Peso Unitario Compactado PUC} = \frac{\text{Peso Compactado}}{\text{Volumen del balde}}$$

CUADRO N° 3.7

PESO UNITARIO SUELTO (PUS) DE LA ARENA

PESO UNITARIO SUELTO	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra suelta + balde $1/10p^3$	Kg	6.515	6.449	6.505
B. Peso del balde $1/10p^3$	Kg	1.799	1.800	1.800
C. Peso de la muestra suelta (A-B)	Kg	4.716	4.649	4.705
D. Volumen del balde $1/10p^3$	m^3	0.00277	0.00277	0.00277
Peso Unitario Suelto (C/D)	Kg/m^3	1,701.30	1,677.13	1,697.33

PROMEDIO

PESO UNITARIO SUELTO (PUS)	1,691.92	Kg/m^3
----------------------------	----------	----------

PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) DE LA ARENA

PESO UNITARIO COMPACTADO	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra compactada + balde $1/10p^3$	Kg	6.860	6.875	6.865
B. Peso del balde $1/10p^3$	Kg	1.798	1.798	1.798
C. Peso de la muestra compactada (A-B)	Kg	5.062	5.077	5.067
D. Volumen del balde $1/10p^3$	m^3	0.00277	0.00277	0.00277
Peso Unitario Compactado (C/D)	Kg/m^3	1,826.12	1,831.53	1,827.92

PROMEDIO

PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)	1,828.52	Kg/m^3
--------------------------------	----------	----------

Nota: Para el volumen del balde $1/10p^3$, se determino el volumen del agua contenido en ella, el cual resulta $0.02772m^3$

3.4.2.4 GRANULOMETRIA: NORMA ITINTEC 400.012

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

Como sería sumamente difícil de medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndoles en porcentajes con respecto al peso total. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

El Reglamento Nacional de Construcción especifica la Granulometria de la arena en concordancia con la norma ASTM C-33.

En el Cuadro N° 3.8 se puede observar los requisitos granulometricos para el agregado fino y en el Gráfico N° 3.1 se puede observar el análisis granulometrico.

Se tiene cuidado con las arenas finas, puesto que estos originan concretos de mayor costo dada la exigencia de agua, esto puede corregirse disminuyendo la relación de arena/piedra.

PROCEDIMIENTO:

- Pesar 500 gr. libre de impurezas.
- Antes de proceder al tamizado de la muestra, verificar el estado y orden de las mallas. Esta deberá tener el orden de acuerdo al tamaño de la abertura de la siguiente manera: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo.
- Zarandear por espacio de 2 minutos.
- Luego pesar el material retenido en cada malla.
- Con los datos obtenidos realizar los cálculos correspondientes de acuerdo al cuadro que se presenta. Se muestra asimismo el gráfico N° 3.1 correspondiente de acuerdo a los husos para este agregado.

CUADRO N° 3.8

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO

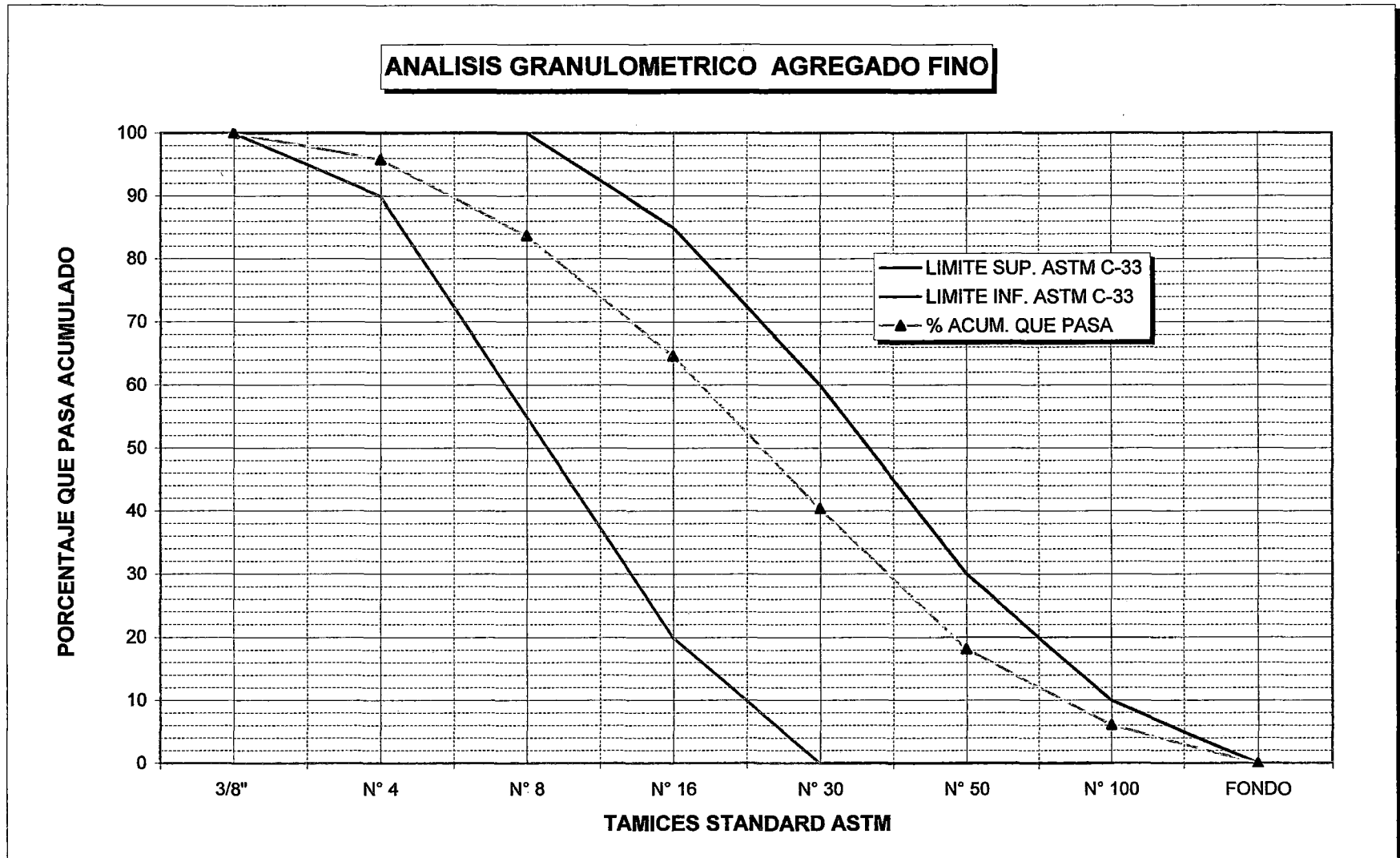
ASTM C - 33

PORCENTAJE DE PESO (masa) QUE PASA

TAMIZ	LIMITES TOTALES		C		M		F	
3/8"	100	100	100	100	100	100	100	100
N° 4	89	100	95	100	89	100	89	100
N° 8	65	100	80	100	65	100	80	100
N° 16	45	100	50	85	45	100	70	100
N° 30	25	100	25	60	25	80	55	100
N° 50	5	70	10	30	5	48	5	70
N° 100	0	12	2	10	0	12	0	12

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

GRAFICO N° 3.1



CUADRO N° 3.9

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	ASTM C-33 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	20.8	4.2	4.2	95.8	95.0	100.0
N° 8	60.3	12.1	16.3	83.7	80.0	100.0
N° 16	95.4	19.1	35.4	64.6	50.0	85.0
N° 30	120.5	24.2	59.6	40.4	25.0	60.0
N° 50	110.8	22.2	81.8	18.2	10.0	30.0
N° 100	60.5	12.1	93.9	6.1	2.0	10.0
FONDO	30.2	6.1	100.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	498.6					

MODULO FINURA	2.91
---------------	------

3.4.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD: NORMA ITINTEC 400.022

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino, esta característica al igual que la absorción son importantes ya que influyen en la determinación final de la cantidad de agua en el concreto.

PROCEDIMIENTO:

- Pesar 500gr del material libre de impurezas en estado natural.
- Colocar en un recipiente metálico y secar al horno durante 24 horas a 100°C a 110°C.
- Pesar la muestra secada al horno y determinar la cantidad de agua en la muestra por diferencia de peso, para expresarla en porcentaje del peso seco.

Realizar los respectivos cálculos de acuerdo al cuadro adjunto.

CUADRO N° 3.10

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ARENA

Datos & Resultados	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra húmeda	gr	500.00	500.00	500.00
B. Peso de la muestra secada al horno	gr	484.00	485.00	483.50
C. Contenido del agua (A-B)	gr	16.00	15.00	16.50
Contenido Humedad (C/B*100)	%	3.31	3.09	3.41

PROMEDIO

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.27 %
----------------------	--------

3.4.2.6 CANTIDAD QUE PASA LA MALLA N° 200

Es el porcentaje de material muy fino, tal como arcilla, limo, etc. que existe en el agregado, los valores altos disminuyen la resistencia del concreto, debido a que afectan a la adherencia entre los agregados y la pasta y consumen mayor cantidad de agua.

LIMITES	Parámetros definidos :	Max. 5%
	Casos especiales :	Max. 3%

CUADRO N° 3.11

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200 DE LA ARENA

Datos & Resultados	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso seco de la muestra	gr	500.00	500.00	500.00
B. Peso seco de la muestra tamizada (vía húmeda)	gr	490.00	490.05	489.00
Material que pasa la malla N° 200 (A-B)/(A)	%	2.00%	1.99%	2.20%

PROMEDIO

MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	2.06%
-----------------------------------	-------

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

3.5 AGREGADO GRUESO

3.5.1 GENERALIDADES

Es el retenido en el tamiz 4.75 mm (Nº-9) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, que cumple con los límites establecidos para su empleo.

El agregado grueso debe ser piedra triturada gravas naturales limpias, libres de polvo superficial y debe cumplir con los requisitos especificados en la NORMA ASTM C-33, excepto en cuanto a la granulometría.

Por economía el contenido de huecos del agregado debe mantenerse lo más bajo posible, entre 38 y 48%. El agregado grueso debe ser bien graduado usándose el mayor tamaño que pueda transportarse y colocarse económicamente en las cimbras, sin segregación excesiva.

Tomando en consideración la disponibilidad de los agregados por tamaño, tipo de construcción de que se trata.

CANTERA

En la presente tesis de investigación se utilizó el agregado procesado en la chancadora Lurin de la empresa UNION DE CONCRETERAS S.A. (UNICON S.A.) que se ubica a la altura de la fábrica de explosivos EXSA, ex fundo Sta. Genoveva, Distrito de Lurin, Provincia y Departamento de Lima.

3.5.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO

3.5.2.1 PESO ESPECÍFICO: NORMA ITINTEC 400.021

Es la relación a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada, libre de gas.

Además el peso específico es un indicador de la calidad, ya que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico de valor bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

También se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 Kg/m³.

PROCEDIMIENTO

- Seleccionar el material por el método del cuarteo, aproximadamente 6 Kg del agregado, rechazando todo material que pasa por el tamiz ITINTEC 4.75 mm (Nº4).
- Después de eliminado todas las impurezas polvo u otros materiales extraños de la superficie del material se seca el material y se pone a remojar en una vasija con agua por espacio de 24 horas.
- Al día siguiente escurrir el agua del recipiente y echar el material sobre una mesa, enseguida con ayuda de una franela secar la superficie del a agregado, a fin de tener material S.S.S.
- Pesamos 5 Kg del material secado.
- Calibrar la Balanza hidrostática sin agua, llenar de agua el recipiente, y pesar la canastilla dentro del agua, anotar el peso cuando deje de gotear la salida del deposito de la balanza hidrostática.
- Pesar el material dentro de la canastilla sumergida.
- Poner el material pesado en un recipiente metálico a fin de colocar este dentro del horno durante 24horas.
- Obtener el peso de la muestra secada al horno.
- Realizar los cálculos de acuerdo al cuadro adjunto.

3.5.2.2 ABSORCION: NORMA ITINTEC 400.021

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos internos en las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, permeabilidad, etc.

Su valor se determina como el contenido de humedad en el estado saturado superficialmente seco del material y se expresa como porcentaje del peso seco.

Su valor puede ser determinado a partir de los datos del ensayo de peso específico, como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 3.12

**PESO ESPECIFICO Y % DE ABSORCION DE LA PIEDRA
(METODO DE LA BALANZA HIDROSTATICA)**

Datos & Resultados	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra SSS	gr	5,000.0	5,000.0	5,000.0
B. Peso de la canastilla en el agua	gr	1,416.0	1,426.0	1,427.00
C. Peso de la muestra SSS + peso de la Canastilla en el agua	gr	4,565.0	4,567.0	4,569.0
D. Peso de la muestra SSS en el agua (C-B)	gr	3,149.0	3,141.0	3,142.0
E. Volumen de la muestra (A-D)	cm ³	1,851.0	1,859.0	1,858.0
F. Peso de la muestra secada al horno	gr	4,965.0	4,972.0	4,970.0
Peso específico (F/E)	gr/cm ³	2.68	2.67	2.67
Porcentaje de absorción (A-F)/(F)*100	%	0.70	0.56	0.60

PROMEDIO

PESO ESPECIFICO	2.67 gr/cm³
------------------------	-------------------------------

PORCENTAJE DE ABSORCION	0.62 %
--------------------------------	---------------

3.5.2.3 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO: NORMA ITINTEC 400.017

Resulta del cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Este valor es un parámetro hasta cierto punto relativo, puesto que esta influenciado por los espacios vacíos entre partículas como consecuencia del acomodo entre estas. El peso unitario compactado se emplea generalmente para estimar las proporciones entre agregados; mientras que el peso unitario suelto para realizar conversiones de dosificaciones de mezcla en volumen. Este valor de peso unitario oscila entre 1,500 y 1,700 Kg/m³.

PROCEDIMIENTO

- Cuartear adecuadamente el material.
- Llenar el balde metálico de (1/2) pie³ con el material y enrasarlo; luego pesarlo para el calculo del peso unitario suelto.
- Llenar el balde con material en 3 capas, en cada capa aplicar 25 golpes con una varilla de D=5/8" con punta lisa y redondeada; y con 60cm de longitud.
Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las ultimas capas solo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.
Luego enrasar y pesar para obtener el peso unitario compactado.
- Pesar el balde metálico.
- A fin de determinar la capacidad o volumen exacto del balde se llenara con agua y se pesara; obteniendo el peso de agua contenida se determina el volumen.

Cálculos:

$$\text{Peso Unitario Suelto PUS} = \frac{\text{Peso Suelto}}{\text{Volumen del balde}}$$

$$\text{Peso Unitario Compactado PUC} = \frac{\text{Peso Compactado}}{\text{Volumen del balde}}$$

CUADRO N° 3.13

PESO UNITARIO SUELTO (PUS) DE LA PIEDRA

PESO UNITARIO SUELTO	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra suelta + balde $1/2p^3$	Kg	30.30	30.00	30.30
B. Peso del balde $1/2p^3$	Kg	10.10	10.10	10.10
C. Peso de la muestra suelta (A-B)	Kg	20.20	19.90	20.20
D. Volumen del balde $1/2p^3$	M^3	0.0136	0.0136	0.0136
Peso Unitario Suelto (C/D)	Kg/m^3	1,485.29	1,463.24	1,485.29

PROMEDIO

PESO UNITARIO SUELTO	1,477.94 Kg/m^3
----------------------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) DE LA PIEDRA

PESO UNITARIO COMPACTADO	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra compactada + balde $1/2p^3$	Kg	32.20	32.20	32.50
B. Peso del balde $1/2p^3$	Kg	10.10	10.10	10.10
C. Peso de la muestra compactada (A-B)	Kg	22.10	22.100	22.40
D. Volumen del balde $1/2p^3$	m^3	0.0136	0.0136	0.0136
Peso Unitario Compactado (C/D)	Kg/m^3	1,625.00	1,625.00	1,647.06

PROMEDIO

PESO UNITARIO COMPACTADO	1,632.35 Kg/m^3
--------------------------	-------------------

Nota : Para el volumen del balde $1/2p^3$, se determinó el volumen del agua contenido en ella, la cual resulta: $0.01360m^3$

3.5.2.4 GRANULOMETRIA: NORMA ITINTEC 400.012

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

Como sería sumamente difícil de medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriendoles en porcentajes con respecto al peso total. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logaritmico que permite apreciar la distribución acumulada.

La toma de muestra de este material según la Norma ITINTEC 400.012 depende del tamaño máximo nominal del agregado según se establece en el Cuadro N° 3.14.

CUADRO N° 3.14

TOMA DE MUESTRA - NORMA ITINTEC 400.012

TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULAS (mm)	PESO APROXIMADO DE LA MUESTRA (Kg)
9.51	2.0
12.70	4.0
19.00	8.0
25.40	12.0
37.50	16.0
50.00	20.0
63.00	25.0
75.00	45.0
90.00	70.0

El agregado grueso debe cumplir los husos que se dan en el Cuadro N° 3.15; el análisis granulometrico respectivo se muestra en el Gráfico N° 3.2.

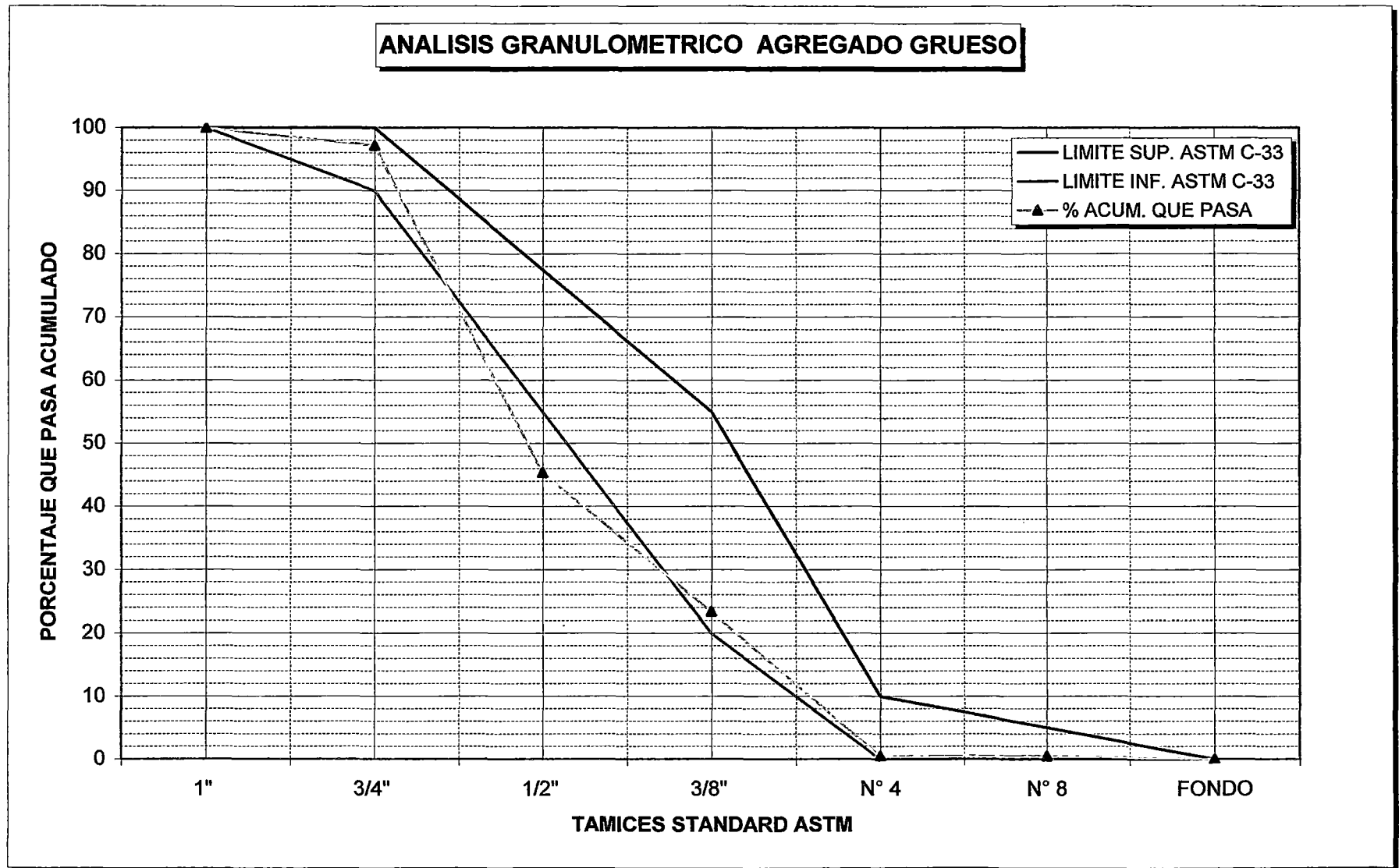
CUADRO N° 3.15

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GRUESO

ASTM C - 33

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16
(3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	...	25 a 60	...	cero a 15	...	cero a 5	...	...	...	...	...
(2 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	35 a 70	cero a 15	...	cero a 5	...	...	...	...	...
(2" a 1")	100	90 a 100	35 a 70	cero a 15	...	cero a 5	...	...	...	...
(2" a N° 4)	100	95 a 100	...	35 a 70	...	cero a cero	...	cero a 5	...	...
(1 1/2" a 3/4")	100	90 a cero	20 a 55	cero a 5	...	cero a 5	...	...	...
(1 1/2" a N° 4)	100	95 a 100	...	35 a 70	...	diez a 30	cero a 5	...	...
(1" a 1/2")	100	90 a 100	20 a 55	cero a diez	cero a 5	...	...	...
(1" a 3/8")	100	90 a 100	40 a 85	diez a 40	cero a 15	cero a 5	...	...
(1" a N° 4)	100	95 a 100	...	25 a 60	...	cero a diez	cero a 5	...
(3/4" a 3/8")	100	90 a 100	20 a 55	cero a 15	cero a 5	...	...
(3/4" a N° 4)	100	90 a 100	...	20 a 55	cero a diez	cero a 5	...
(1/2" a N° 4)	100	90 a 100	40 a 70	cero a 15	cero a 5	...
(3/8" a N° 8)	100	85 a 100	diez a 30	cero a diez	cero a 5

GRAFICO N° 3.2



Para el agregado grueso debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- **Tamaño Máximo**

Es la menor malla por la que pasa el 100% del material.

- **Tamaño Nominal Máximo**

Existen dos definiciones:

T^n_{max}

Malla que pasa del 95-100% o en el que se produce el primer retenido.

T^n_{max}

Diámetro del tamiz inmediato superior al que retiene el 15% o más en forma acumulada del material.

En la presente tesis de investigación utilizaremos la ultima definición.

MODULO DE FINURA (M.F.)

Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el tamiz N° 100 y esta cantidad se divide entre 100; este valor que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica, sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto, ver Cuadro N° 3.16.

$$M.F. = \frac{3'' + 1\ 1/2'' + 3/4'' + 3/8'' + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100}{100}$$

PROCEDIMIENTO

- Pesar 10 kg. de piedra.
- Limpiar las mallas y verificar el correcto orden de las mallas.
- Zarandear el material por un tiempo de 2 minutos.
- Pesar el material retenido en cada malla.
- Realizar los cálculos de acuerdo al siguiente cuadro.

NOTA: El error deberá ser de más o menos de 1% del peso inicial con respecto al peso obtenido en la sumatoria. Para calcular los porcentajes considerar el peso obtenido de la sumatoria; se muestra el gráfico respectivo.

CUADRO N° 3.16

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	HUSO 67 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	276.0	2.8	2.8	97.2	90.0	100.0
1/2"	5184.0	51.8	54.6	45.4	55.0	77.5
3/8"	2198.0	22.0	76.6	23.4	20.0	55.0
N° 4	2294.0	22.9	99.5	0.5	0.0	10.0
FONDO	47.9	0.5	100.0	0.0	0.0	5.0
TOTAL	10000.0					
MODULO DE FINURA			De 6.75 a 7.28		M.F. 6.79	

TAMAÑO MAXIMO La menor malla por la que pasa el 100% T.M. 3/4"

TAMAÑO NOMINAL MAXIMO La malla que produce el primer retenido T.M.N. 3/4"

3.5.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD: NORMA ITINTEC 400.022

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino, esta característica al igual que la absorción es importante ya que influye en la determinación final de la cantidad de agua en el concreto.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

PROCEDIMIENTO:

- Pesar 1000gr del material libre de impurezas en estado natural.
- Colocar en un recipiente metálico y secar al horno durante 24 horas a 100°C a 110°C.
- Pesar la muestra secada al horno y determinar la cantidad de agua en la muestra por diferencia de peso, para expresarla en porcentaje del peso seco.

Realizar los respectivos cálculos de acuerdo al cuadro adjunto.

CUADRO N° 3.17

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA PIEDRA

Datos & Resultados	UND	MUESTRA		
		M1	M2	M3
A. Peso de la muestra húmeda	gr	1,000.00	1,000.00	1,000.00
B. Peso de la muestra secada al horno	gr	998.00	998.50	998.00
C. Contenido del agua (A-B)	gr	2.00	1.50	2.00
Contenido Humedad (C/B*100)	%	0.20	0.15	0.20

PROMEDIO

CONTENIDO DE HUMEDAD	0.18 %
----------------------	--------

3.6 AGUA

3.6.1 GENERALIDADES

Se sabe que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este elemento debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química.

El agua de mezcla tiene tres funciones principales:

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

Por lo tanto la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de lo necesario para la hidratación del cemento.

El problema principal del agua reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano ya que si no daña al hombre no daña al concreto.

En este sentido es interesante distinguir el agua potable en términos de los requerimientos nominales establecidos por los organismos que regulan su producción y uso ya que los requerimientos aludidos son más exigentes de lo necesario.

3.6.2 PRINCIPALES REQUISITOS A CUMPLIR

La Norma ITINTEC 339.088 establece como requisitos para agua de mezcla y curado:

CUADRO N° 3.18

Descripción	Limite Permisible
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresado en NaHCO_3)	1000 ppm máximo
Sulfatos (Ion SO_4)	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 y 8.0

Existe evidencia experimental que el empleo de agua con contenidos individuales de cloruros, sulfatos y carbonatos sobre las 5000 ppm, ocasionan reducción de resistencias hasta del orden del 30% con relación a concretos con agua pura. La materia orgánica por encima de las 1000 ppm reduce resistencia e incorpora aire.

El criterio que establece la Norma ITINTEC 339.088 y el Comité ACI-318 para determinar la habilidad de determinada agua para emplearse en concreto, consiste en preparar cubos de mortero de acuerdo con la norma ASTM C-109, usando el agua dudosa y compararlos con cubos similares elaborados con agua potable. Si la resistencia en compresión a 7 y 28 días de los cubos con el agua en prueba no es menor del 90% de la de los cubos de control, se acepta el agua como apta para su uso en concreto.

Como dato interesante es una evidencia que en el Perú muy pocas "aguas potables" cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos, sin embargo sirve para el consumo humano y consecuentemente para el concreto, por lo que no debe cometerse el error de establecer especificaciones para agua que luego no se puede satisfacer en la practica.

No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes.

Los efectos perniciosos que pueden esperarse del agua de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc.

3.6.3 AGUA A UTILIZAR

El agua empleada en la presente Tesis para elaborar concreto es el agua potable, por tanto cumple con los requisitos establecidos en la Norma INTINTEC 339.088.

CUADRO N° 3.19

**PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS
(CUADRO RESUMEN)**

PROPIEDADES FÍSICAS	UND	ARENA	PIEDRA
Tamaño Máximo	Pulg	.....	3/4"
Tamaño Nominal Máximo	Pulg	.....	3/4"
Modulo de Finura		2.91	6.79
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1,691.92	1,477.94
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1,828.52	1,632.35
Peso Especifico	gr/cm ³	2.58	2.67
Absorción	%	2.04	0.62
Contenido de Humedad	%	3.27	0.18
Material que pasa la Malla N° 200	%	2.06%	.....

3.7 AGREGADO GLOBAL

Para la DETERMINACION DE LA OPTIMA RELACION PORCENTUAL ENTRE EL AGREGADO FINO Y GRUESO se usó el método de la "Compacidad" y de Resistencia Máxima.

Los requisitos granulometricos para el Agregado Global se pueden observar en el Cuadro N° 3.20.

1. Método de la Compacidad

El objetivo de este método es de buscar el mejor acomodo que puedan tener los agregados entre sí.

Este método consiste en mezclar los agregados (piedra y arena) en diferentes porcentajes a fin de obtener para cada porcentaje un valor de Peso Unitario

CUADRO N° 3.20

REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL
HUSOS DIN 1045 CONCRETO BOMBEABLE

PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO

TAMIZ (Pulg)	ABERTURA (mm)	A	B	C	Dn. max=1"	Dn. max=3/4"
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
	32.000	100	100	100		
1"	25.400					100
3/4"	19.100				80 a 88	100
	16.000	62	80	89		
1/2"	12.700				63 a 75	
3/8"	9.520				55 a 71	61 a 72
	8.000	38	62	77		
1/4"	6.350					
N° 4	4.760				40 a 59	40 a 59
	4.000	23	47	65		
N° 8	2.380				28 a 46	28 a 46
	2.000	14	37	53		
N° 16	1.190				18 a 35	18 a 35
	1.000	8	28	42		
N° 30	0.593				12 a 25	12 a 25
	0.297				7 a 15	7 a 15
N° 50	0.250	2	8	15		
N° 100	0.149				3 a 8	3 a 8
Fondo	0.074				0	0
M. F	=	6.1	4.8	4.0		

Compactado (PUC); con estos datos realizar un gráfico de PUC vs % Arena y determinar en ella el mayor PUC; la cual nos quiere decir que tiene mejor acomodo entre las partículas.

En la presente tesis se realizaron en total cinco relaciones porcentuales de arena y piedra, las cuales se observan en el Cuadro N° 3.21.

Para la primera relación tomamos como base 18 kilos de arena que nos representaba el 46% del total de la mezcla y el resto que es el 54% lo completamos con una cierta cantidad de piedra, que por una regla de tres directa hallar el peso correspondiente que es de 21.13 kilos.

Aquí obtuvimos un peso unitario promedio de 1933.8 kg/m^3 de tres ensayos consecutivos.

En el Gráfico N° 3.3, observamos que la relación de 51% de piedra y 49% de arena son los que tienen mayor peso unitario compactado; como sabemos este método de compacidad es una aproximación a la optima relación arena piedra.

2. Método de la Resistencia Máxima

Sin embargo con esta proporción de 51% de Piedra y 49% de Arena, no significa necesariamente que se tenga un concreto de trabajabilidad optima y de mayor resistencia; estos porcentajes permite tener una buena aproximación para el diseño de mezclas respectivo.

A fin de lograr la proporción optima del Agregado Global, habrá que observarse las principales propiedades del concreto, que satisfagan las condiciones de trabajabilidad y resistencia. Para ello se realizará cuatro mezclas de prueba, considerando un asentamiento de 3-4", las cantidades de agua y relación $(a/c) = 0.65$ constante.

AGREGADO GLOBAL

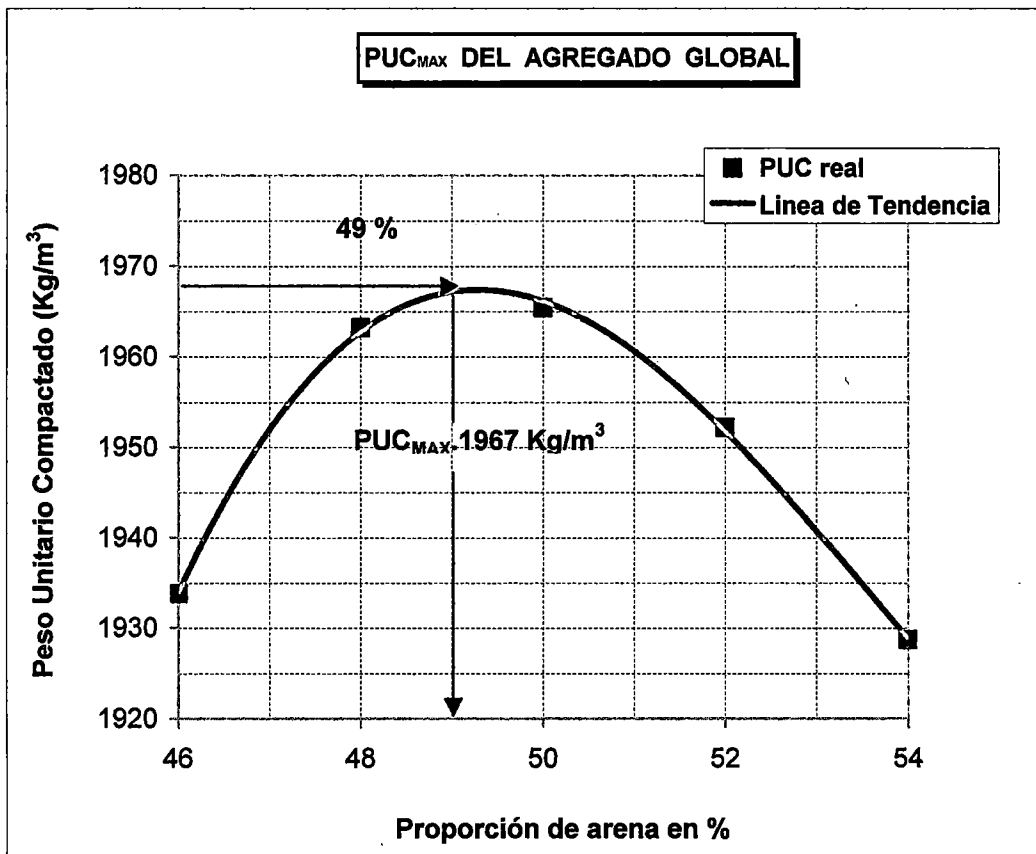
ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO (para hallar la proporción de arena y piedra)

CUADRO N° 3.21

$$V_{\text{balde}}(\text{m}^3) = 0.01360$$

N°	COMBINACION				RESULTADO	
	ARENA		PIEDRA		PESO COMPACTADO	PUC Kg/m ³
	%	Kg	%	Kg		
1	46	18.00	54	21.13	26.30	1933.8
2	48	23.00	52	24.92	26.70	1963.2
3	50	26.00	50	26.00	26.73	1965.4
4	52	32.00	48	29.54	26.55	1952.2
5	54	38.00	46	32.37	26.23	1928.7

GRÁFICO N° 3.3



En total se prepararon tres probetas para cada relación arena/piedra, para finalmente sacar un promedio; se curaron por espacio de 7 días y se procedió a ensayar en la maquina de compresión obteniéndose los resultados mostrados en el Cuadro N° 3.22.

En el Gráfico N° 3.4 observamos que la relación de 48% de arena y 52% de piedra, tiene mejor resistencia que las otras tres.

Por lo tanto a partir de estos porcentajes y a partir de las granulometrías parciales de arena y piedra se elabora la granulometría del agregado global.

En el Cuadro N° 3.23 y Gráfico N° 3.5 se muestra los detalles de calculo y el análisis granulometrico del agregado global respectivamente.

En consecuencia será esta la relación porcentual optima con la cual trabajaremos para los diseños de mezclas respectivos.

En este ítem solo se mostró los resultados de los ensayos a compresión del concreto, mas adelante se explicará con mayor detalle el diseño de mezclas (Capitulo N° 04).

AGREGADO GLOBAL

CUADRO N° 3.22

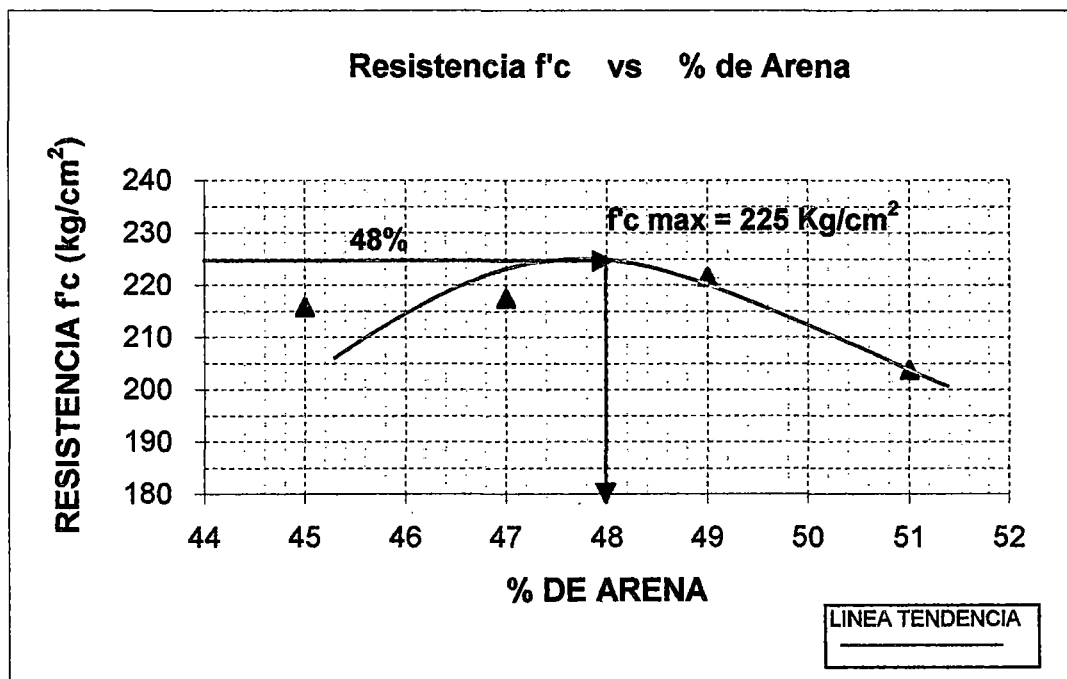
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DÍAS
(para hallar la proporción óptima de arena y piedra)

ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DIAS

Relación Arena/Piedra	Díámetro (cm)	Carga (KN)	f _c (Kg/cm ²)	Promedio
45/55	15.20	372.72	219.63	215.72
	15.30	376.64	214.98	
	15.20	371.40	212.56	
47/53	15.20	378.82	216.29	217.45
	15.30	370.44	209.26	
	15.20	396.34	226.80	
49/51	15.30	398.32	224.99	221.60
	15.30	376.20	212.48	
	15.20	197.90	227.32	
51/49	15.30	362.70	204.62	203.66
	15.30	354.04	199.62	
	15.30	366.24	206.74	

GRÁFICO N° 3.4

f_c max. para hallar la óptima relación porcentual Arena Piedra



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 3.23

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

Combinación		Arena Lavada 48%		Piedra chancada 52%				
N° Malla	% Retenido		Combinación 48/52			Huso		
	Arena	Piedra	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	% que Pasa		
						A	B	C
1" (25.4mm)		0.00	0.00	0.00	100.00	87.30	93.30	96.30
3/4" (19.10mm)		2.80	1.46	1.46	98.54	74.70	86.70	92.70
1/2" (12.70mm)		51.80	26.94	28.40	71.60	50.00	71.00	83.00
3/8" (9.52mm)	0.0	22.00	11.44	39.84	60.16	44.00	66.50	80.00
N° 4 (4.76mm)	4.2	22.90	13.92	53.76	46.24	26.75	50.75	68.00
N° 8 (2.38mm)	12.1	0.00	5.81	59.57	40.43	17.00	40.30	57.00
N° 16 (1.19mm)	19.1	0.50	9.43	69.00	31.00	11.00	32.50	47.50
N° 30 (0.593mm)	24.2	0.00	11.62	80.62	19.38	6.50	23.00	35.25
N° 50 (0.250mm)	22.2	0.00	10.66	91.28	8.72	2.00	8.00	15.00
N° 100 (0.149mm)	12.1		5.81	97.09	2.91	0.00	0.00	0.00
FONDO	6.1		2.91	100.00	0.00			
TOTAL	100.0	100.0						

GRAFICO N° 3.5

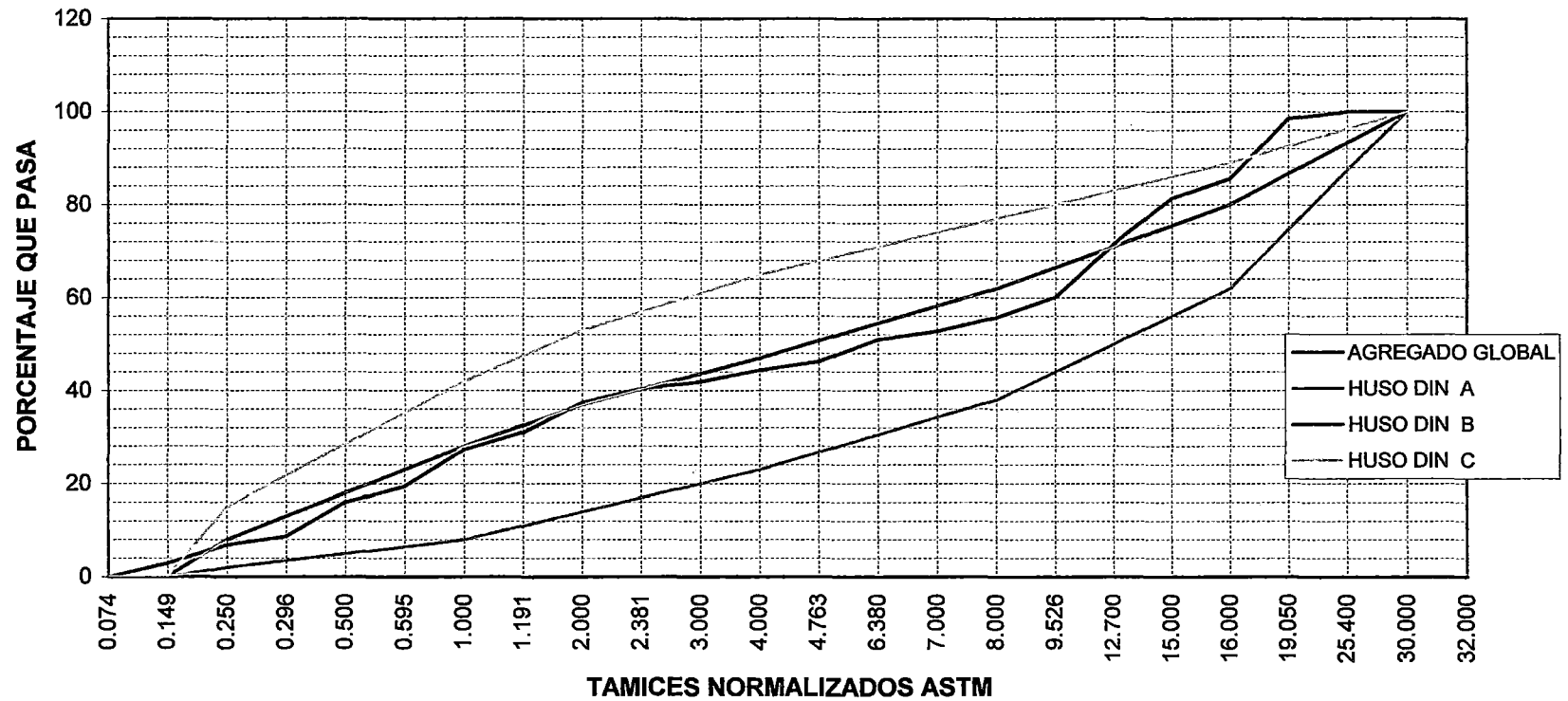
MATERIAL

Arena Gruesa y Piedra Chancada
48% de arena y 52% de piedra

HUSOS : DIN 1045

M.F.G = 4.93

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GLOBAL



CAPITULO 04

DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS

4.1 INTRODUCCION

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente, la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Es usual el suponer que esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en las obras, lo cual está muy alejado de la realidad, ya que es en esta etapa del proceso constructivo cuando resulta primordial la labor creativa del responsable de dicho trabajo y en consecuencia el criterio personal.

La tecnología del concreto moderna es una premisa básica el que no se puede separar el diseño de la mezcla, del proceso constructivo en su integridad, ya que entre ambos existe una correspondencia biunívoca, pues para cada obra existen condicionantes ambientales, de diseño estructural, de materiales, mano de obra, equipo, etc., que necesariamente requieren una solución original en lo que al diseño de mezcla se refiere.

En realidad, hay que tener presente que no existe ningún método perfecto, ni que nos proporcione una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio personal de quien los aplique y los resultados que cada profesional con su conocimiento técnico y experiencia obtenga en obra; siempre en concordancia con los requerimientos del proyecto por ende la calidad del concreto.

En la presente tesis se seguirá el procedimiento del ACI 211.1, pero teniendo en cuenta la relación óptima porcentual de combinación entre la arena y piedra, la cual fue determinada por el método de la máxima compactación del agregado global,

asimismo la cantidad requerida de agua será la obtenida mediante el diseño de mezclas de prueba a fin de obtener el slump requerido.

4.2 DISEÑO DE MEZCLA

4.2.1 DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS

CUADRO N° 4.1

Propiedad	CEMENTO	AGREGADO	
	Portland Tipo I - Sol	Fino	Grueso
Peso Especifico (gr/cm ³)	3.15	2.58	2.67
Contenido de Humedad (%)	---	3.27	0.18
Absorción (%)	---	2.04	0.62
Tamaño Nominal Máximo	---	---	3/4"

Como se conoce la optima relación porcentual arena/piedra, 48 y 52 % respectivamente, se procederá al diseño respectivo.

4.2.2 PROCEDIMIENTO

Diseñaremos la mezcla del concreto patrón, para lo cual tenemos que buscar el agua optima que cumpla con los requerimientos de asentamiento de 3" a 4".

Para obtener el agua optima de mezclado se realizo tres diseños de mezcla con diferentes cantidades de agua de acuerdo al siguiente procedimiento.

4.2.2.1 EJEMPLO DE DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACION A/C 0.65

1. Tamaño Nominal Máximo 3/4"
2. Asentamiento Requerido 3" a 4"

Del Cuadro N° 4.4 (Tabla ACI)

- | | | |
|----|----------------------|-----------|
| 3. | Agua de Mezclado (a) | 210 Kg |
| 4. | Aire Atrapado | 2 % |
| 5. | Relación a/c | 0.65 |
| 6. | Cemento | 324.00 Kg |
- (a/c) = 0.65
= a/0.65 = 210/0.65

7. Volumen de Agregados

INSUMOS	Diseño Seco	Volumen Absoluto
Cemento	324.00	$324/3150 = 0.103$
Agua	210.00	$210/1000 = 0.210$
Piedra	927.00 (3)	0.347 (1)
Arena	826.00 (4)	0.320 (2)
% Aire atrapado	2%	$2.0/100 = 0.020$
		1.000 m ³

CÁLCULOS

$$\text{Volumen agregados} = (1.000 - 0.103 - 0.210 - 0.020) = 0.667 \text{ m}^3$$

(1)	Volumen Piedra = 52% x 0.667	= 0.347 m ³
(2)	Volumen Arena = 48% x 0.667	= 0.320 m ³
(3)	Peso de Piedra = 52% x 0.667 x 2.67 x 1000	= 927.00 Kg
(4)	Peso de Arena = 48% x 0.667 x 2.58 x 1000	= 826.00 Kg

8. Cálculo del volumen absoluto de piedra y arena con el porcentaje óptimo de agregado 48 y 52% de Arena y Piedra respectivamente.

(1)	Volumen Piedra = 52% x 0.667	= 0.347 m ³
(2)	Volumen Arena = 48% x 0.667	= 0.320 m ³

9. El contenido de humedad y la absorción de los agregados influyen en el agua de la mezcla, por lo que se tiene que realizar la respectiva corrección, ya que los agregados deben presentar las características con las cuales ingresarán para la elaboración del concreto.

- **Peso Húmedo de la piedra (Po) = 929.00 Kg**

$$Po = \text{Peso piedra} \times (1 + CH_{\text{Piedra}}/100)$$

$$= 927.00 \times (1 + 0.18/100)$$

- **Peso Húmedo de la arena (Ao) = 854.00 Kg**

$$Ao = \text{Peso Arena} \times (1 + CH_{\text{Arena}}/100)$$

$$= 826.00 \times (1 + 3.27/100)$$

- **Corrección de agua:**

Aporte de agua por humedad del agregado

(+) Da agua
(-) Quita agua

Aporte de agua por humedad del Agregado = $((CH - AB) / 100) \times P_{\text{seco}}$

Aporte agua por arena = $((3.27 - 2.04) / 100) \times 826.00$
 = + 10.15 (1)

Aporte agua por piedra = $((0.18 - 0.62) / 100) \times 927.00$
 = - 4.08 (2)

Luego, total agua (1) + (2) = +10.15 + (- 4.08) = + 6.07 **Da agua**

Por lo tanto como los agregados dan agua, 6.07 lt, se debe quitar esta cantidad; tenemos:

Agua corregida = Agua inicial – Aportes de agua
 = 210 – (+ 6.07) = 204.00 litros

10. Se muestra el diseño final para 1 m³ de concreto y 0.02 m³ (3 probetas de 15x30 cm).

Insumo	Peso Seco	Peso Húmedo 1m ³	Tanda Húmeda (0.02 m ³)
Cemento	324.00	324.00	6.48 Kg
Agua	210.00	204.00	4.08 Litros
Piedra	927.00	929.00	18.58 Kg
Arena	826.00	854.00	17.08 Kg

Para este diseño de prueba el asentamiento resultante fue de 2 1/8", por lo que se realizará dos pruebas más, con el fin de obtener tres diseños con su respectivo asentamiento y realizar la gráfica respectiva para determinar la cantidad de agua optima para el asentamiento de 3" a 4".

Los pasos del 3 al 9 se repetirán para la elaboración de los diseños de mezcla correspondiente para las relaciones a/c 0.60 y 0.70.

A continuación se presentan los tres diseños de prueba para la obtención del agua optima de mezclado para el a/c 0.65.

Especificaciones:

Arena	48.00%
Piedra	52.00%
Asentamiento	3" a 4"
a/c	0.65
A/P	48/52
D_{max}^n	3/4"
M.F.	4.93

CUADRO N° 4.2

RELACIÓN A/C 0.65

DISEÑOS DE MEZCLA DE PRUEBA A FIN DE OBTENER EL AGUA OPTIMA

Agua de prueba = 210 lt

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	324.00	0.103	324.00	6.48 Kg.
Agua	210.00	0.210	204.00	4.08 Litros
Piedra	927.00	0.347	929.00	18.58 Kg.
Arena	826.00	0.320	854.00	17.08 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		
Slump obtenido				2 1/8"

Agua de prueba = 215 lt

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	331.00	0.105	331.00	6.62 Kg.
Agua	215.00	0.215	209.00	4.18 Litros
Piedra	916.00	0.343	918.00	18.36 Kg.
Arena	818.00	0.317	845.00	16.90 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		
Slump obtenido				3 1/4"

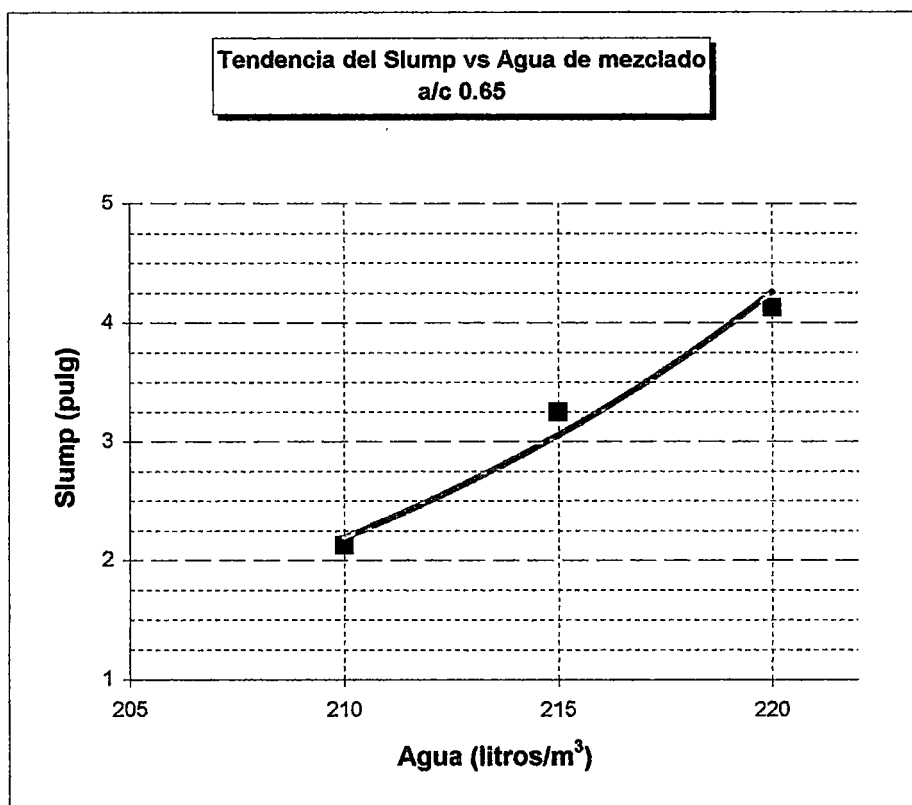
Agua de prueba = 220 lt

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	339.00	0.108	339.00	6.78 Kg.
Agua	220.00	0.220	214.00	4.28 Litros
Piedra	906.00	0.339	908.00	18.16 Kg.
Arena	808.00	0.313	835.00	16.70 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		
Slump obtenido				4 1/8"

**DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA OPTIMA PARA
EL DISEÑO FINAL DE MEZCLA - RELACION a/c=0.65**

GRÁFICO N° 4.1

Agua (l/m ³)	Slump (pulg)
210	2 1/8
215	3 1/4
220	4 1/8



RESULTADO:

De la gráfica mostrada, se requiere para un slump de 3 2/4", 217 litros de agua. Por lo tanto el diseño final para a/c 0.65 es el siguiente.

Arena 48%
Piedra 52%

Slump	3" - 4"
a/c	0.65
A/P	48/52
D ⁿ _{max}	3/4"
M.F.	4.93

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	334.0	0.106	334.0	6.68 Kg.
Agua	217.0	0.217	211.0	4.22 Litros
Piedra	914.0	0.342	916.0	18.32 Kg.
Arena	813.0	0.315	840.0	16.80 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro Sodio con cemento Portland Tipo I"

CUADRO N° 4.3

DISEÑO FINAL DE MEZCLA PATRON - RELACION a/c 0.60, 0.65 y 0.70

% Arena/Piedra : 48/52

a/c 0.60

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	367.00	0.117	367.00	7.34 Kg.
Agua	220.00	0.220	214.00	4.28 Litros
Piedra	892.00	0.334	894.00	17.88 Kg.
Arena	798.00	0.309	825.00	16.50 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		

a/c 0.65

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	334.00	0.106	334.00	6.68 Kg.
Agua	217.00	0.217	211.00	4.22 Litros
Piedra	914.00	0.342	916.00	18.32 Kg.
Arena	813.00	0.315	840.00	16.80 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		

a/c 0.70

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)
	Seco	Volumen Absoluto	Húmedo	
Cemento	306.00	0.097	306.00	6.12 Kg.
Agua	214.00	0.214	208.00	4.16 Litros
Piedra	930.00	0.348	932.00	18.64 Kg.
Arena	829.00	0.321	857.00	17.14 Kg.
Aire atrapado	2%	0.020		

LOS DISEÑOS DE MEZCLAS FINALES FUERON REALIZADOS DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO DADO PARA LA PRUEBA DE DISEÑO DE LA RELACION a/c 0.65.

MAYOR DETALLE VER ANEXO A

CUADRO N° 4.4

CANTIDADES APROXIMADAS DEL AGUA DE MEZCLADO PARA DIFERENTES SLUMPS
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE AGREGADO Y CONTENIDO DE AIRE

SLUMP	Tamaño Máximo Nominal de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	176	160	---
% aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----
% aire incorporado recomendado en función del grado de exposicion								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	1.5	4.0

Fuente : ACI 211.1-' 91

CUADRO N° 4.5

RELACIÓN AGUA / CEMENTO (A/C) vs f_c

f_c a 28 días Kg/cm ²	Relación agua / cemento en peso	
	Sin incorporar aire	Con aire incorporado
150	0.79	0.7
200	0.69	0.6
250	0.61	0.52
300	0.54	0.45
350	0.47	0.39
400	0.42	----
450	0.38	----

Fuente : ACI 211.1-' 91

CAPITULO 05

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

5.1 GENERALIDADES

Cada estructura de concreto tiene diferentes condiciones de entorno y de exposición de durabilidad. Por lo tanto, el proyectista debe especificar y seleccionar los materiales y las propiedades del concreto recién mezclado (asentamiento, contenido de aire, tiempo de fraguado) y endurecido (resistencia, permeabilidad, curado), que proporcionara comportamiento de largo plazo durante la vida de servicio proyectada.

Ante ello las propiedades del concreto al estado fresco deberán estar en función al uso que se dará en obra, es por ello que en la dosificación se hace necesario tomar este aspecto con el fin de que el concreto pueda ser transportado, colocado y compactado bajo especificaciones dadas por el proyectista.

5.2 ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

5.2.1 ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO

METODO DEL CONO DE ABRAMS – NORMA ITINTEC 339-035

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

Este ensayo trata de dar una aproximación numérica a la trabajabilidad del concreto, definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncoconico, midiendo el asiento del concreto después de desmoldarla.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- Se humedece el interior del molde y la base sobre la cual se va hacer el ensayo; la base debe ser firme, plana nivelada y no absorbente, recomendable plancha metálica.
- Sujetar firmemente el molde con los pies, para ello pisar las aletas con que cuenta el molde.
- Luego echar concreto al molde con el cucharón, hasta $\frac{1}{3}$ del volumen del cono, altura aproximada de 6.5 cm, y chupear 25 veces de afuera hacia adentro en forma de espiral.
- Enseguida colocar la segunda capa, altura aproximada de 15.5 cm. teniendo cuidado de que la varilla compactadora penetre ligeramente en la capa anterior.
- Colocar la tercera capa, colocando un poco mas del concreto necesario y chuzar 25 veces, penetrando ligeramente en la capa anterior.
- Eliminar el exceso de concreto usando una plancha y se aparta el concreto que se haya depositado al pie del molde.
- Golpear suavemente con la varilla compactadora una de las generatrices del cono, con el fin de producir la caída del concreto.
- Levantar el molde verticalmente en 5 a 10 segundos, sin impartirle movimiento lateral o de torsión.
- Colocar el molde al lado del concreto ensayado y se mide la distancia entre la varilla colocada horizontalmente sobre el molde y la cara superior del concreto, esta distancia en centímetros es lo que se denomina asentamiento.

5.2.2 EXUDACION - NORMA ITINTEC 339.077

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto.

Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

Esta influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- Verter la mezcla de concreto en el balde metálico de $\frac{1}{2} p^3$ en tres capas compactando cada capa con 25 golpes; luego de llenar, proceder a nivelar y alisar la superficie del recipiente.
- Quitar aproximadamente 1" de espesor de mezcla.
- Pesar el recipiente con la mezcla, a fin de obtener el peso de la muestra por diferencia.
- Enseguida a fin de facilitar la extracción del agua de exudación, colocar un taco de 5 cm de altura debajo de la base del molde metálico, con el objeto de inclinarla y el agua exudada se junte.
- Con una pipeta o jeringa extraer el agua exudada a intervalos de 10 minutos durante los primeros 40 minutos, y luego a intervalos de 30 minutos de allí en adelante hasta que cese la exudación. Después de extraer el agua exudada se regresa el recipiente a su posición original.
- Cuando se requiere solamente el volumen total de agua exudada el procedimiento de extracción periódica puede ser omitido y la extracción se hará en una sola operación.

CALCULOS

Datos previos:

Peso de la muestra en Kg ($W_{muestra}$)

Cantidad total de agua exudada ($W_{agua\ exudada}$)

De los datos de diseño:

Cantidad de agua por m³ en Kg (Wagua diseño)

Peso total de materiales x m³ de concreto (Wmateriales)

- Con los datos antes mencionado se tiene:

$$\text{Wagua de la muestra} = \frac{W_{\text{muestra}}}{W_{\text{materiales}}} \times \text{Wagua diseño}$$

Luego, el Porcentaje de Exudación:

$$\% \text{ de Exudación} = \frac{\text{Wagua exudada}}{\text{Wagua de la muestra}} \times 100$$

- Se calcula asimismo la velocidad de exudación en mm/hr, como el volumen del agua de exudación por intervalo de tiempo.

$$\text{Velocidad de exudación} = \frac{\text{Volumen exudado}}{\text{Tiempo}}$$

Donde:

Volumen exudado = Volumen de agua de exudación por unidad de superficie

$$= V_i / A = \text{Asentamiento acumulado}$$

V_i = Volumen en cm³ del agua exudada acumulada, durante el intervalo seleccionado.

A = Area expuesta del concreto en cm²

5.2.3 PESO UNITARIO - NORMA ITINTEC 339.046

El Ensayo de Peso Unitario consiste en la determinación del peso de concreto por unidad de volumen; los determinantes en el valor del peso unitario son los pesos

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

específicos de los agregados, pudiéndose clasificar en concretos Densos, Normales y Ligeros.

Según el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el recipiente será de 14 dm³ (½ pie³) para agregados de hasta 2" y de 28 dm³ (1 pie³) para agregados de tamaño máximo mayores.

Para la presente tesis de investigación el tamaño nominal máximo obtenido es de ¾", por lo que usaremos el recipiente de ½ pie³.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- Llenar con concreto el recipiente hasta un tercio de su capacidad para luego compactarla con 25 golpes; de la misma manera se llenan las 02 capas restantes y se realiza el mismo paso descrito anteriormente.
- En la última capa se coloca material en exceso para enrasar a tope con el material, para luego golpear ligeramente la superficie exterior del recipiente con el fin de "eliminar" los vacíos que pudieran haber quedado.
- Se procede a pesar el recipiente.

CALCULO

El peso unitario se calcula dividiendo el peso neto del concreto entre el volumen del recipiente.

$$P_{\text{unitario}} = P_c / V_B$$

Donde:

$$\begin{aligned} P_c &= \text{Peso del concreto neto} \\ V_B &= \text{Volumen del recipiente.} \end{aligned}$$

5.2.4 TIEMPO DE FRAGUADO - NORMA ITINTEC 339.082

El fraguado es el proceso de endurecimiento del concreto. Por lo que su determinación tiene una trascendencia muy importante, por cuanto nos da la pauta del tiempo que se dispone en el proceso constructivo para las operaciones de colocación y acabado. El peso unitario es usado para comprobar el rendimiento de la mezcla, contenido de cemento y contenido de aire.

Este proceso esta dividido en dos periodos:

- El fraguado inicial
- El fraguado final

El fraguado inicial se caracteriza por la pérdida de plasticidad y aumento en la temperatura de la mezcla.

El fraguado final se caracteriza por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes, como lógica consecuencia del aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricalcico del cemento, finura del cemento, relación agua/cemento, temperatura y humedad del ensayo.

La norma establece el tiempo de fraguado del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada; así el fraguado inicial se determina por el tiempo transcurrido, luego del contacto inicial del cemento y el agua hasta que el mortero alcance una resistencia a la penetración de 500 lb/pulg², y la fragua final cuando alcance 4000 lb/pulg².

La resistencia a la penetración, se calcula como el cociente de la fuerza requerida para que la aguja penetre 25mm y el área de la superficie de contacto de la aguja.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- Se usara dos moldes cilíndricos para el ensayo, ellos deben tener 15 cm de diámetro y de 15 cm de altura.
- Debe contarse con un aparato hidráulico con capacidad de 60 kgf a 100 kgf provisto de un dispositivo medidor de presión y un medidor de carga con escala graduada.
- Preparamos una tanda de 0.02 m³ de concreto.
- Tamizamos la mezcla por la malla N° 4; la mezcla que pasa por dicha malla, mortero, es llenada en los dos moldes cilíndricos.
- Se llena cada molde en dos capas con 27 golpes cada capa hasta una altura mínima de 14 cm. Se golpea a los costados del molde para eliminar las burbujas de aire y luego se enrasa.
- Se dispone de 6 agujas cuyos diámetros son de 1 1/8", 13/16", 9/16", 5/16", 4/16", y 3/16".
- La muestra debe almacenarse a temperatura ambiente y protegerse del sol para evitar el secado inmediato. Antes del ensayo con la ayuda de una pipeta retirar el agua que haya exudado.
- Se anota la hora de inicio del ensayo.
- Según el estado de endurecimiento del mortero, se debe colocar el aparato con una aguja de tamaño apropiado y se pone esta en contacto con el mortero.
- Se aplica una fuerza vertical y uniformemente hacia abajo hasta lograra una penetración de 25 mm. En un tiempo aproximado de 10 segundos.
- Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora de ensayo. En posteriores ensayos de penetración se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas.
- La distancia libre entre la aguja y el lugar de cualquier penetración anterior, debe ser al menos 2 veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior a 15 mm. Se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente por lo menos de 25 mm.
- Para muestras normales y temperaturas normales, el primer ensayo se debe hacer cuando haya transcurrido 3 a 4 horas y los demás ensayos cada hora. Para mezclas aceleradas o altas temperaturas se recomienda hacer el primer ensayo cuando hayan transcurrido 1 a 2 horas y los demás ensayos a intervalos de 0.5 horas.

- Para condiciones de baja temperatura o mezcla retardantes, el primer ensayo hacer cuando hayan transcurrido 4 horas o más, los posteriores deben llevarse a intervalos de 1 hora a menos que el incremento de resistencia a la penetración indique que son aconsejables a intervalos mas cortos.
- Para cada ensayo de fraguado, se deben hacer por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellas, serán tales que suministren pintos adecuados y lo suficientemente espaciados para dibujar una curva satisfactoria de velocidad de endurecimiento.

CALCULO

Se calcula la resistencia a la penetración en lb / pulg², como cociente de la fuerza requerida y el área de la aguja utilizada ver cuadros de calculo del tiempo de fraguado.

$$P = F / A$$

Donde :

- P : Resistencia a la penetración en lb/ pulg²
- F : Fuerza necesaria para penetrar 25mm
- A : Area de contacto de la aguja con el mortero.

5.2.5 FLUIDEZ - NORMA ITINTEC 339.085

El ensayo de fluidez mide la resistencia que opone el concreto al experimentar deformaciones, la cual depende de la forma, gradación, tamaño máximo del agregado en la mezcla y de la cantidad de agua en la mezcla.

En la presente tesis el método de ensayo usado fue de la mesa de sacudida (NORMA ITINTEC 339.085). Este método se considera aplicable a concretos plásticos que tienen agregados grueso hasta 38mm (1 ½"). Si el agregado grueso es mayor de 38 mm (1 ½"); el método es aplicable cuando se realiza sobre la porción de hormigón que pasa el tamiz ITINTEC 38 mm (1 ½") después de haber

eliminado los agregados mayores de acuerdo como se indica en la Norma ASTM C-172.

Como sabemos la consistencia es el grado de fluidez de una mezcla; determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- El ensayo consiste en determinar el aumento del diámetro que experimenta la base inferior de un tronco de cono de masa de concreto fresco, sometido a sacudidas sucesivas.
- Previamente limpiar la mesa de sacudidas, quitando el exceso de agua con una esponja.
- Enseguida centrar el molde sobre la mesa, se sujeta firmemente y luego echar material suficiente hasta la mitad del molde.
- Con ayuda de la varilla compactadora aplicar veinticinco golpes, distribuidos uniformemente, por toda la sección de la masa.
- Luego llenar el molde con exceso y aplicar otros veinticinco golpes con la varilla, procurando que esta penetre hasta la capa inferior y que la masa rellene todos los huecos.
- Retirar el concreto sobrante y limpiar la mesa.
- Sacar el molde con cuidado, levantarlo verticalmente y lo más rápido posible.
- Luego se eleva y se deja caer durante 15 veces, desde una altura de 12.5 mm en 15 segundos girando la manivela con una velocidad uniforme.
- Se determina el índice de consistencia calculando el tanto por ciento del aumento del diámetro, expresado en centímetros, de la base inferior del tronco de cono.
- Se toma como diámetro medio del concreto extendido, la media aritmética de seis mediciones del diámetro, distribuidas simétricamente.

CALCULO

$$F = \frac{(D - 25)}{25} \times 100$$

Donde

- D : Diámetro promedio
F : Factor de asentamiento.

5.2.6 CONTENIDO DE AIRE - NORMA ITINTEC 339.046

El contenido de aire en el concreto es el porcentaje de vacíos que hay en la misma. En todo concreto se encuentra aire y es por eso que es importante cuantificarla para prevenir los efectos perjudiciales de esta, tal como la reducción de la resistencia del concreto por incremento de la porosidad del mismo.

El contenido de aire dependerá del tamaño máximo nominal del agregado, es decir, a medida que aumenta ese tamaño, se incrementara el contenido de aire.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- El procedimiento para el contenido de aire es similar que para el peso unitario, ya que para su calculo utilizaremos el método gavimetrico, en la cual haremos uso del peso unitario del concreto fresco.

El contenido de aire se calcula como sigue:

CALCULO

$$CA = (PUL - PUD) \times 100 / P_{\text{unitario}}$$

Donde :

- CA : Contenido de aire en el concreto fresco
PUD : Peso unitario nominal del concreto fresco en Kg/m³ calculado como si no tuviera aire.
PUL : Peso unitario del concreto fresco en Kg/m³

5.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

A continuación se muestran los resultados de los ensayos del concreto al estado fresco, se presentan cuadros y gráficos. El detalle de calculo se encuentra en el ANEXO A.

Relación de Cuadros y Gráficos.

CUADRO N° 5.1	Ensayo de consistencia del concreto
CUADRO N° 5.2	Ensayo de exudación del concreto
CUADRO N° 5.3	Ensayo de Peso Unitario del concreto
CUADRO N° 5.4	Ensayo de Tiempo de Fraguado del concreto
CUADRO N° 5.5	Ensayo de Fluidéz del concreto
GRAFICO N° 5.1	Consistencia vs Relación a/c
GRAFICO N° 5.2	Exudación vs Relación a/c
GRAFICO N° 5.3	Peso Unitario vs Relación a/c
GRAFICO N° 5.4	Tiempo de Fraguado vs Relación a/c
GRAFICO N° 5.5	Fluidéz vs Relación a/c

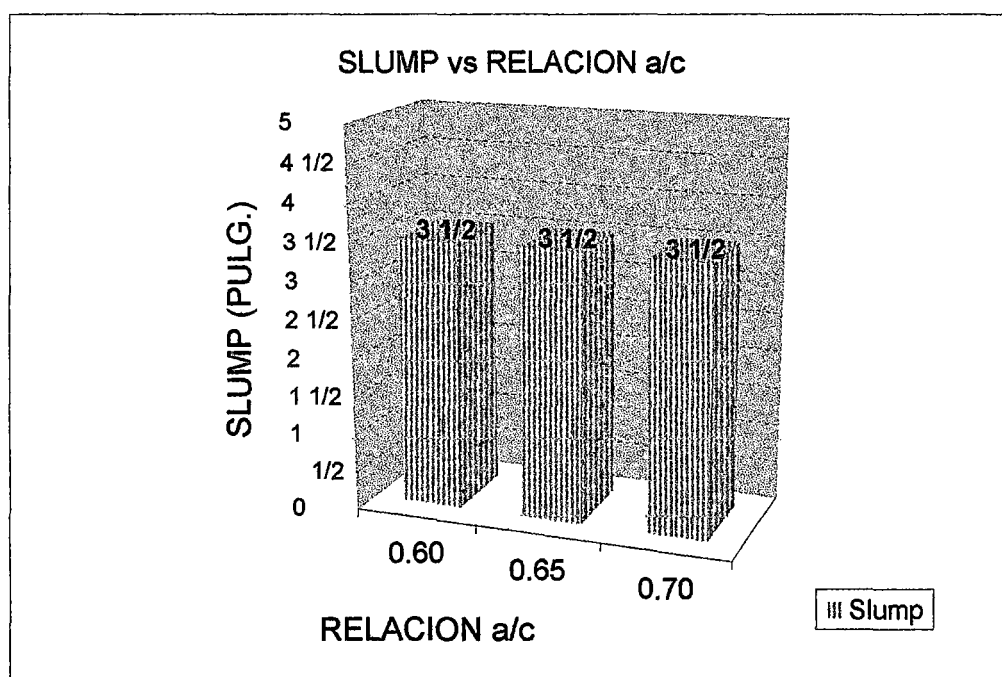
ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO

(Método del Cono de Abrams)

CUADRO N° 5.1

Resultado	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70
Slump	Pulg.	3 1/2	3 1/2	3 1/2

GRAFICA N° 5.1



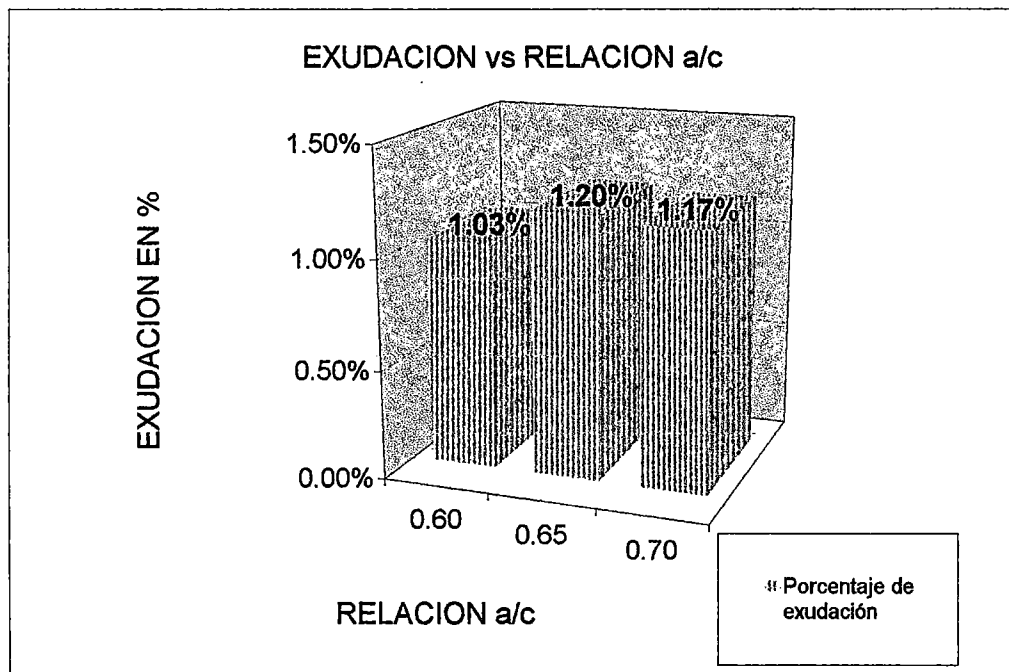
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO

CUADRO N° 5.2

Resultado	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70
Porcentaje de exudación	%	1.03%	1.20%	1.17%

GRAFICA N° 5.2



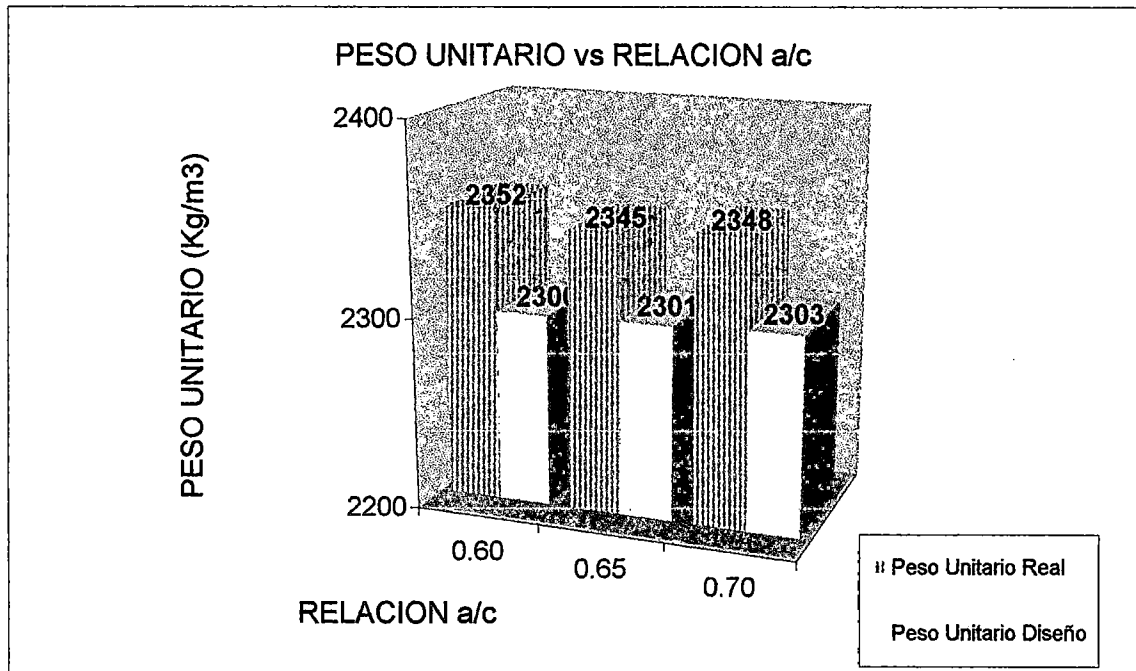
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

CUADRO N° 5.3

Resultados	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70
Peso Unitario Real	Kg/m ³	2,352.0	2,344.9	2,348.4
Contenido de aire	%	2.21%	1.87%	1.93%
Peso Unitario Diseño	Kg/m ³	2,300.0	2,301.0	2,303.0
Rendimiento		97.79%	98.13%	98.07%

GRAFICA N° 5.3



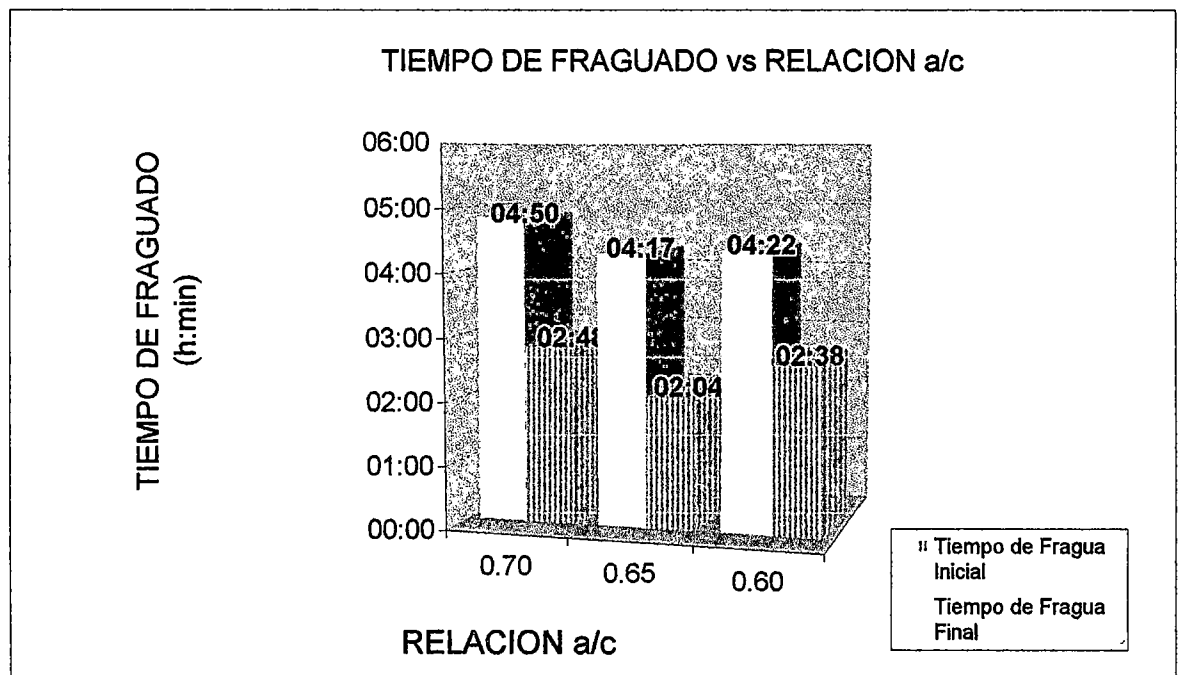
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO FRESCO

CUADRO N° 5.4

Resultados	Unidad	Relacion a/c		
		0.60	0.65	0.70
Tiempo de Fragua Inicial	h:min	02:38	02:04	02:48
Tiempo de Fragua Final	h:min	04:22	04:17	04:50
Temperatura	°C	18	20	17

GRAFICA N° 5.4

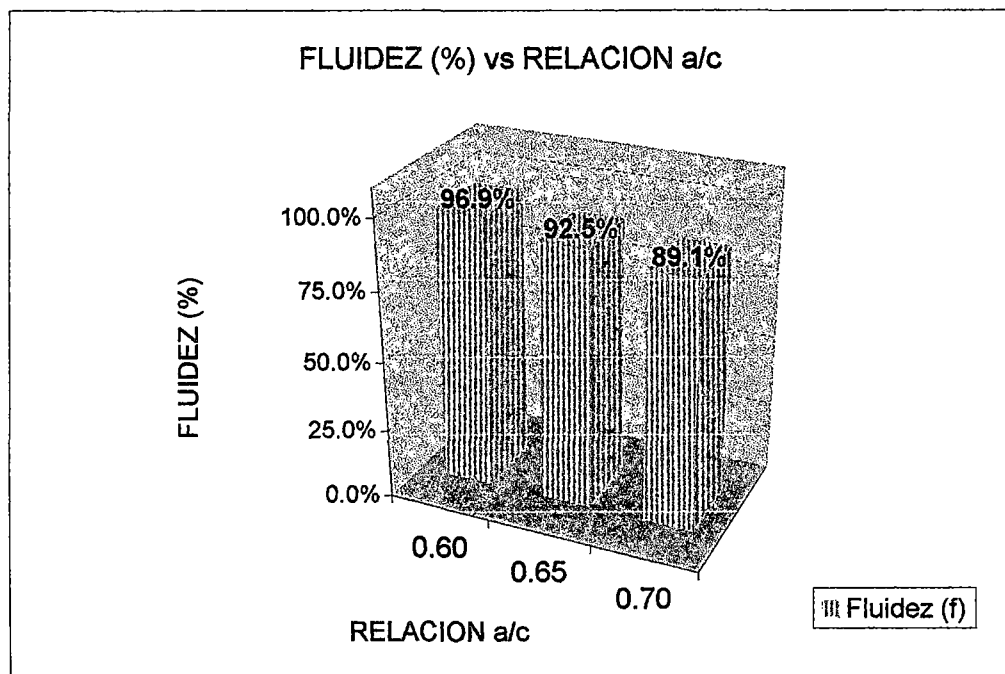


ENSAYO DE FLUIDEZ DEL CONCRETO FRESCO

CUADRO N° 5.5

Resultado	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70
Fluidez (f)	%	96.9%	92.5%	89.1%

GRAFICA N° 5.5



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CAPITULO 06

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

6.1 GENERALIDADES

La estructura interna del concreto endurecido consistente en el aglomerante, estructura básica o matriz, constituida por la pasta de cemento y agua, que aglutina a los agregados gruesos, finos, aire y vacíos, estableciendo un comportamiento resistente debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, así como a un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de las partículas inertes y sus características propias.

Por lo tanto la estructura del concreto no es homogénea, y en consecuencia no es isotrópica, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones.

Un aspecto sumamente importante en la estructura del concreto endurecido reside en la porosidad o sistema de vacíos. Gran parte del agua interviene en la mezcla, solo cumple la función de lubricante en el estado plástico, ubicándose en líneas de flujo y zonas de sedimentación de los sólidos, de manera que al producirse el endurecimiento y evaporarse, quedan los vacíos o poros, que condicionan el comportamiento posterior del concreto para absorber líquidos y su permeabilidad o capacidad de flujo a través de él.

Los ensayos que permiten determinar las propiedades del concreto al estado endurecido, y por ende controlar la calidad del concreto, deben efectuarse de acuerdo a las normas, debido a que resultados erróneos pueden llevar al cuestionamiento de la calidad del concreto.

6.2 ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

6.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- Una vez elaborada la mezcla de concreto, se procede a llenar las probetas de 15x30 cm en tres capas, compactando cada capa con 25 golpes verticales mediante una varilla lisa de 5/8" con punta semiesférica, uniformemente repartidos de afuera hacia adentro en forma de espiral.
- Después de llenar el molde, se procede a golpear suavemente las paredes del molde, utilizando la varilla, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.
- Se enrasa la superficie del molde, a fin de obtener una superficie plana.
- Las probetas deberán retirarse del molde al cabo de 20 h \pm 4 h, después de elaborados. En estas horas iniciales, se deben almacenar sobre una superficie horizontal, evitando golpes o vibraciones.
- Después de retiradas del molde las probetas deben almacenarse a temperatura permanente entre 23°C \pm 2°C y bajo condiciones de humedad tales que siempre se mantenga agua libre en toda su superficie (por ejemplo sumergidos totalmente en agua saturada de cal).
- Para conseguir la aplicación uniforme de la carga por parte de la prensa hidráulica, se procede a refrendar los extremos de las probetas empleando una mezcla de azufre y de material granuloso (capping).

La norma del ACI especifica para una prueba de resistencia el promedio de dos cilindros de la misma muestra probada a la misma edad, el cual normalmente es de 28 días.

6.2.2 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

NORMA: ASTM C-496-66, ITINTEC 339.084

La resistencia a la tracción del concreto es relativamente baja. Una buena aproximación para la resistencia a la tracción f_{ct} es $0.10f_c < f_{ct} < 0.20f_c$. Es más difícil medir la resistencia a la tracción que la resistencia a compresión debido a los problemas de agarre con las maquinas de prueba. Debido a la existencia de diversos métodos que requieren una operación compleja, se optó por el método de tracción por hendimiento o prueba brasileña consistente en romper un cilindro de concreto, del tipo normalizado para el ensayo de compresión, entre los cabezales de una prensa, según generatrices opuestas.

La resistencia a la tracción debe darse según la relación:

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L}$$

Donde:

P	=	Fuerza de compresión
D	=	Diámetro
L	=	Longitud del cilindro.

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- Antes de la prueba debe procederse a determinar la longitud.
- Si las dimensiones de las placas de apoyo de la maquina de compresión, son menores que la longitud del cilindro, debe interponerse una platina suplementaria de acero maquinado, de por lo menos 50 mm de ancho y espesor no menor que la distancia entre el borde de las placas de apoyo y el extremo del cilindro.
- Debe colocarse entre el cilindro y la superficie de los cabezales de la maquina de ensayo, o eventualmente la platina suplementaria de ser utilizada, tablillas

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

de madera contraplacadas, de 3 mm de espesor y 25 mm de ancho. A lo largo de toda la longitud del cilindro, con el fin de que la probeta al momento de realizar la prueba se mantenga quieta.

- Se aplica la carga a la probeta con una velocidad en forma continua, evitando el impacto.
- La velocidad de aplicación de la carga indicada para probetas normales esta comprendida entre 5000 y 1000 da N/min hasta la rotura.

6.2.3 MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO

En general es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama carga vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "Módulo de Elasticidad Estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o a una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión ultima.

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm² y están en relación directa con la resistencia a la compresión del concreto y por ende con la relación agua / cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulo de elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación de las mezclas pobres.

Al someterse una probeta de concreto a una carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación plástica o escurrimiento.

La curva esfuerzo - deformación muestra una zona de trabajo donde los esfuerzos y las deformaciones son proporcionales para fines prácticos. Este limite de proporcionalidad para el caso del módulo de elasticidad es el 40% de la resistencia a la compresión y la deformación para este punto.

Es importante decir que la deformación del módulo elástico es una aproximación por cualquiera de los métodos que existen; sencillamente por que el concreto no es perfectamente elástico.

Como el concreto no es un material linealmente elástico, en ningún momento sigue la ley de Hooke, es decir que el diagrama esfuerzo deformación no presenta ningún tramo recto. De manera que el "pseudo Módulo de Elasticidad", es la pendiente de la secante a la curva carga vs deformación desde el origen a un punto de tensión determinada (generalmente la tensión de trabajo).

Para esfuerzos de trabajo pequeños y alternantes el módulo en el origen puede tomarse como el módulo de elasticidad dinámico.

El módulo de elasticidad del concreto E_c es una función compleja de muchas variables como la tensión de trabajo, forma de sollicitación, duración de las cargas, estado higroscópico, etc.

El ACI sugiere la siguiente expresión para su calculo:

$$E_c = W^{1.5} \cdot 4270 \cdot (f_c)^{0.5}$$

Donde:

W = Peso específico del concreto t/m^3 .

f_c = Resistencia en kg/cm^2 .

Existen varios métodos como el mencionado anteriormente; para la presente tesis de investigación se ha utilizado un Compresómetro- Extensómetro CT - 167, cuyo procedimiento seguido se describe a continuación, el cual se ajusta el establecido en la norma ASTM C-469.

En la presente tesis de investigación se uso de una prensa hidráulica.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Compresómetro – Extensómetro CT – 167 NORMA ASTM C - 469

1 Generalidades

El Compresómetro – Extensómetro CT - 167, para probetas de concreto, determina el módulo de elasticidad (módulo de Young) y la relación de Poisson del concreto en compresión.

El uso de la CT-167, medida de la deformación axial y la extensión diametral, puede realizarse en probetas cilíndricas de 6" de diámetro o corazones diamantinos, cuando se aplica esfuerzo de compresión sobre los especímenes.

El equipo es construido con una aleación ligera de magnesio y aluminio. Los puntos montantes y de contacto son de acero maquinado. Los controles (barras espaciadoras) son de acero inoxidable.

La deformación axial y diametral puede leerse en un dial LC-2 con una exactitud de 25 micropulgadas (media división del indicador del LC-2 $0.5 \times 100 \mu\text{pulg} \times 0.5$).

Esta calidad es mejor que las 5 micropulgadas por pulgada de esfuerzo requerido por la norma ASTM C-469. El dial LC-2, tiene un rango de 0.2 pulgadas graduadas en divisiones de 0.0001. La relación de palanca del instrumento multiplica por 2 la deformación. Luego una mitad de la división del dial indicador representa micropulgadas de deformación de la longitud inicial (o diámetro) de la probeta de 6". Unidades métricas se suministran con el VLC-2M con un rango de 5 mm y graduado en divisiones de 0.0002 mm.

Tres "anillos" de metal suministrados con el equipo permite montar convenientemente a la altura media del cilindro de concreto

Para la preparación del espécimen y detalles del procedimiento del ensayo, referirse a la norma ASTM C-469.

2 Ensamble

2.1 Ensamble el Equipo CT-167.

El dial vertical mide la deformación axial, mientras que el otro mide la deformación diametral.

- 2.2 Desenrosque los 7 tornillos de fijación (2 en anillo superior, 3 en el inferior y 2 en el anillo medio), hasta que las puntas de los tornillos queden niveladas con la superficie interna de los anillos.
- 2.3 Coloque la probeta de concreto al interior del Compresómetro, ubicándola al centro de los anillos.
- 2.4 Al ubicar la probeta de concreto al interior del Compresómetro, los anillos que se ubican en la parte superior e inferior de cilindro, la distancia vertical de estas con los extremos del cilindro deben ser en lo posible iguales.
- 2.5 Ajuste manualmente los dos tornillos del anillo medio, a fin de que el vástago vertical del dial axial se ubique al centro de las dos porciones del anillo medio.
- 2.6 Retire las dos barras espaciadoras.
- 2.7 Coloque en cero tanto el dial axial como el dial diametral.

3 Ejecución de la prueba

- 3.1 Es recomendable determinar la resistencia a la compresión de una probeta de igual calidad a la probeta a someterse al ensayo del módulo de elasticidad.
- 3.2 Colocar la probeta con el equipo CT-167 en la maquina de ensayo (prensa hidráulica), teniendo cuidado de centrarla axialmente.
- 3.3 Anote la lectura de los diales.
- 3.4 Calibrar el equipo, lectura de los diales, para ello someter a carga la probeta; se corregirá los diales a la lectura cero si estos sufrieron algún desplazamiento de sus respectivas agujas.
- 3.5 Aplique la carga continuamente a una velocidad de aproximadamente de 0.05 pulg/min. (1.25 mm/min.). En las maquinas operadas hidráulicamente aplique la carga a una velocidad constante en un rango de 35 ± 5 psi/s (241 ± 34 Kpa/s). Registre sin interrupción las lecturas, en carga aplicadas y la deformación longitudinal en el punto (1), esfuerzo S1, cuando la deformación longitudinal es de 50 millonésima y (2) cuando la carga aplicada es igual al 40% de la rotura, esfuerzo S2. La deformación longitudinal se define como la total deformación dividida entre la longitud efectiva del calibre.

3.6 Registre la deformación transversal en los mismos puntos (en caso de requerirse de determinar la relación de Poisson).

4. Cálculos

4.1 Calcule el Módulo de Elasticidad con una aproximación de 50,000 psi (344.74 Mpa) como sigue:

$$E = \frac{(S2 - S1)}{(e2 - 0.5 \times 10^{-4})}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad (psi)

S2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga ultima

S1 = Esfuerzo correspondiente a una deformación longitudinal e1, de 50µpulg/pulg

e2 = Deformación longitudinal producida por el esfuerzo S2.

4.2 El calculo de la relación de Poisson, con una aproximación de 0.01 es como sigue:

$$m = \frac{(Et2 - Et1)}{(e2 - 0.5 \times 10^{-4})}$$

Donde:

m = Relación de Poisson

Et2 = Deformación transversal al centro del espécimen producido por el esfuerzo S2

- E_{t1} = Deformación transversal al centro del espécimen producido por el esfuerzo S₁.
- e₂ = Deformación longitudinal producida por el esfuerzo S₂.

5. Mantenimiento

- 5.1 Asegúrese de contar con el equipo completo antes y después de realizada la prueba, llámese anillos de metal (03 und), tornillos de fijación (07 und), barras espaciadoras, tuercas, diales, entre otros.
- 5.2 Tener cuidado en el manipuleo de las partes que conforman el equipo CT-167, tanto al realizar el ensayo como en su almacenaje.

6. Herramientas

- 6.1 Ver catálogos de concreto para el moldeo de probetas.
- 6.2 Prensa hidráulica para la compresión, ver catalogo Soiltest de concreto.

6.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO

Los cuadros resúmenes que presentan los resultados obtenidos en los ensayos del concreto endurecido se presentan a continuación. Asimismo junto a los respectivos cuadros se presentan gráficos que permiten visualizar mejor los resultados obtenidos correspondiente al Capítulo 06.

El detalle de los cálculos con los datos obtenidos en el laboratorio se encuentra en el ANEXO A.

Relación de cuadros y gráficos:

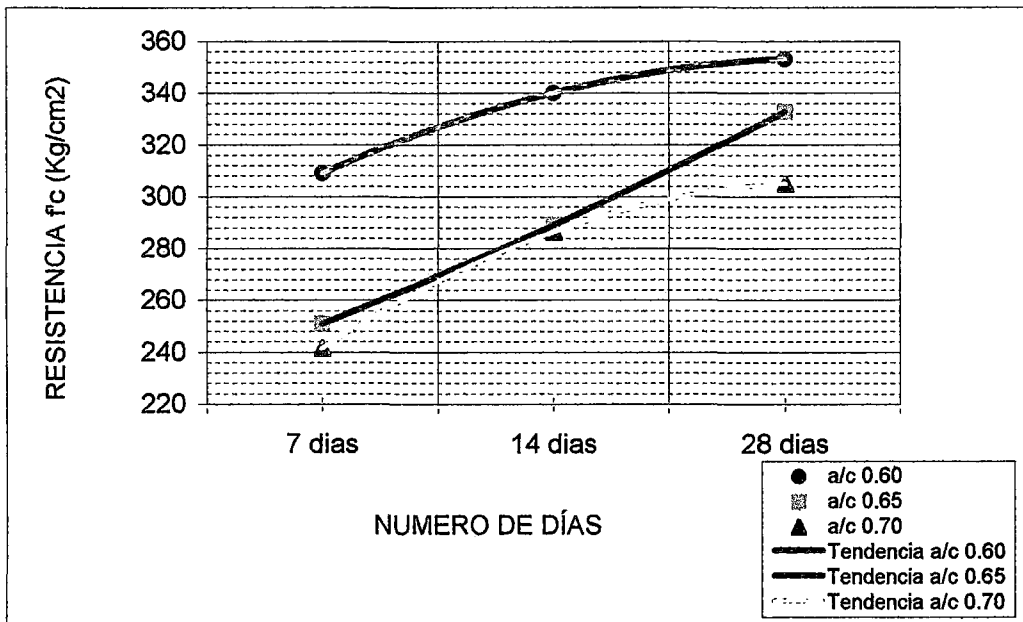
CUADRO N° 6.1	Ensayo de resistencia a la compresión Probetas patrón 6x12" -- $f_c(\text{Kg/cm}^2)$ a 28 días
CUADRO N° 6.2	Valores porcentuales de Resistencia patrón respecto a $f_c(\text{Kg/cm}^2)$ de 28 días
CUADRO N° 6.3	Resistencia a la Tracción
CUADRO N° 6.4	Modulo Elástico
GRÁFICO N° 6.1	Resistencia a la Compresión vs Numero de días
GRÁFICO N° 6.2	Incremento % de Resistencia a la Compresión vs N° días
GRÁFICO N° 6.3	Resistencia a la Tracción vs Relación a/c
GRÁFICO N° 6.4	Modulo Elastico vs Relación a/c

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(Probetas patrón 6x12" - f_c 7, 14 y 28 días)

CUADRO N° 6.1

N° días	Relación a/c		
	0.60	0.65	0.70
7 días	309.18	251.07	241.54
14 días	340.05	289.10	286.43
28 días	353.19	332.72	305.05

GRAFICO N° 6.1
f_c (kg/cm²) vs Numero días



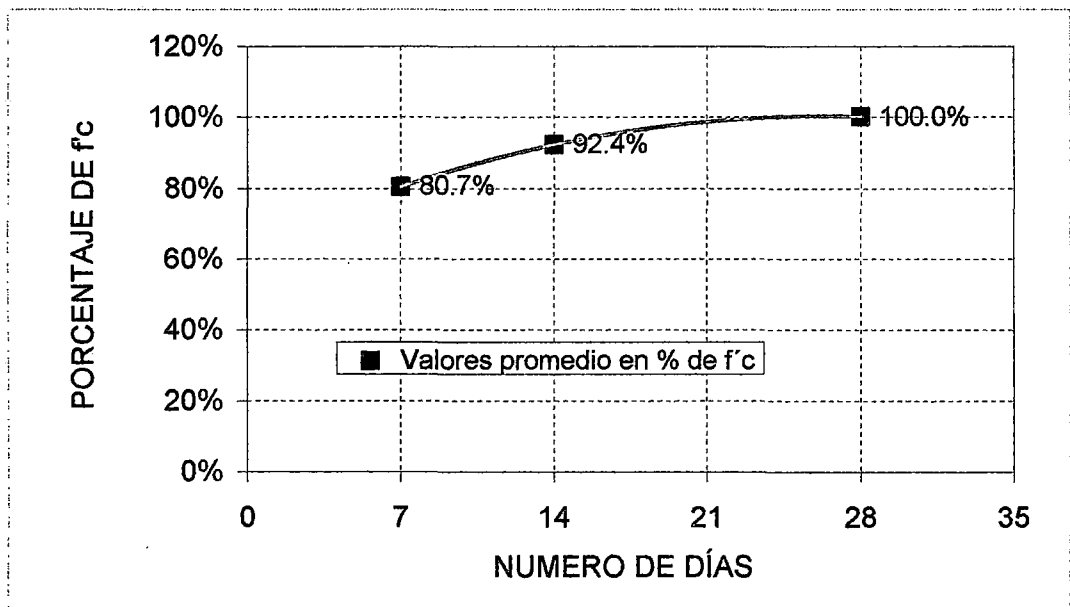
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
(Valores porcentuales de Resistencia patrón (Probetas 6x12") respecto a 28 días)

CUADRO N° 6.2

N° días	Relación a/c			Promedio
	0.60	0.65	0.70	
7	87.5%	75.5%	79.2%	80.7%
14	96.3%	86.9%	93.9%	92.4%
28	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

GRAFICO N° 6.2
INCREMENTO DE RESISTENCIA

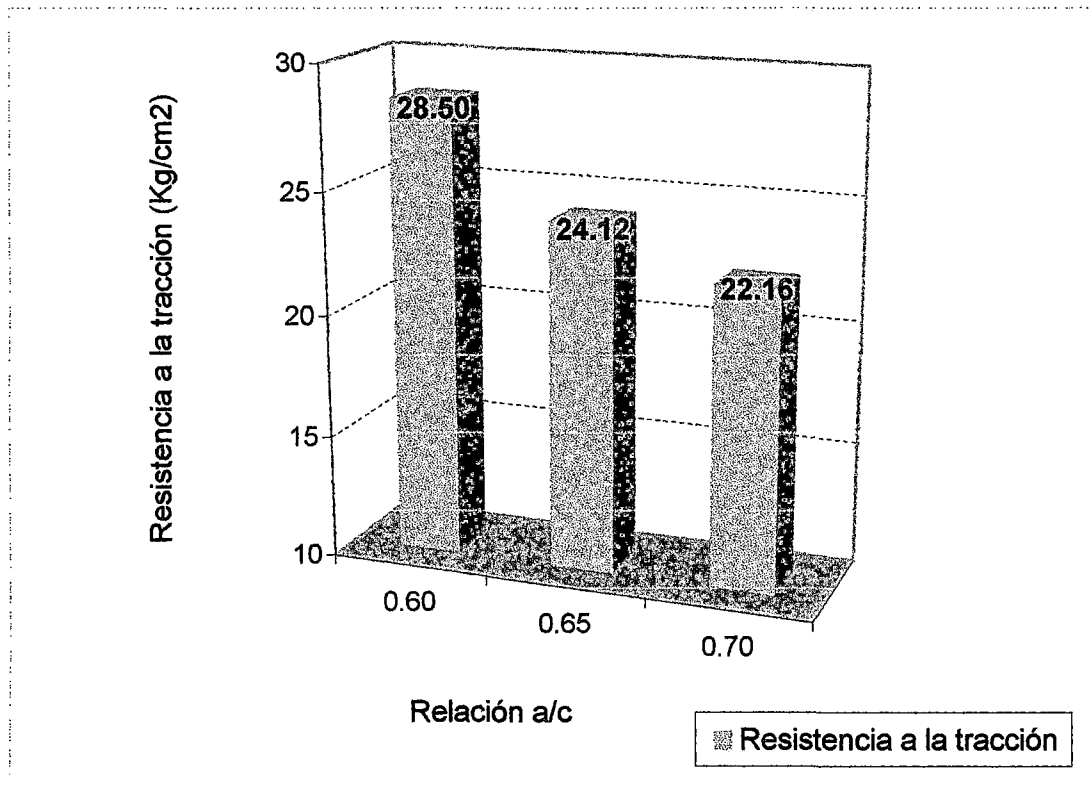


ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
(Valores en Kg/cm²)

CUADRO N° 6.3

Edad días	Relación a/c		
	0.60	0.65	0.70
28	28.50	24.12	22.16

GRAFICO N° 6.3
RESISTENCIA A LA TRACCION vs RELACION a/c



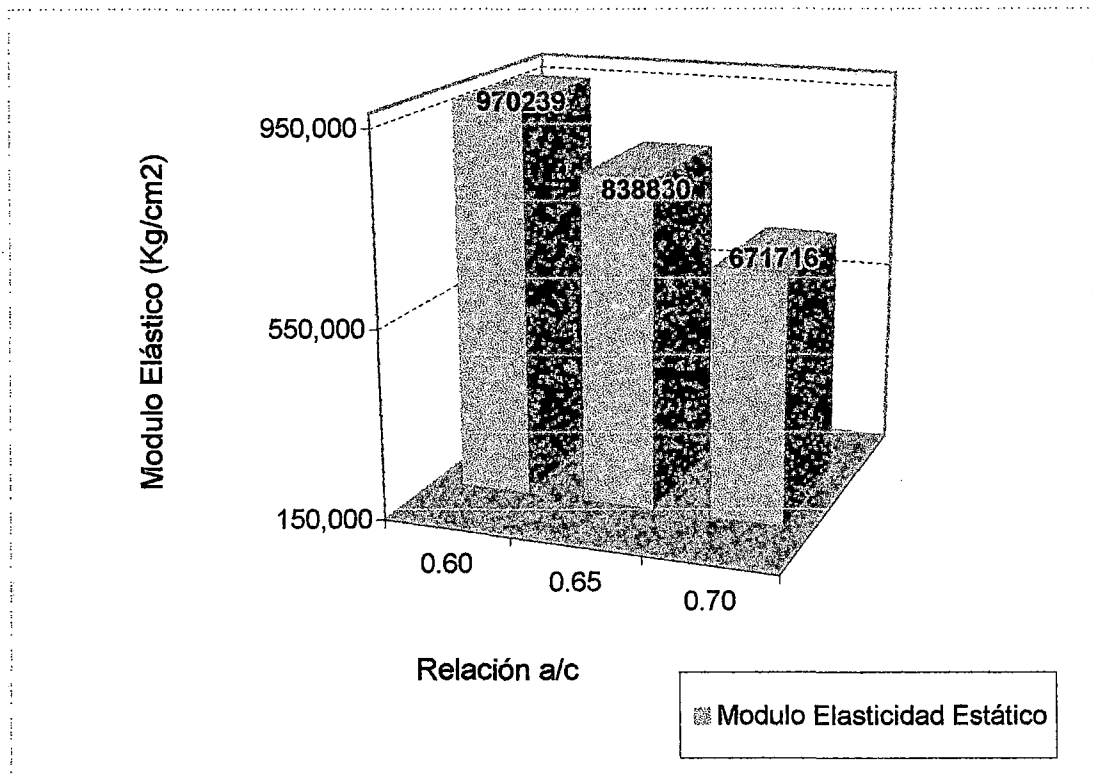
ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO

(Valores en Kg/cm²)

CUADRO N° 6.4

Modulo Elasticidad Estático	Relación a/c		
	0.60	0.65	0.70
	970239	838830	671716

GRAFICO N° 6.4
MODULO ELASTICO vs RELACION a/c



CAPITULO 07

ENSAYOS ACELERADOS DE CORROSION EN CONCRETO ENDURECIDO

ENSAYOS ACELERADOS DE CORROSION EN EL CONCRETO ENDURECIDO

7.1 GENERALIDADES

7.1.1 INVESTIGACION DE LA CORROSION EN EL CONCRETO

Mediante el conocimiento de los distintos procesos de la corrosión, se puede conocer la acción de los diferentes agentes agresivos ejercen sobre el concreto. De esta forma, se puede, partiendo de algunos síntomas, llegar a conocer el proceso de corrosión que se está desarrollando como consecuencia de la acción de un tipo determinado de agua. Solo así es posible planear las medidas adecuadas para prevenir la corrosión del concreto.

El plazo en el que una corrosión conduce a la ruina total de una construcción –es decir, la vida útil de esta- puede variar según el tipo de construcción, siendo, en general, de difícil determinación.

Para poder determinar las medidas protectoras que han de adoptarse, debemos tener una orientación de los resultados de los diferentes ensayos y observaciones empíricas realizadas. Las observaciones realizadas sobre construcciones existentes en ambientes agresivos están dificultados por el hecho de que, en general, los procesos de corrosión existentes en la Naturaleza tienen una marcha extremadamente lenta. Sin embargo mediante ensayos de laboratorio únicamente, es difícil llegar a conocer la acción de los distintos factores.

A este respecto, existen en el campo de la investigación dos posibilidades. La primera consiste en observar el estado de los elementos de concreto instalados o las probetas de concreto sometidos a la acción de los agentes de la Naturaleza, y la segunda consiste en observar en el laboratorio las probetas de mortero u concreto preparadas al objeto, y que han sido depositadas en ambientes agresivos de diferentes concentraciones (Pietkowski, 1954).

Según W. W. Kind (1954), son suficientes para el segundo método de investigación las condiciones siguientes:

1. El carácter físico - químico de los procesos de corrosión, que tiene lugar en el laboratorio, no debe diferir en forma esencial de los procesos de corrosión desarrollados en la Naturaleza.
2. La resistencia a los agentes agresivos debe estar basada en todos los criterios que puedan causar la destrucción del concreto.
3. El plazo de la investigación será lo mas corto posible y los ensayos de fácil ejecución.

7.2 ENSAYOS A CORTO PLAZO O DE CORROSION ACELERADA

La resistencia frente a un ataque químico constituye un problema de extraordinaria complicación. Mientras no se averigüen cuales son los factores decisivos, persistirá el interés por encontrar un método de ensayo, que permita prever la resistencia frente a los agentes agresivos, basándose en ensayos de laboratorio que no requieren un plazo muy dilatado.

Estos ensayos rápidos tienen por objeto determinar de forma inmediata la corrosión producida por diversos fluidos agresivos en los concretos y morteros fabricados con diversas clases de cementos y con diferentes dosificaciones y compacidades (Pógany, 1934; Beitlich, 1951; Leber, 1960).

La realización de estudios referentes a la corrosión del concreto endurecido se ve dificultada, entre otras, por la lentitud con que los procesos de corrosión se desarrollan en la Naturaleza. Por lo tanto es necesario disponer de métodos para acelerar el desarrollo de dichos procesos de corrosión, que se puedan reproducir en el laboratorio en la misma forma en que realmente tienen lugar en el concreto expuesto a la acción de un agente agresivo.

Describiremos algunos ensayos rápidos, los cuales pueden clasificarse en cinco grupos:

1. Ensayos rápidos por incremento de la superficie de reacción;
2. Ensayos rápidos por incremento de la presión de cristalización;
3. Ensayos rápidos mediante imbibición de la solución agresiva;
4. Ensayos rápidos por incremento de la concentración de la solución agresiva;
5. Ensayos rápidos por incremento de la temperatura de la solución agresiva.

A continuación damos a conocer en que consisten los Ensayos rápidos N° 02 y N° 04, por ser ambos lo que interesa en la presente tesis de investigación.

- Ensayos rápidos por incremento de la presión de cristalización

Mediante este método, descrito en la norma DIN 52111, se investiga la actuación de las soluciones agresivas, que solo producen daños debido a la presión de cristalización, pero no originan procesos químicos perjudiciales.

Según la norma citada, las probetas se sumergen gradualmente en la solución agresiva y, una vez que se llega a la saturación completa, se desecan en una estufa a temperatura de 105 a 110°C. La repetición de esta operación hace que los cristales destruyan el concreto.

- Ensayos rápidos por incremento de la concentración de la solución agresiva

El análisis químico, tanto de la probeta como del líquido agresivo, se emplea muy pocas veces, por lo que solamente puede apreciarse el grado de corrosión mediante los cambios cualitativos encontrados al observar su aspecto exterior. En la presente tesis de investigación se determinará la corrosión o el desgaste físico mecánico en el concreto endurecido mediante el Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso, y ensayo por Resistencia a la Compresión.

7.3 ENSAYOS DE CORROSION ACELERADA POR ACCION DEL CLORURO DE SODIO EMPLEADAS EN LA PRESENTE TESIS DE INVESTIGACION

En la presente tesis de investigación los ensayos de corrosión acelerada empleados son el Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso, y el Ensayo de Resistencia a la Compresión ambos sobre la base de los ensayos rápidos de incremento de la presión de cristalización y el de incremento de la concentración de la solución agresiva respectivamente.

7.3.1 ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

El ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de Peso fue desarrollado por el Ing. José Luis Diaz Lazo en la tesis de investigación "Corrosión del cemento por ataque de sulfatos", tesis presentada el año de 1995 en la Universidad Nacional de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Civil.

El agente agresivo empleado en la presente tesis de investigación para los respectivos ensayos es el Cloruro de Sodio en solución con una concentración de 100gr/lt, y se emplearán probetas de concreto de 4x8".

Asimismo este método de ensayo fue desarrollado en el año de 197 por los ingenieros miembros del American Concrete Institute ACI, Shinzo Nishibayashi, Kiyoshi Yamura, y Shoichi Inoue. Mayor referencia al respecto ver ANEXO H.

7.3.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se determinará la corrosión en las probetas de concreto 4x8" endurecido mediante la resistencia a la compresión.

Se sumergirá dichas probetas en una solución de Cloruro de Sodio con una concentración de 100gr/lt durante 30días, 60días, 90días y 120días; para al cabo de

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

los respectivos periodos proceder a determinar la resistencia a la compresión y cuantificar la variación de las mismas con respecto al concreto patrón (probetas 6x12").

Previamente a cuantificar la variación de las resistencias de probetas 4x8" con respecto al concreto patrón (probetas 6x12"), se extrapolaran estas resistencias a probetas 6x12".

CAPITULO 08

PROCESOS DE ENSAYOS

8.1 PROCESO DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO PARA DETERMINAR LA CORROSION EN EL CONCRETO ENDURECIDO

8.1.1 OBJETIVO

El objetivo del ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso es determinar la corrosión en el concreto endurecido por acción del Cloruro de Sodio, para lo cual se empleara probetas de concreto endurecido de 4x8" elaboradas para las relaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70. Dichas probetas serán sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio con concentración de 100 gr/lt.

8.1.2 MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO

8.1.2.1 MATERIALES

Los materiales empleados para el respectivo ensayo son:

- Cemento Portland Tipo I : Sol
- Agua potable
- Cloruro de Sodio : En solución con concentración 100gr/lt

El cemento a emplearse debe cumplir con las normas del ASTM, referente a los requisitos de calidad.

El agua potable debe cumplir con la norma ITINTEC 339.088.

8.1.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO

Los equipos a usar son:

- Moldes cilíndricos de metal 4x8".

- Mezcladora de tipo epiciclico de capacidad 0.04m³.
- Molde capeador para probetas de concreto 4x8".
Ver Foto N° 64.
- Balanza de pesado tendrá una capacidad de 2000 grs y con una sensibilidad de 0.10 grs.
- Cámara fotográfica que incluya zoom automático y macro.
- Poza de inmersión.
Ver Fotos del N° 57 al 59.
- Horno de secado, el cual fue diseñado y elaborado para la presente tesis de grado; el horno de secado consta de lo siguiente:
 - 01 Cilindro de metal de 0.55m de diámetro y 1.20m de altura.
 - 01 Cocina a gas de dos boquillas, cuya dimensión es:
0.30m de ancho, 0.55m de largo y 0.16m de altura.
 - Compactador normalizado, varilla de fierro liso de $\varnothing = 5/8"$ y 0.60m de longitud; para compactar la mezcla de concreto.
 - 01 Balón de Gas.
 - Manguera de $\varnothing = 7\text{mm}$ con una longitud de 2.0m, para circulación del gas.
 - Varillas corrugadas $\varnothing 1/2"$ de 0.35m de longitud promedio.
 - Cubierta de Ladrillo.
 - Agregado fino, aproximadamente en toda el área diametral del cilindro en un espesor de 5mm.Ver Foto N° 60 y N° 61.
- Dos recipientes para agua, baldes de pintura, con capacidad de 01 galón cada uno.
- Probeta graduada de 100ml.
- Badilejo.
- Dos cucharones de aproximadamente 2kg de capacidad cada uno.
- Petróleo para la limpieza y mantenimiento de los moldes de probeta metálicos.
- Lijas de fierro grado 40 para la limpieza de los moldes metálicos de 4x8" y 6x12".
- Termómetro de mercurio.

8.1.2.3 HORNO SECO

A. BREVE DESCRIPCION DE LA FABRICACION DEL HORNO SECO

El principio de funcionamiento del horno seco es el mismo que gobierna a los hornos eléctricos.

El principio de un horno es aprovechar el aire caliente que se origina por acción de algún elemento sea este eléctrico (resistencia en el caso de hornos eléctricos) o seco (cocina gas o leña, entre los mas conocidos).

El horno seco se diseño de tal manera a fin de cumplir con este requisito.

A una distancia de 40cm de la parte inferior del cilindro se ubica las probetas, las cuales descansan sobre una plancha de metal (tapa del cilindro) y esta a la vez esta sustentada por varillas corrugadas que atraviesan diametralmente al cilindro.

Se corto con la ayuda de un soplete una plancha de aproximadamente 40x30cm en la parte inferior del cilindro, dicha abertura sirve para colocar la cocina a gas al interior del cilindro. Una vez encendida la cocina para proceder al secado de las probetas, la plancha o tapa producto del corte es usada para cubrir parcialmente la abertura, a fin de que ingrese a través de ella una leve corriente de aire. Ver Foto N° 60 y N° 61.

B. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL EMPLEO DEL HORNO SECO EN EL PROCESO DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

1. Antes de proceder al secado de las probetas, anotar el ciclo correspondiente e identificar (marcar con ayuda de una crayola) cada probeta; por ejemplo anotar en su superficie el numero de probeta y la dosificación a que corresponde.
2. El número de probetas a colocar en el horno seco será de 15und a 18und.
3. La manera de colocación de las probetas en el horno seco será como la mostrada en la Foto N° 61.

4. La temperatura de secado será entre 105°C a 110°C.
5. El tiempo de secado será de 3h a 4h.
6. La superficie donde se colocaran las probetas para el secado deberá tener una distancia de 3cm a 4cm con la superficie lateral del cilindro, esto es para el ingreso del aire caliente hacia las probetas.
7. La tapa superior del cilindro deberá tener pequeños agujeros de Ø 1cm, para la ventilación inicial de las probetas.
8. Al momento de graduar la llama que saldrá por las boquillas de la cocina a gas, tener cuidado de que esta no llegue a estar en contacto directo con la superficie donde se ubican las probetas, por lo dicho anteriormente en las generalidades del horno seco.
9. La llama que sale de la cocina debe estar a una distancia de 25cm con respecto de la parte inferior de las probetas, la idea es que la llama no actúe en forma directa contra las probetas.
10. Al proceder al secado de las probetas no cubrir la parte superior del cilindro por espacio de 30 minutos; con el fin de que la humedad contenida en el horno se disipe.
11. Después de transcurrido 45min a 1h de secado proceder a cubrir la parte superior de la tapa con material aislante (material de asbesto o trozos de ladrillo de techo), con el fin de mantener constante la temperatura al interior del cilindro.
12. La distancia entre el balón con gas y el horno debe ser tal que el calor que despide el horno no alcance al balón de gas.
13. Es recomendable cubrir la superficie lateral del cilindro (excepto la abertura donde se introduce la cocina a gas), con material aislante, llámese panel de asbesto cemento o arcilla cocida, de tal manera que el calor circundante al interior del cilindro no se "pierda" por los costados y por la parte superior; esto con el fin de mantener el calor interno constante.

Al termino del secado de las probetas, con ayuda de un par de guantes de cuero, proceder a verificar el estado de las mismas y anotar las variaciones o características que presentan las probetas en el ciclo correspondiente.

8.1.3 DOSIFICACIONES

Las dosificaciones a emplear para la preparación de las probetas de concreto 4x8" serán con tres relaciones diferentes de agua/cemento, a saber:

Agua	(A)	:	Agua Potable
Cemento	(C)	:	Cemento Portland Tipo I - Sol
Relación	a/c	:	0.60, 0.65 y 0.70

Las dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son considerados como concretos de mediana a baja resistencia.

8.1.4 SOLUCION DE INMERSIÓN

La solución de inmersión empleada para el respectivo ensayo es Cloruro de Sodio (NaCl) en solución con una concentración de 100gr/lt.

8.1.5 PREPARACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO DE 4x8"

La preparación de las muestras se realiza teniendo en cuenta las dosificaciones que se dan en el Cuadro N° 4.3 del Capítulo N° 04.

8.1.5.1 PROCEDIMIENTO DE PREPARACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO DE 4X8"

Antes de proceder a la preparación de la mezcla, se debe verificar el estado de la mezcladora, limpieza y operatividad; después se humedecerá con un poco de agua la superficie interior de la mezcladora, a fin de que esta no quite agua a la mezcla.

1. Realizar el pesado de los materiales: Cemento, Agregado Fino, Agregado Grueso y Agua para la tanda diseñada.

2. Echar el agregado grueso en la mezcladora y con ayuda del badilejo acomodar el material al interior de la mezcladora.
3. Enseguida echar el agregado fino.
4. Combinar ambos materiales por espacio de 1 a 2 minutos, a fin de tener una combinación homogénea de los agregados.
5. Luego se apaga la mezcladora y se echa el Cemento, con ayuda del badilejo acomodar el material al interior de la mezcladora; enseguida proceder al mezclado de los tres materiales por espacio de 1 a 2 minutos, esto con el fin de lograr una buena combinación de los materiales.
6. Enseguida echar el agua gradualmente, poco a poco, a fin de evitar que se formen "grumos" o "bolas".

Nota: Es importante determinar el contenido de humedad del Agregado Fino cada vez que se elabore el concreto, ya que esta propiedad incide en la cantidad real de agua a utilizar en la mezcla, puesto que el C.H varia de acuerdo a las condiciones de trabajo (calor, humedad moderada, ubicación del agregado, etc.).

7. Una vez terminada la preparación de la mezcla se procede a llenar los moldes metálicos de 4x8".

8.1.5.2 LLENADO DE LOS MOLDES (PROBETAS METALICAS DE 4x8")

1. Se llena el molde en tres capas, y cada capa se compacta con 25 golpes de afuera hacia adentro en forma de espiral. El equipo de compactación empleado es el mismo que se empleo para las probetas de 6x12".
2. Al termino del llenado del molde, se enrasa la superficie con ayuda de un badilejo a fin de que obtener una superficie uniforme libre de protuberancias.

8.1.5.3 DESMOLDEO

1. Las probetas deberán retirarse del molde al cabo de 20h \pm 4h, después de elaborados.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

2. En estas horas iniciales, las probetas deben estar en una superficie horizontal, evitando golpes o vibraciones. La temperatura debe estar entre 16°C y 27°C y en condiciones que prevengan toda pérdida de humedad.

8.1.5.4 CURADO

Después de retiradas del molde las probetas deben almacenarse a temperatura permanente entre 23°C ± 2°C; caso práctico sumergirlas en toda su superficie en agua saturada de cal.

El tiempo de duración del curado para realizar el ensayo de humedecido y secado por pérdida de peso es de 28 días como mínimo antes de ser ensayadas.

8.1.6 ENSAYO DE CORROSION

Con este procedimiento de ensayo se determinará la resistencia del concreto a la corrosión para las dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70, sometidos al ataque de una solución de Cloruro de Sodio en una concentración de 100gr/lt.

A continuación se describirá en forma detallada las fases que comprende un ciclo de ensayo:

8.1.6.1 FASES DE UN CICLO DE ENSAYO

Las fases de un ciclo de ensayo son las siguientes:

Fase Inicial:

1. Secado de las probetas de concreto 4x8" en horno seco a una temperatura de 105°C a 110°C durante 3h a 4h.
2. Pesado de la probeta seca (C1).

Fase de Inmersión:

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

- a. Inmersión de las probetas en solución diluida de NaCl durante 20 ± 4 h.
 - b. Secado de las probetas de concreto 4x8" en horno seco a una temperatura de 105°C a 110°C durante 3h a 4h.
 - c. Dejar enfriar las probetas durante 2h a 3h
 - d. Anotación de las variaciones del estado de las probetas.
 - e. Pesado de las probetas secas (C2) 2do ciclo.
-
- a. Inmersión de las probetas en solución diluida de NaCl durante 20 ± 4 h.
 - b. Secado de las probetas de concreto 4x8" en horno seco a una temperatura de 105°C a 110°C durante 3h a 4h.
 - c. Dejar enfriar las probetas durante 2h a 3h.
 - d. Anotación de las variaciones del estado de las probetas.
 - e. Pesado de las probetas secas (C3) 3er ciclo.
-
- a. Inmersión de las probetas en solución diluida de NaCl durante 20 ± 4 h.
 - b. Secado de las probetas de concreto 4x8" en horno seco a una temperatura de 105°C a 110°C durante 3h a 4h.
 - c. Dejar enfriar las probetas durante 2h a 3h.
 - d. Anotación de las variaciones del estado de las probetas.
 - e. Pesado de las probetas secas (C4) 4to ciclo.

Nota : Las probetas de concreto 4x8" para que estén disponibles para el ensayo de Humedecido y Secado deberán curarse como mínimo 28 días.

8.2 PROCESO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA CORROSION EN LAS PROBETAS DE CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE LA COMPRESION O ROTURA

8.2.1 OBJETIVO

El objetivo de este proceso de ensayo es determinar la corrosión en las probetas de concreto 4x8" endurecido mediante la resistencia a la compresión; para lo cual se sumergirá dichas muestras en una solución de Cloruro de Sodio con una concentración de 100gr/lt. Las probetas de concreto 4x8" después de 30días, 60días, 90días y 120días de inmersión se procederán a determinar la resistencia a la compresión y observar la variación de las mismas con respecto al concreto patrón (probetas 6x12").

8.2.2 EQUIPOS Y MATERIALES

8.2.2.1 MATERIALES

Los materiales empleados para el respectivo ensayo son:

- Cemento Portland Tipo I : Sol
- Agua potable
- Cloruro de Sodio : En solución con concentración 100gr/lt

El cemento a emplearse debe cumplir con las normas del ASTM, referente a los requisitos de calidad.

El agua potable debe cumplir con la norma ITINTEC 339.088.

8.2.2.2 EQUIPOS DE LABORATORIO

Los equipos a usar son:

- Equipo de Rotura, el cual consta de:
Máquina hidráulica para compresión de 120tn y Tablero de lectura digital.
Ver Foto N° 65 y N° 66.
- Moldes cilíndricos de metal 4x8.
- Mezcladora de tipo epiciclico.
- Molde capeador para probetas de concreto 4x8". Ver Foto N° 64.
- Dos recipientes con capacidad de 01 galón cada uno.
- Probeta graduada de 100ml.
- Badilejo.
- Dos cucharones de aproximadamente 2kg de capacidad cada uno.
- Petróleo para la limpieza y mantenimiento de los moldes de probeta metálicos.
- Lijas de fierro grado 40 para la limpieza de los moldes metálicos de 4x8" y 6x12".

8.2.2.3 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL EMPLEO DEL EQUIPO HIDRAULICO EN LA REALIZACION DEL ENSAYO DE ROTURA

1. Antes de proceder a la rotura de las probetas, verificar el estado del Equipo de Compresión.
 - Unidad de la carga (KN, KG, Lbs) que se observa en el tablero digital,
 - Verificar si el equipo presenta ecuación de calibración,
 - Velocidad de desplazamiento de la prensa o velocidad de rotura, ya que ésta varía según las dimensiones de la probeta.
 - Verificar que el tablero digital este con la opción de selección "Cylinder size", ya que esta también presenta otras opciones de elementos para someter a rotura, llámese cubos, vigas.
2. Antes de proceder a la rotura de las probetas prender la maquina compresora por espacio de 30 minutos con el fin de que "caliente", ya que si se enciende e

inmediatamente y se procede a la rotura, los valores obtenidos estarán desfasados uno respecto a otro.

3. Identificar las probetas a ensayar, a que dosificación corresponde, número de probeta y el tiempo de inmersión.
4. El capeado de las probetas debe realizarse con cuidado, ya que de ella depende que la carga aplicada se distribuya uniformemente en toda el área diametral de la probeta de concreto.

Ver Foto N° 63.

8.2.3 DOSIFICACIONES

Las dosificaciones a emplear para la preparación de las probetas de concreto 4x8" serán con tres relaciones diferentes de agua/cemento, a saber:

Agua	(A)	:	Agua Potable
Cemento	(C)	:	Cemento Portland Tipo I - Sol
Relación	a/c	:	0.60, 0.65 y 0.70

Las dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son considerados como concretos de mediana a baja resistencia.

8.2.4 SOLUCION DE INMERSIÓN

La solución de inmersión empleada para el respectivo ensayo es Cloruro de Sodio (NaCl) en una concentración de 100gr/lt.

8.2.5 PREPARACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO DE 4x8"

La preparación de las muestras se realiza teniendo en cuenta las dosificaciones que se dan en el Cuadro N° 4.3 del Capítulo N° 04.

8.2.5.1 PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE LAS PROBETAS DE CONCRETO DE 4X8"

Antes de proceder a la preparación de la mezcla, se debe verificar el estado de la mezcladora, limpieza y operatividad; después se humedecerá con un poco de agua la superficie interior de la mezcladora, a fin de que esta no quite agua a la mezcla.

1. Realizar el pesado de los materiales: Cemento, Agregado Fino, Agregado Grueso y Agua para la tanda diseñada.
2. Echar el agregado grueso en la mezcladora y con ayuda del badilejo acomodar el material al interior de la mezcladora.
3. Enseguida echar el agregado fino.
4. Combinar ambos materiales por espacio de 1 a 2 minutos, a fin de tener una combinación homogénea de los agregados.
5. Luego se apaga la mezcladora y se echa el Cemento, con ayuda del badilejo acomodar el material al interior de la mezcladora; enseguida proceder al mezclado de los tres materiales por espacio de 1 a 2 minutos, esto con el fin de lograr una buena combinación de los materiales.
6. Enseguida echar el agua gradualmente, poco a poco, a fin de evitar que se formen "grumos" o "bolas".

Nota: Es importante determinar el contenido de humedad del Agregado Fino cada vez que se elabore el concreto, ya que esta propiedad incide en la cantidad real de agua a utilizar en la mezcla, puesto que el Contenido de Humedad varía de acuerdo a las condiciones de trabajo (calor, humedad moderada, ubicación del agregado, etc.).

7. Una vez terminada la preparación de la mezcla se procede a llenar los moldes metálicos de 4x8".

8.2.5.2 LLENADO DE LOS MOLDES (PROBETAS METALICAS DE 4x8")

1. Se llena el molde en tres capas, y cada capa se compacta con 25 golpes de afuera hacia adentro en forma de espiral. El equipo de compactación empleado es el mismo que se empleo para las probetas de 6x12".
2. Al termino del llenado del molde, se enrasa la superficie con ayuda de un badilejo a fin de que obtener una superficie uniforme libre de protuberancias.

8.2.5.3 DESMOLDEO

1. Las probetas deberán retirarse del molde al cabo de $20h \pm 4h$, después de elaborados.
2. En estas horas iniciales, las probetas deben estar en una superficie horizontal, evitando golpes o vibraciones. La temperatura debe estar entre 16°C y 27°C y en condiciones que prevengan toda pérdida de humedad.

8.2.5.4 CURADO

Después de retiradas del molde las probetas deben almacenarse a temperatura permanente entre $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$; caso practico sumergirlas en toda su superficie en agua saturada de cal.

El tiempo de duración del curado para realizar el ensayo de humedecido y secado por perdida de peso es de 28 días como mínimo antes de ser ensayadas.

8.2.6 ENSAYO DE CORROSION

Se determinará la resistencia f_c (Kg/cm^2) de las probetas de concreto 4x8" al cabo de 30días, 60días, 90días y 120días de inmersión en una solución de Cloruro de Sodio con una concentración de 100gr/lit.

8.2.6.1 CICLO DE ENSAYO

Los pasos de un ciclo de ensayo son los siguientes:

- a. Secado de las probetas de concreto 4x8" a temperatura ambiente de 1½h a 2h.
- b. Capeado de la muestra y dejar secar por espacio de ½h a 1h.
- c. Rotura de la probeta de concreto 4x8" en la máquina de compresión.

Nota : Las probetas de concreto 4x8" para que estén disponibles para el ensayo de rotura deberán curarse como mínimo 28 días.

CAPITULO 09

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

9.1 ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

CUADRO 9.1.1 Pesos de probetas en los Ciclos de Ensayo
Relación a/c 0.60

CUADRO 9.1.2 Pesos de probetas en los Ciclos de Ensayo
Relación a/c 0.65

CUADRO 9.1.3 Pesos de probetas en los Ciclos de Ensayo
Relación a/c 0.70

CUADRO N° 9.1.1

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.60

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M20	3685.0	3675.0	3715.0	3805.0	3710.0	3750.0	3828.6	3850.0	3845.0	3805.0	3770.0	3785.0	3860.0	3875.0	3795.0	3845.0	3890.0	3860.0
M21	3710.0	3735.2	3755.0	3740.0	3788.5	3827.8	3801.9	3845.6	3780.0	3805.0	3845.0	3794.4	3825.0	3860.0	3813.0	3855.0	3821.9	3865.0
M22	3720.0	3700.0	3745.0	3793.7	3812.2	3817.4	3844.8	3771.5	3820.0	3860.0	3840.0	3780.0	3810.0	3835.0	3830.0	3870.0	3860.0	3825.0
M23	3710.0	3695.0	3735.0	3769.3	3750.0	3800.0	3820.0	3870.0	3790.0	3805.0	3830.0	3755.0	3835.0	3795.0	3775.0	3840.0	3795.0	3825.0
M24	3800.0	3785.0	3695.0	3830.0	3865.0	3850.0	3830.0	3793.0	3865.0	3880.0	3895.0	3835.2	3860.0	3845.0	3880.0	3895.0	3833.0	3885.0
M25	3815.0	3775.0	3720.0	3785.6	3760.0	3870.0	3880.0	3814.4	3885.0	3890.0	3850.0	3821.9	3875.0	3865.0	3825.0	3870.0	3810.0	3790.0
M26	3764.7	3783.5	3803.9	3840.8	3815.0	3850.0	3870.0	3818.8	3814.1	3890.0	3900.0	3730.0	3752.0	3830.0	3795.0	3868.0	3820.0	3830.0
M27	3680.0	3665.0	3690.0	3767.0	3783.5	3828.3	3851.0	3825.1	3855.0	3885.0	3851.8	3828.3	3817.0	3795.0	3840.0	3873.0	3844.8	3817.3
M28	3740.0	3705.0	3745.0	3794.5	3822.8	3870.0	3835.0	3796.9	3885.0	3840.0	3890.0	3812.6	3795.0	3865.0	3885.0	3845.0	3775.0	3845.0
M29	3710.0	3710.0	3750.0	3818.1	3875.0	3885.0	3865.0	3895.0	3847.0	3860.0	3825.0	3775.0	3847.0	3860.0	3825.0	3776.0	3805.0	3875.0
M30	3700.0	3715.0	3720.0	3782.7	3826.7	3865.0	3890.0	3890.0	3835.0	3808.6	3800.0	3765.0	3835.0	3744.2	3800.0	3865.0	3790.0	3795.0

CUADRO N° 9.1.1

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.60

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M1	3680.0	3705.0	3750.0	3690.0	3735.0	3775.0	3755.0	3765.0	3825.0	3845.0	3820.0	3840.0	3810.0	3765.0	3800.0	3780.0	3800.0	3790.0
M2	3700.0	3695.0	3730.0	3795.0	3815.0	3850.0	3830.0	3845.0	3820.0	3800.0	3850.0	3835.0	3855.0	3770.0	3815.0	3790.0	3830.0	3810.0
M3	3720.0	3720.0	3745.0	3740.0	3775.0	3825.0	3860.0	3815.0	3880.0	3850.0	3875.0	3870.0	3890.0	3790.0	3870.0	3845.0	3870.0	3840.0
M4	3710.0	3710.0	3760.0	3760.0	3805.0	3855.0	3880.0	3900.0	3855.0	3860.0	3885.0	3875.0	3895.0	3790.0	3855.0	3815.0	3845.5	3830.0
M5	3690.0	3685.0	3735.0	3725.0	3785.0	3860.0	3875.0	3795.0	3845.0	3890.0	3860.0	3885.0	3870.0	3760.0	3875.0	3795.0	3855.0	3790.0
M6	3735.0	3730.0	3770.0	3770.0	3760.0	3825.0	3860.0	3885.0	3855.0	3790.0	3865.0	3840.0	3895.0	3845.0	3815.0	3854.7	3845.9	3877.6
M7	3760.0	3785.0	3720.0	3715.0	3750.0	3810.0	3835.0	3830.0	3870.0	3860.0	3825.0	3850.0	3880.0	3820.0	3865.0	3790.0	3833.0	3850.0
M8	3685.0	3680.0	3810.0	3715.0	3755.0	3835.0	3795.0	3775.0	3840.0	3795.0	3825.0	3770.0	3869.0	3825.0	3875.0	3814.0	3840.0	3866.5
M9	3710.0	3715.0	3735.0	3750.0	3790.0	3860.0	3845.0	3880.0	3895.0	3925.0	3885.0	3840.0	3905.0	3780.0	3895.0	3860.0	3885.0	3880.0
M10	3720.0	3725.0	3730.0	3740.0	3795.0	3875.0	3865.0	3825.0	3870.0	3810.0	3790.0	3790.0	3845.0	3825.0	3880.0	3835.0	3870.0	3850.0
M11	3845.0	3825.0	3690.0	3680.0	3730.0	3752.0	3830.0	3795.0	3868.0	3820.0	3830.0	3770.0	3825.0	3780.0	3844.0	3775.0	3825.0	3840.0
M12	3700.0	3700.0	3760.0	3740.0	3790.0	3817.0	3795.0	3840.0	3873.0	3795.0	3765.0	3785.0	3855.0	3770.0	3750.0	3840.0	3872.0	3860.0
M13	3880.0	3870.0	3730.0	3745.0	3775.0	3795.0	3865.0	3885.0	3845.0	3775.0	3845.0	3860.0	3875.0	3775.0	3872.0	3890.0	3832.0	3874.0
M14	3695.0	3705.0	3740.0	3775.0	3775.0	3847.0	3860.0	3825.0	3776.0	3805.0	3875.0	3820.0	3815.0	3775.0	3863.0	3830.0	3859.0	3830.0
M15	3635.0	3640.0	3685.0	3700.0	3765.0	3835.0	3760.0	3800.0	3865.0	3790.0	3795.0	3750.0	3805.0	3785.0	3809.0	3840.0	3850.0	3835.0
M16	3790.0	3756.5	3730.0	3730.0	3870.0	3895.0	3845.0	3870.0	3890.0	3820.0	3900.0	3830.0	3890.0	3825.0	3895.0	3845.0	3883.0	3844.0
M17	3770.0	3660.0	3670.0	3680.0	3760.0	3806.0	3780.0	3850.0	3810.0	3765.0	3835.1	3750.0	3815.0	3730.0	3790.0	3820.0	3840.0	3800.0
M18	3690.0	3690.0	3725.0	3725.0	3770.0	3809.0	3930.0	3920.0	3880.0	3840.0	3795.0	3775.0	3825.0	3860.0	3815.0	3880.0	3850.0	3875.0
M19	3750.0	3650.0	3665.0	3765.0	3695.0	3740.0	3895.0	3860.0	3840.0	3850.0	3805.0	3805.0	3855.0	3880.0	3900.0	3855.0	3860.0	3885.0

CUADRO N° 9.1.2

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.65

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE LAS PROBETAS (grs)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
M1	3690.0	3710.0	3795.0	3830.0	3858.6	3831.2	3804.2	3868.8	3810.0	3828.3	3794.7	3836.2	3828.0	3848.4	3861.4
M2	3715.0	3735.0	3730.0	3755.0	3826.4	3800.8	3840.0	3861.5	3885.0	3852.0	3775.0	3790.0	3880.0	3852.0	3872.0
M3	3775.0	3750.0	3800.0	3770.0	3838.8	3872.0	3820.7	3860.6	3870.0	3885.2	3830.0	3820.0	3870.0	3900.0	3880.0
M4	3665.0	3695.0	3755.0	3809.3	3848.2	3792.3	3740.0	3816.0	3785.0	3910.0	3765.0	3790.0	3892.3	3880.0	3850.0
M5	3700.0	3740.0	3760.0	3775.0	3861.5	3843.5	3775.0	3890.9	3842.7	3896.3	3815.0	3850.0	3837.8	3870.0	3836.9
M6	3750.0	3735.0	3835.0	3790.0	3828.8	3850.0	3825.0	3860.0	3780.0	3834.4	3800.0	3835.0	3886.2	3835.0	3840.0
M7	3710.0	3710.0	3815.0	3780.0	3810.0	3836.3	3770.0	3872.6	3820.0	3900.0	3910.0	3867.3	3925.0	3900.0	3920.0
M8	3735.0	3750.0	3855.0	3735.0	3845.0	3876.7	3815.0	3830.6	3800.0	3873.0	3790.0	3855.0	3905.9	3845.0	3860.0
M9	3730.0	3755.0	3835.0	3860.0	3885.0	3870.0	3851.6	3870.0	3895.0	3890.9	3840.0	3790.0	3860.8	3840.0	3890.0
M10	3665.0	3700.0	3705.0	3760.0	3855.0	3900.0	3875.0	3900.0	3855.6	3910.0	3805.0	3860.0	3915.0	3815.0	3905.0
M11	3780.0	3715.0	3770.0	3790.0	3823.0	3843.0	3781.0	3863.0	3825.0	3900.0	3796.0	3820.0	3854.3	3870.0	3880.0
M12	3725.0	3690.0	3815.0	3730.0	3820.0	3829.0	3795.0	3890.0	3830.0	3849.0	3759.0	3790.0	3892.0	3840.0	3850.0
M13	3695.0	3710.0	3775.0	3800.0	3829.0	3853.0	3757.0	3840.0	3770.0	3827.6	3779.0	3830.0	3872.0	3845.0	3860.0
M14	3740.0	3715.0	3700.0	3755.0	3804.0	3875.0	3823.0	3910.0	3885.0	3880.0	3884.0	3805.0	3893.0	3860.0	3850.0
M15	3715.0	3730.0	3830.0	3720.0	3813.0	3807.0	3815.0	3845.0	3835.0	3881.9	3821.0	3855.0	3829.0	3850.0	3845.0
M16	3690.0	3735.0	3749.0	3720.0	3814.3	3850.0	3770.0	3796.1	3820.0	3863.0	3760.0	3780.0	3860.0	3835.0	3850.0
M17	3710.0	3720.0	3750.0	3818.0	3865.0	3835.0	3780.0	3871.0	3890.9	3870.0	3795.0	3805.0	3883.0	3850.0	3840.0
M18	3752.0	3775.0	3742.0	3720.0	3770.0	3740.0	3755.0	3830.0	3805.0	3805.0	3815.0	3885.0	3790.0	3810.0	3880.0

CUADRO N° 9.1.2

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.65

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE LAS PROBETAS (grs)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
M19	3721.0	3729.0	3720.0	3715.0	3803.9	3783.0	3805.0	3850.0	3800.0	3795.0	3810.0	3857.0	3795.0	3835.0	3830.0
M20	3740.0	3748.0	3720.0	3755.0	3745.0	3760.0	3770.0	3880.0	3833.5	3771.7	3830.0	3833.5	3790.0	3870.9	3840.0
M21	3740.0	3719.0	3690.0	3735.0	3710.0	3710.0	3760.0	3821.0	3763.0	3770.0	3835.0	3810.0	3760.0	3800.0	3825.0
M22	3690.0	3697.0	3685.0	3710.0	3690.0	3700.0	3802.6	3855.0	3740.0	3780.0	3854.0	3875.0	3790.0	3826.3	3770.0
M23	3726.0	3728.0	3690.0	3690.0	3792.0	3690.0	3745.0	3810.0	3810.0	3820.0	3805.0	3890.0	3824.6	3863.2	3730.0
M24	3703.0	3743.0	3723.0	3755.0	3799.0	3755.0	3790.0	3765.0	3805.0	3795.0	3820.0	3835.0	3820.0	3830.0	3780.0
M25	3715.0	3706.0	3700.0	3750.0	3736.0	3700.0	3734.5	3793.0	3790.0	3825.0	3770.0	3850.0	3808.8	3840.0	3795.0
M26	3700.0	3790.0	3730.0	3725.0	3822.0	3755.0	3760.0	3860.0	3785.0	3815.0	3830.0	3855.0	3840.0	3916.0	3815.0
M27	3630.0	3763.0	3751.0	3755.0	3720.0	3735.0	3750.0	3800.0	3855.0	3750.0	3800.0	3840.0	3790.0	3835.0	3795.0
M28	3690.0	3801.0	3705.0	3775.0	3870.0	3780.0	3760.0	3830.0	3840.0	3765.0	3830.0	3895.0	3840.0	3870.0	3880.0
M29	3692.0	3741.0	3735.0	3745.0	3740.0	3765.0	3775.0	3840.0	3825.0	3810.0	3790.0	3890.0	3824.0	3860.0	3820.0
M30	3730.0	3805.0	3800.0	3770.0	3755.0	3836.0	3820.0	3845.0	3885.0	3857.0	3912.0	3850.0	3870.0	3880.0	3865.0

CUADRO N° 9.1.3

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y POR PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.70

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
M1	3790.0	3783.0	3800.0	3755.0	3867.0	3854.0	3840.0	3910.0	3819.0	3883.0	3830.0	3865.0	3820.0	3890.0
M2	3685.0	3714.0	3755.0	3710.0	3780.0	3835.0	3749.0	3804.0	3734.0	3839.0	3784.0	3753.0	3810.0	3835.0
M3	3725.0	3770.0	3770.0	3700.0	3780.0	3818.0	3815.0	3860.0	3760.0	3804.0	3735.0	3785.0	3800.0	3847.0
M4	3765.0	3755.0	3775.0	3817.0	3795.0	3846.0	3850.0	3900.0	3800.0	3861.0	3815.0	3840.0	3890.0	3885.0
M5	3785.0	3820.0	3800.0	3700.0	3765.0	3810.0	3785.0	3832.0	3779.0	3821.0	3881.0	3860.0	3770.0	3812.0
M6	3685.0	3715.0	3710.0	3750.0	3825.0	3870.0	3810.0	3875.0	3811.0	3880.0	3765.0	3815.0	3870.0	3840.0
M7	3830.0	3860.0	3811.0	3767.0	3830.0	3807.0	3760.0	3885.0	3755.0	3817.0	3785.0	3800.0	3880.0	3861.0
M8	3720.0	3750.0	3705.0	3750.0	3828.0	3755.0	3748.0	3726.0	3850.0	3763.0	3880.0	3855.0	3792.0	3811.0
M9	3640.0	3675.0	3665.0	3765.0	3763.0	3829.0	3785.0	3855.0	3785.0	3873.0	3790.0	3785.0	3769.0	3827.0
M10	3790.0	3835.0	3725.0	3760.0	3808.0	3885.0	3828.0	3815.0	3800.0	3890.0	3760.0	3800.0	3860.0	3877.0
M11	3690.0	3755.0	3750.0	3745.0	3850.0	3854.0	3735.0	3819.0	3744.0	3895.0	3775.0	3845.0	3865.0	3837.0
M12	3735.0	3765.0	3755.0	3770.0	3760.0	3825.0	3795.0	3893.0	3825.0	3790.0	3780.0	3785.0	3813.0	3800.0
M13	3770.0	3790.0	3734.0	3845.0	3805.0	3840.0	3775.0	3876.0	3845.0	3766.0	3785.0	3830.0	3760.0	3800.0
M14	3820.0	3810.0	3756.0	3780.0	3840.0	3889.0	3805.0	3876.0	3800.0	3892.0	3840.0	3876.0	3827.0	3795.0
M15	3725.0	3785.0	3719.0	3822.0	3780.0	3808.0	3790.0	3832.0	3849.0	3841.0	3790.0	3765.0	3791.0	3825.0
M16	3735.0	3790.0	3765.0	3810.0	3820.0	3803.0	3890.0	3834.0	3880.0	3820.0	3830.0	3790.0	3807.0	3875.0
M17	3750.0	3766.0	3720.0	3760.0	3825.0	3850.0	3785.0	3842.0	3885.0	3830.0	3800.0	3875.0	3820.0	3842.0
M18	3788.0	3775.0	3695.0	3725.0	3790.0	3763.0	3714.0	3788.0	3735.0	3816.0	3770.0	3785.0	3765.0	3765.0

CUADRO N° 9.1.3

CICLOS DE ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y POR PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.70

Muestras	CICLOS DE ENSAYO / PESO DE PROBETAS (grs)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
M19	3805.0	3785.0	3700.0	3770.0	3820.0	3833.0	3765.0	3820.0	3790.0	3854.0	3850.0	3805.0	3775.0	3810.0
M20	3821.0	3807.0	3765.0	3841.0	3780.0	3795.0	3750.0	3828.0	3765.0	3831.0	3835.0	3810.0	3830.0	3858.0
M21	3729.4	3760.0	3727.0	3752.0	3758.0	3805.0	3785.0	3799.0	3774.0	3747.0	3740.0	3780.0	3770.0	3796.0
M22	3739.0	3780.0	3735.0	3721.0	3752.0	3763.0	3775.0	3806.0	3785.0	3756.0	3760.0	3794.0	3802.0	3804.0
M23	3715.0	3740.0	3760.0	3735.0	3819.0	3817.0	3790.0	3827.0	3819.0	3785.0	3810.0	3800.0	3815.0	3790.0
M24	3755.0	3789.0	3764.0	3770.0	3795.0	3778.0	3748.0	3774.0	3752.0	3800.0	3795.0	3760.0	3765.0	3774.0
M25	3719.0	3745.0	3740.0	3780.0	3785.0	3768.0	3778.0	3810.0	3805.0	3760.0	3807.0	3780.0	3795.0	3815.0
M26	3735.0	3742.0	3715.0	3797.0	3820.0	3815.0	3840.0	3880.0	3830.0	3770.0	3760.0	3805.0	3790.0	3809.0
M27	3722.0	3695.0	3705.0	3775.0	3795.0	3847.5	3770.0	3838.0	3781.0	3750.0	3755.0	3790.0	3830.0	3824.0
M28	3740.0	3660.0	3715.0	3740.0	3805.0	3838.0	3748.0	3815.0	3726.0	3879.0	3750.0	3835.0	3785.0	3827.0
M29	3665.0	3646.0	3675.0	3715.0	3725.0	3785.0	3707.0	3775.0	3809.0	3830.0	3820.0	3757.0	3750.0	3779.0
M30	3690.0	3670.0	3691.0	3745.0	3730.0	3808.0	3735.0	3829.0	3875.0	3840.0	3857.0	3770.0	3810.0	3793.0

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.60

CUADRO 9.1.4	Cuadro de resultados Probeta M1
CUADRO 9.1.5	Cuadro de resultados Probeta M2
CUADRO 9.1.6	Cuadro de resultados Probeta M3
CUADRO 9.1.7	Cuadro de resultados Probeta M4
CUADRO 9.1.8	Cuadro de resultados Probeta M5
CUADRO 9.1.9	Cuadro de resultados Probeta M6
CUADRO 9.1.10	Cuadro de resultados Probeta M7
CUADRO 9.1.11	Cuadro de resultados Probeta M8
CUADRO 9.1.12	Cuadro de resultados Probeta M9
CUADRO 9.1.13	Cuadro de resultados Probeta M10
CUADRO 9.1.14	Cuadro de resultados Probeta M11
CUADRO 9.1.15	Cuadro de resultados Probeta M12
CUADRO 9.1.16	Cuadro de resultados Probeta M13
CUADRO 9.1.17	Cuadro de resultados Probeta M14
CUADRO 9.1.18	Cuadro de resultados Probeta M15

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.4

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO		PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL			
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit		DOSIFICACION	Cemento
PROBETA	:	M1			Agua
					1 0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3680.00								
2	3705.00			25.00	0.66%	0.66%			
3	3750.00			45.00	1.19%	1.85%			
4	3690.00	-60.00	-1.58%			0.27%			
5	3735.00			45.00	1.19%	1.46%			
6	3775.00			40.00	1.06%	2.52%			
7	3755.00	-20.00	-0.53%			1.99%			
8	3765.00			10.00	0.26%	2.25%			
9	3825.00			60.00	1.58%	3.83%			
10	3845.00			20.00	0.53%	4.36%			
11	3820.00	-25.00	-0.66%			3.70%	-25.00	-0.65%	-0.65%
12	3840.00			20.00	0.53%	4.23%	20.00	0.52%	-0.13%
13	3810.00	-30.00	-0.79%			3.44%	-30.00	-0.78%	-0.91%
14	3765.00	-45.00	-1.19%			2.25%	-45.00	-1.17%	-2.08%
15	3800.00			35.00	0.92%	3.17%	35.00	0.91%	-1.17%
16	3780.00	-20.00	-0.53%			2.64%	-20.00	-0.52%	-1.69%
17	3800.00			20.00	0.53%	3.17%	20.00	0.52%	-1.17%
18	3790.00	-10.00	-0.26%			2.91%	-10.00	-0.26%	-1.43%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3845.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.5

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M2	Agua	0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3700.00								
2	3695.00	-5.00	-0.13%			-0.13%			
3	3730.00			35.00	0.92%	0.79%			
4	3795.00			65.00	1.71%	2.50%			
5	3815.00			20.00	0.52%	3.02%			
6	3850.00			35.00	0.92%	3.94%			
7	3830.00	-20.00	-0.52%			3.42%			
8	3845.00			15.00	0.39%	3.81%			
9	3820.00	-25.00	-0.66%			3.15%			
10	3800.00	-20.00	-0.52%			2.63%			
11	3850.00			50.00	1.31%	3.94%			
12	3835.00	-15.00	-0.39%			3.55%			
13	3855.00			20.00	0.52%	4.07%			
14	3770.00	-85.00	-2.23%			1.84%	-85.00	-2.20%	-2.20%
15	3815.00			45.00	1.18%	3.02%	45.00	1.17%	-1.04%
16	3790.00	-25.00	-0.66%			2.36%	-25.00	-0.65%	-1.69%
17	3830.00			40.00	1.05%	3.41%	40.00	1.04%	-0.65%
18	3810.00	-20.00	-0.52%			2.89%	-20.00	-0.52%	-1.17%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3855.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.6

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.60	
PROBETA	:	M3							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3720.00								
2	3720.00								
3	3745.00			25.00	0.65%	0.65%			
4	3740.00	-5.00	-0.13%			0.52%			
5	3775.00			35.00	0.91%	1.43%			
6	3825.00			50.00	1.30%	2.73%			
7	3860.00			35.00	0.91%	3.64%			
8	3815.00	-45.00	-1.17%			2.47%			
9	3880.00			65.00	1.69%	4.16%			
10	3850.00	-30.00	-0.78%			3.38%			
11	3875.00			25.00	0.65%	4.03%			
12	3870.00	-5.00	-0.13%			3.90%			
13	3890.00			20.00	0.52%	4.42%			
14	3790.00	-100.00	-2.60%			1.82%	-100.00	-2.57%	-2.57%
15	3870.00			80.00	2.08%	3.90%	80.00	2.06%	-0.51%
16	3845.00	-25.00	-0.65%			3.25%	-25.00	-0.64%	-1.16%
17	3870.00			25.00	0.65%	3.90%	25.00	0.64%	-0.51%
18	3840.00	-30.00	-0.78%			3.12%	-30.00	-0.77%	-1.29%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3890.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.7

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.60	
PROBETA	:	M4							

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3710.00								
2	3710.00								
3	3760.00			50.00	1.31%	1.31%			
4	3760.00					1.31%			
5	3805.00			45.00	1.17%	2.48%			
6	3855.00			50.00	1.31%	3.79%			
7	3880.00			25.00	0.65%	4.44%			
8	3900.00			20.00	0.52%	4.96%			
9	3855.00	-45.00	-1.17%			3.79%	-45.00	-1.15%	-1.15%
10	3860.00			5.00	0.13%	3.92%	5.00	0.13%	-1.03%
11	3885.00			25.00	0.65%	4.57%	25.00	0.64%	-0.38%
12	3875.00	-10.00	-0.26%			4.31%	-10.00	-0.26%	-0.64%
13	3895.00			20.00	0.52%	4.83%	20.00	0.51%	-0.13%
14	3790.00	-105.00	-2.74%			2.09%	-105.00	-2.69%	-2.82%
15	3855.00			65.00	1.70%	3.79%	65.00	1.67%	-1.15%
16	3815.00	-40.00	-1.04%			2.75%	-40.00	-1.03%	-2.18%
17	3845.50			30.50	0.80%	3.55%	30.50	0.78%	-1.40%
18	3830.00	-15.50	-0.40%			3.15%	-15.50	-0.40%	-1.79%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3900.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.8

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS		4x8"	
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION		Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit						Agua	0.60
PROBETA	:	M5							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3690.00								
2	3685.00	-5.00	-0.13%			-0.13%			
3	3735.00			50.00	1.32%	1.19%			
4	3725.00	-10.00	-0.26%			0.93%			
5	3785.00			60.00	1.58%	2.51%			
6	3860.00			75.00	1.98%	4.49%			
7	3875.00			15.00	0.40%	4.89%			
8	3795.00	-80.00	-2.11%			2.78%			
9	3845.00			50.00	1.32%	4.10%			
10	3890.00			45.00	1.19%	5.29%			
11	3860.00	-30.00	-0.79%			4.50%	-30.00	-0.77%	-0.77%
12	3885.00			25.00	0.66%	5.16%	25.00	0.64%	-0.13%
13	3870.00	-15.00	-0.40%			4.76%	-15.00	-0.39%	-0.51%
14	3760.00	-110.00	-2.90%			1.86%	-110.00	-2.83%	-3.34%
15	3875.00			115.00	3.03%	4.89%	115.00	2.96%	-0.39%
16	3795.00	-80.00	-2.11%			2.78%	-80.00	-2.06%	-2.44%
17	3855.00			60.00	1.58%	4.36%	60.00	1.54%	-0.90%
18	3790.00	-65.00	-1.72%			2.64%	-65.00	-1.67%	-2.57%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3890.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.9

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M6	Agua	0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3735.00								
2	3730.00	-5.00	-0.13%			-0.13%			
3	3770.00			40.00	1.03%	0.90%			
4	3770.00					0.90%			
5	3760.00	-10.00	-0.26%			0.64%			
6	3825.00			65.00	1.68%	2.32%			
7	3860.00			35.00	0.90%	3.22%			
8	3885.00			25.00	0.64%	3.86%			
9	3855.00	-30.00	-0.77%			3.09%			
10	3790.00	-65.00	-1.68%			1.41%			
11	3865.00			75.00	1.93%	3.34%			
12	3840.00	-25.00	-0.64%			2.70%			
13	3895.00			55.00	1.42%	4.12%			
14	3845.00	-50.00	-1.29%			2.83%	-50.00	-1.28%	-1.28%
15	3815.00	-30.00	-0.77%			2.06%	-30.00	-0.77%	-2.05%
16	3854.70			39.70	1.02%	3.08%	39.70	1.02%	-1.03%
17	3845.90	-8.80	-0.23%			2.85%	-8.80	-0.23%	-1.26%
18	3877.60			31.70	0.82%	3.67%	31.70	0.81%	-0.45%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3895.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.10

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M7		Agua 0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3760.00								
2	3785.00			25.00	0.65%	0.65%			
3	3720.00	-65.00	-1.69%			-1.04%			
4	3715.00	-5.00	-0.13%			-1.17%			
5	3750.00			35.00	0.91%	-0.26%			
6	3810.00			60.00	1.56%	1.30%			
7	3835.00			25.00	0.65%	1.95%			
8	3830.00	-5.00	-0.13%			1.82%			
9	3870.00			40.00	1.04%	2.86%			
10	3860.00	-10.00	-0.26%			2.60%			
11	3825.00	-35.00	-0.91%			1.69%			
12	3850.00			25.00	0.65%	2.34%			
13	3880.00			30.00	0.78%	3.12%			
14	3820.00	-60.00	-1.56%			1.56%	-60.00	-1.55%	-1.55%
15	3865.00			45.00	1.17%	2.73%	45.00	1.16%	-0.39%
16	3790.00	-75.00	-1.95%			0.78%	-75.00	-1.93%	-2.32%
17	3833.00			43.00	1.12%	1.90%	43.00	1.11%	-1.21%
18	3850.00			17.00	0.44%	2.34%	17.00	0.44%	-0.77%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3880.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.11

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.60	
PROBETA	:	M8							

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3685.00								
2	3680.00	-5.00	-0.13%			-0.13%			
3	3810.00			130.00	3.36%	3.23%			
4	3715.00	-95.00	-2.46%			0.77%			
5	3755.00			40.00	1.03%	1.80%			
6	3835.00			80.00	2.07%	3.87%			
7	3795.00	-40.00	-1.03%			2.84%			
8	3775.00	-20.00	-0.52%			2.32%			
9	3840.00			65.00	1.68%	4.00%			
10	3795.00	-45.00	-1.16%			2.84%			
11	3825.00			30.00	0.78%	3.62%			
12	3770.00	-55.00	-1.42%			2.20%			
13	3869.00			99.00	2.56%	4.76%			
14	3825.00	-44.00	-1.14%			3.62%			
15	3875.00			50.00	1.29%	4.91%			
16	3814.00	-61.00	-1.58%			3.33%	-61.00	-1.57%	-1.57%
17	3840.00			26.00	0.67%	4.00%	26.00	0.67%	-0.90%
18	3866.50			26.50	0.69%	4.69%	26.50	0.68%	-0.22%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3875.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.12

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO			PROBETAS	4x8"	
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL					
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit			DOSIFICACION	Cemento	1
PROBETA	:	M9				Agua	0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3710.00								
2	3715.00			5.00	0.13%	0.13%			
3	3735.00			20.00	0.52%	0.65%			
4	3750.00			15.00	0.39%	1.04%			
5	3790.00			40.00	1.03%	2.07%			
6	3860.00			70.00	1.80%	3.87%			
7	3845.00	-15.00	-0.39%			3.48%			
8	3880.00			35.00	0.90%	4.38%			
9	3895.00			15.00	0.39%	4.77%			
10	3925.00			30.00	0.77%	5.54%			
11	3885.00	-40.00	-1.03%			4.51%	-40.00	-1.02%	-1.02%
12	3840.00	-45.00	-1.16%			3.35%	-45.00	-1.15%	-2.17%
13	3905.00			65.00	1.68%	5.03%	65.00	1.66%	-0.51%
14	3780.00	-125.00	-3.22%			1.81%	-125.00	-3.18%	-3.69%
15	3895.00			115.00	2.96%	4.77%	115.00	2.93%	-0.76%
16	3860.00	-35.00	-0.90%			3.87%	-35.00	-0.89%	-1.66%
17	3885.00			25.00	0.64%	4.51%	25.00	0.64%	-1.02%
18	3880.00	-5.00	-0.13%			4.38%	-5.00	-0.13%	-1.15%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3925.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.13

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.60	
PROBETA	:	M10							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3720.00								
2	3725.00			5.00	0.13%	0.13%			
3	3730.00			5.00	0.13%	0.26%			
4	3740.00			10.00	0.26%	0.52%			
5	3795.00			55.00	1.43%	1.95%			
6	3875.00			80.00	2.08%	4.03%			
7	3865.00	-10.00	-0.26%			3.77%			
8	3825.00	-40.00	-1.04%			2.73%			
9	3870.00			45.00	1.17%	3.90%			
10	3810.00	-60.00	-1.56%			2.34%			
11	3790.00	-20.00	-0.52%			1.82%			
12	3790.00					1.82%			
13	3845.00			55.00	1.43%	3.25%			
14	3825.00	-20.00	-0.52%			2.73%			
15	3880.00			55.00	1.43%	4.16%			
16	3835.00	-45.00	-1.17%			2.99%	-45.00	-1.16%	-1.16%
17	3870.00			35.00	0.91%	3.90%	35.00	0.90%	-0.26%
18	3850.00	-20.00	-0.52%			3.38%	-20.00	-0.52%	-0.77%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3880.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.14

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	DOSIFICACION	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.60
PROBETA	:	M11		

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3845.00								
2	3825.00	-20.00	-0.52%			-0.52%			
3	3690.00	-135.00	-3.52%			-4.04%			
4	3680.00	-10.00	-0.26%			-4.30%			
5	3730.00			50.00	1.30%	-3.00%			
6	3752.00			22.00	0.57%	-2.43%			
7	3830.00			78.00	2.03%	-0.40%			
8	3795.00	-35.00	-0.91%			-1.31%			
9	3868.00			73.00	1.90%	0.59%			
10	3820.00	-48.00	-1.25%			-0.66%	-48.00	-1.24%	-1.24%
11	3830.00			10.00	0.26%	-0.40%	10.00	0.26%	-0.98%
12	3770.00	-60.00	-1.56%			-1.96%	-60.00	-1.55%	-2.53%
13	3825.00			55.00	1.43%	-0.53%	55.00	1.42%	-1.11%
14	3780.00	-45.00	-1.17%			-1.70%	-45.00	-1.16%	-2.28%
15	3844.00			64.00	1.67%	-0.03%	64.00	1.65%	-0.62%
16	3775.00	-69.00	-1.80%			-1.83%	-69.00	-1.78%	-2.40%
17	3825.00			50.00	1.30%	-0.53%	50.00	1.29%	-1.11%
18	3840.00			15.00	0.39%	-0.14%	15.00	0.39%	-0.72%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3868.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.15

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M12		Agua 0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3700.00								
2	3700.00								
3	3760.00			60.00	1.55%	1.55%			
4	3740.00	-20.00	-0.52%			1.03%			
5	3790.00			50.00	1.30%	2.33%			
6	3817.00			27.00	0.70%	3.03%			
7	3795.00	-22.00	-0.57%			2.46%			
8	3840.00			45.00	1.17%	3.63%			
9	3873.00			33.00	0.85%	4.48%			
10	3795.00	-78.00	-2.02%			2.46%	-78.00	-2.01%	-2.01%
11	3765.00	-30.00	-0.78%			1.68%	-30.00	-0.77%	-2.79%
12	3785.00			20.00	0.52%	2.20%	20.00	0.52%	-2.27%
13	3855.00			70.00	1.81%	4.01%	70.00	1.81%	-0.46%
14	3770.00	-85.00	-2.20%			1.81%	-85.00	-2.19%	-2.66%
15	3750.00	-20.00	-0.52%			1.29%	-20.00	-0.52%	-3.18%
16	3840.00			90.00	2.33%	3.62%	90.00	2.32%	-0.85%
17	3872.00			32.00	0.83%	4.45%	32.00	0.83%	-0.03%
18	3860.00	-12.00	-0.31%			4.14%	-12.00	-0.31%	-0.34%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3873.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.16

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M13					Agua	0.60	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3880.00								
2	3870.00	-10.00	-0.26%			-0.26%			
3	3730.00	-140.00	-3.61%			-3.87%			
4	3745.00			15.00	0.39%	-3.48%			
5	3775.00			30.00	0.77%	-2.71%			
6	3795.00			20.00	0.52%	-2.19%			
7	3865.00			70.00	1.81%	-0.38%			
8	3885.00			20.00	0.52%	0.14%			
9	3845.00	-40.00	-1.03%			-0.89%			
10	3775.00	-70.00	-1.81%			-2.70%			
11	3845.00			70.00	1.81%	-0.89%			
12	3860.00			15.00	0.39%	-0.50%			
13	3875.00			15.00	0.39%	-0.11%			
14	3775.00	-100.00	-2.58%			-2.69%			
15	3872.00			97.00	2.50%	-0.19%			
16	3890.00			18.00	0.46%	0.27%			
17	3832.00	-58.00	-1.50%			-1.23%	-58.00	-1.49%	-1.49%
18	3874.00			42.00	1.08%	-0.15%	42.00	1.08%	-0.41%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3890.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.17

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M14	Agua	0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3695.00								
2	3705.00			10.00	0.26%	0.26%			
3	3740.00			35.00	0.91%	1.17%			
4	3775.00			35.00	0.91%	2.08%			
5	3775.00					2.08%			
6	3847.00			72.00	1.88%	3.96%			
7	3860.00			13.00	0.34%	4.30%			
8	3825.00	-35.00	-0.91%			3.39%			
9	3776.00	-49.00	-1.28%			2.11%			
10	3805.00			29.00	0.76%	2.87%			
11	3875.00			70.00	1.83%	4.70%			
12	3820.00	-55.00	-1.44%			3.26%	-55.00	-1.42%	-1.42%
13	3815.00	-5.00	-0.13%			3.13%	-5.00	-0.13%	-1.55%
14	3775.00	-40.00	-1.04%			2.09%	-40.00	-1.03%	-2.58%
15	3863.00			88.00	2.30%	4.39%	88.00	2.27%	-0.31%
16	3830.00	-33.00	-0.86%			3.53%	-33.00	-0.85%	-1.16%
17	3859.00			29.00	0.76%	4.29%	29.00	0.75%	-0.41%
18	3830.00	-29.00	-0.76%			3.53%	-29.00	-0.75%	-1.16%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3875.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.18

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M15	Agua	0.60

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3635.00								
2	3640.00			5.00	0.13%	0.13%			
3	3685.00			45.00	1.17%	1.30%			
4	3700.00			15.00	0.39%	1.69%			
5	3765.00			65.00	1.69%	3.38%			
6	3835.00			70.00	1.83%	5.21%			
7	3760.00	-75.00	-1.96%			3.25%			
8	3800.00			40.00	1.04%	4.29%			
9	3865.00			65.00	1.69%	5.98%			
10	3790.00	-75.00	-1.96%			4.02%	-75.00	-1.94%	-1.94%
11	3795.00			5.00	0.13%	4.15%	5.00	0.13%	-1.81%
12	3750.00	-45.00	-1.17%			2.98%	-45.00	-1.16%	-2.98%
13	3805.00			55.00	1.43%	4.41%	55.00	1.42%	-1.55%
14	3785.00	-20.00	-0.52%			3.89%	-20.00	-0.52%	-2.07%
15	3809.00			24.00	0.63%	4.52%	24.00	0.62%	-1.45%
16	3840.00			31.00	0.81%	5.33%	31.00	0.80%	-0.65%
17	3850.00			10.00	0.26%	5.59%	10.00	0.26%	-0.39%
18	3835.00	-15.00	-0.39%			5.20%	-15.00	-0.39%	-0.78%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3865.00

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACIÓN a/c 0.65

CUADRO 9.1.19	Cuadro de resultados Probeta M1
CUADRO 9.1.20	Cuadro de resultados Probeta M2
CUADRO 9.1.21	Cuadro de resultados Probeta M3
CUADRO 9.1.22	Cuadro de resultados Probeta M4
CUADRO 9.1.23	Cuadro de resultados Probeta M5
CUADRO 9.1.24	Cuadro de resultados Probeta M6
CUADRO 9.1.25	Cuadro de resultados Probeta M7
CUADRO 9.1.26	Cuadro de resultados Probeta M8
CUADRO 9.1.27	Cuadro de resultados Probeta M9
CUADRO 9.1.28	Cuadro de resultados Probeta M10
CUADRO 9.1.29	Cuadro de resultados Probeta M11
CUADRO 9.1.30	Cuadro de resultados Probeta M12
CUADRO 9.1.31	Cuadro de resultados Probeta M13
CUADRO 9.1.32	Cuadro de resultados Probeta M14
CUADRO 9.1.33	Cuadro de resultados Probeta M15

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.19

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M1					Agua	0.65	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3690.00								
2	3710.00			20.00	0.52%	0.52%			
3	3795.00			85.00	2.20%	2.72%			
4	3830.00			35.00	0.91%	3.63%			
5	3858.60			28.60	0.74%	4.37%			
6	3831.20	-27.40	-0.71%			3.66%			
7	3804.20	-27.00	-0.70%			2.96%			
8	3868.80			64.60	1.67%	4.63%			
9	3810.00	-58.80	-1.52%			3.11%	-58.80	-1.52%	-1.52%
10	3828.30			18.30	0.47%	3.58%	18.30	0.47%	-1.05%
11	3794.70	-33.60	-0.87%			2.71%	-33.60	-0.87%	-1.92%
12	3836.20			41.50	1.07%	3.78%	41.50	1.07%	-0.84%
13	3828.00	-8.20	-0.21%			3.57%	-8.20	-0.21%	-1.05%
14	3848.40			20.40	0.53%	4.10%	20.40	0.53%	-0.53%
15	3861.40			13.00	0.34%	4.44%	13.00	0.34%	-0.19%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3868.80

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.20

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit					Agua	0.65	
PROBETA	:	M2							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PÉRDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3715.00								
2	3735.00			20.00	0.52%	0.52%			
3	3730.00	-5.00	-0.13%			0.39%			
4	3755.00			25.00	0.65%	1.04%			
5	3826.40			71.40	1.84%	2.88%			
6	3800.80	-25.60	-0.66%			2.22%			
7	3840.00			39.20	1.01%	3.23%			
8	3861.50			21.50	0.56%	3.79%			
9	3885.00			23.50	0.61%	4.40%			
10	3852.00	-33.00	-0.85%			3.55%	-33.00	-0.85%	-0.85%
11	3775.00	-77.00	-1.99%			1.56%	-77.00	-1.98%	-2.83%
12	3790.00			15.00	0.39%	1.95%	15.00	0.39%	-2.45%
13	3880.00			90.00	2.32%	4.27%	90.00	2.32%	-0.13%
14	3852.00	-28.00	-0.72%			3.55%	-28.00	-0.72%	-0.85%
15	3872.00			20.00	0.52%	4.07%	20.00	0.51%	-0.33%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3885.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.21

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M3					Agua	0.65	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3775.00								
2	3750.00	-25.00	-0.64%			-0.64%			
3	3800.00			50.00	1.29%	0.65%			
4	3770.00	-30.00	-0.77%			-0.12%			
5	3838.80			68.80	1.77%	1.65%			
6	3872.00			33.20	0.86%	2.51%			
7	3820.70	-51.30	-1.32%			1.19%			
8	3860.60			39.90	1.03%	2.22%			
9	3870.00			9.40	0.24%	2.46%			
10	3885.20			15.20	0.39%	2.85%			
11	3830.00	-55.20	-1.42%			1.43%			
12	3820.00	-10.00	-0.26%			1.17%			
13	3870.00			50.00	1.29%	2.46%			
14	3900.00			30.00	0.77%	3.23%			
15	3880.00	-20.00	-0.52%			2.71%	-20.00	-0.51%	-0.51%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3900.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.22

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit					Agua	0.65	
PROBETA	:	M4							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3665.00								
2	3695.00			30.00	0.78%	0.78%			
3	3755.00			60.00	1.56%	2.34%			
4	3809.30			54.30	1.41%	3.75%			
5	3848.20			38.90	1.01%	4.76%			
6	3792.30	-55.90	-1.45%			3.31%			
7	3740.00	-52.30	-1.36%			1.95%			
8	3816.00			76.00	1.97%	3.92%			
9	3785.00	-31.00	-0.81%			3.11%			
10	3910.00			125.00	3.25%	6.36%			
11	3765.00	-145.00	-3.77%			2.59%	-145.00	-3.71%	-3.71%
12	3790.00			25.00	0.65%	3.24%	25.00	0.64%	-3.07%
13	3892.30			102.30	2.66%	5.90%	102.30	2.62%	-0.45%
14	3880.00	-12.30	-0.32%			5.58%	-12.30	-0.31%	-0.77%
15	3850.00	-30.00	-0.78%			4.80%	-30.00	-0.77%	-1.53%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3910.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.23

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit					Agua	0.65	
PROBETA	:	M5							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3700.00								
2	3740.00			40.00	1.04%	1.04%			
3	3760.00			20.00	0.52%	1.56%			
4	3775.00			15.00	0.39%	1.95%			
5	3861.50			86.50	2.25%	4.20%			
6	3843.50	-18.00	-0.47%			3.73%			
7	3775.00	-68.50	-1.79%			1.94%			
8	3890.90			115.90	3.02%	4.96%			
9	3842.70	-48.20	-1.26%			3.70%			
10	3896.30			53.60	1.40%	5.10%			
11	3815.00	-81.30	-2.12%			2.98%	-81.30	-2.09%	-2.09%
12	3850.00			35.00	0.91%	3.89%	35.00	0.90%	-1.19%
13	3837.80	-12.20	-0.32%			3.57%	-12.20	-0.31%	-1.50%
14	3870.00			32.20	0.84%	4.41%	32.20	0.83%	-0.67%
15	3836.90	-33.10	-0.86%			3.55%	-33.10	-0.85%	-1.52%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3896.30

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.24

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO-I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M6	Agua	0.65

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3750.00								
2	3735.00	-15.00	-0.39%			-0.39%			
3	3835.00			100.00	2.60%	2.21%			
4	3790.00	-45.00	-1.17%			1.04%			
5	3828.80			38.80	1.01%	2.05%			
6	3850.00			21.20	0.55%	2.60%			
7	3825.00	-25.00	-0.65%			1.95%			
8	3860.00			35.00	0.91%	2.86%			
9	3780.00	-80.00	-2.08%			0.78%			
10	3834.40			54.40	1.42%	2.20%			
11	3800.00	-34.40	-0.90%			1.30%			
12	3835.00			35.00	0.91%	2.21%			
13	3886.20			51.20	1.33%	3.54%			
14	3835.00	-51.20	-1.33%			2.21%	-51.20	-1.32%	-1.32%
15	3840.00			5.00	0.13%	2.34%	5.00	0.13%	-1.19%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3886.20

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.25

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M7		Agua 0.65

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3710.00								
2	3710.00								
3	3815.00			105.00	2.68%	2.68%			
4	3780.00	-35.00	-0.89%			1.79%			
5	3810.00			30.00	0.77%	2.56%			
6	3836.30			26.30	0.67%	3.23%			
7	3770.00	-66.30	-1.69%			1.54%			
8	3872.60			102.60	2.62%	4.16%			
9	3820.00	-52.60	-1.34%			2.82%			
10	3900.00			80.00	2.04%	4.86%			
11	3910.00			10.00	0.26%	5.12%			
12	3867.30	-42.70	-1.09%			4.03%			
13	3925.00			57.70	1.47%	5.50%			
14	3900.00	-25.00	-0.64%			4.86%	-25.00	-0.64%	-0.64%
15	3920.00			20.00	0.51%	5.37%	20.00	0.51%	-0.13%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3925.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.26

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M8	Agua	0.65

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3735.00								
2	3750.00			15.00	0.39%	0.39%			
3	3855.00			105.00	2.72%	3.11%			
4	3735.00	-120.00	-3.11%						
5	3845.00			110.00	2.85%	2.85%			
6	3876.70			31.70	0.82%	3.67%			
7	3815.00	-61.70	-1.60%			2.07%			
8	3830.60			15.60	0.40%	2.47%			
9	3800.00	-30.60	-0.79%			1.68%			
10	3873.00			73.00	1.89%	3.57%			
11	3790.00	-83.00	-2.15%			1.42%			
12	3855.00			65.00	1.68%	3.10%			
13	3905.90			50.90	1.32%	4.42%			
14	3845.00	-60.90	-1.58%			2.84%	-60.90	-1.56%	-1.56%
15	3860.00			15.00	0.39%	3.23%	15.00	0.38%	-1.18%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3905.90

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.27

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M9					Agua	0.65	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3730.00								
2	3755.00			25.00	0.64%	0.64%			
3	3835.00			80.00	2.06%	2.70%			
4	3860.00			25.00	0.64%	3.34%			
5	3885.00			25.00	0.64%	3.98%			
6	3870.00	-15.00	-0.39%			3.59%			
7	3851.60	-18.40	-0.47%			3.12%			
8	3870.00			18.40	0.47%	3.59%			
9	3895.00			25.00	0.64%	4.23%			
10	3890.90	-4.10	-0.11%			4.12%	-4.10	-0.11%	-0.11%
11	3840.00	-50.90	-1.31%			2.81%	-50.90	-1.31%	-1.41%
12	3790.00	-50.00	-1.29%			1.52%	-50.00	-1.28%	-2.70%
13	3860.80			70.80	1.82%	3.34%	70.80	1.82%	-0.88%
14	3840.00	-20.80	-0.53%			2.81%	-20.80	-0.53%	-1.41%
15	3890.00			50.00	1.29%	4.10%	50.00	1.28%	-0.13%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3895.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.28

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M10	Agua	0.65

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3665.00								
2	3700.00			35.00	0.90%	0.90%			
3	3705.00			5.00	0.13%	1.03%			
4	3760.00			55.00	1.41%	2.44%			
5	3855.00			95.00	2.43%	4.87%			
6	3900.00			45.00	1.15%	6.02%			
7	3875.00	-25.00	-0.64%			5.38%			
8	3900.00			25.00	0.64%	6.02%			
9	3855.60	-44.40	-1.14%			4.88%			
10	3910.00			54.40	1.39%	6.27%			
11	3805.00	-105.00	-2.69%			3.58%			
12	3860.00			55.00	1.41%	4.99%			
13	3915.00			55.00	1.41%	6.40%			
14	3815.00	-100.00	-2.56%			3.84%	-100.00	-2.55%	-2.55%
15	3905.00			90.00	2.30%	6.14%	90.00	2.30%	-0.26%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3915.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.29

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.65	
PROBETA	:	M11							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3780.00								
2	3715.00	-65.00	-1.68%			-1.68%			
3	3770.00			55.00	1.42%	-0.26%			
4	3790.00			20.00	0.52%	0.26%			
5	3823.00			33.00	0.85%	1.11%			
6	3843.00			20.00	0.52%	1.63%			
7	3781.00	-62.00	-1.60%			0.03%			
8	3863.00			82.00	2.11%	2.14%			
9	3825.00	-38.00	-0.98%			1.16%			
10	3900.00			75.00	1.93%	3.09%			
11	3796.00	-104.00	-2.68%			0.41%	-104.00	-2.67%	-2.67%
12	3820.00			24.00	0.62%	1.03%	24.00	0.62%	-2.05%
13	3854.30			34.30	0.88%	1.91%	34.30	0.88%	-1.17%
14	3870.00			15.70	0.40%	2.31%	15.70	0.40%	-0.77%
15	3880.00			10.00	0.26%	2.57%	10.00	0.26%	-0.51%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3900.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.30

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M12	Agua	0.65

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3725.00								
2	3690.00	-35.00	-0.91%			-0.91%			
3	3815.00			125.00	3.25%	2.34%			
4	3730.00	-85.00	-2.21%			0.13%			
5	3820.00			90.00	2.34%	2.47%			
6	3829.00			9.00	0.23%	2.70%			
7	3795.00	-34.00	-0.88%			1.82%			
8	3890.00			95.00	2.47%	4.29%			
9	3830.00	-60.00	-1.56%			2.73%			
10	3849.00			19.00	0.49%	3.22%			
11	3759.00	-90.00	-2.34%			0.88%			
12	3790.00			31.00	0.81%	1.69%			
13	3892.00			102.00	2.65%	4.34%			
14	3840.00	-52.00	-1.35%			2.99%	-52.00	-1.34%	-1.34%
15	3850.00			10.00	0.26%	3.25%	10.00	0.26%	-1.08%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3892.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.31

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.65	
PROBETA	:	M13							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3695.00								
2	3710.00			15.00	0.39%	0.39%			
3	3775.00			65.00	1.68%	2.07%			
4	3800.00			25.00	0.65%	2.72%			
5	3829.00			29.00	0.75%	3.47%			
6	3853.00			24.00	0.62%	4.09%			
7	3757.00	-96.00	-2.49%			1.60%			
8	3840.00			83.00	2.15%	3.75%			
9	3770.00	-70.00	-1.81%			1.94%			
10	3827.60			57.60	1.49%	3.43%			
11	3779.00	-48.60	-1.26%			2.17%			
12	3830.00			51.00	1.32%	3.49%			
13	3872.00			42.00	1.09%	4.58%			
14	3845.00	-27.00	-0.70%			3.88%	-27.00	-0.70%	-0.70%
15	3860.00			15.00	0.39%	4.27%	15.00	0.39%	-0.31%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3872.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.32

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.65	
PROBETA	:	M14							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3740.00								
2	3715.00	-25.00	-0.65%			-0.65%			
3	3700.00	-15.00	-0.39%			-1.04%			
4	3755.00			55.00	1.43%	0.39%			
5	3804.00			49.00	1.27%	1.66%			
6	3875.00			71.00	1.84%	3.50%			
7	3823.00	-52.00	-1.35%			2.15%			
8	3910.00			87.00	2.26%	4.41%			
9	3885.00	-25.00	-0.65%			3.76%	-25.00	-0.64%	-0.64%
10	3880.00	-5.00	-0.13%			3.63%	-5.00	-0.13%	-0.77%
11	3884.00			4.00	0.10%	3.73%	4.00	0.10%	-0.66%
12	3805.00	-79.00	-2.05%			1.68%	-79.00	-2.02%	-2.69%
13	3893.00			88.00	2.29%	3.97%	88.00	2.25%	-0.43%
14	3860.00	-33.00	-0.86%			3.11%	-33.00	-0.84%	-1.28%
15	3850.00	-10.00	-0.26%			2.85%	-10.00	-0.26%	-1.53%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3910.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.33

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS		4x8"	
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION		Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt						Agua	0.65
PROBETA	:	M15							

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3715.00								
2	3730.00			15.00	0.39%	0.39%			
3	3830.00			100.00	2.60%	2.99%			
4	3720.00	-110.00	-2.86%			0.13%			
5	3813.00			93.00	2.42%	2.55%			
6	3807.00	-6.00	-0.16%			2.39%			
7	3815.00			8.00	0.21%	2.60%			
8	3845.00			30.00	0.78%	3.38%			
9	3835.00	-10.00	-0.26%			3.12%			
10	3881.90			46.90	1.22%	4.34%			
11	3821.00	-60.90	-1.58%			2.76%	-60.90	-1.57%	-1.57%
12	3855.00			34.00	0.88%	3.64%	34.00	0.88%	-0.69%
13	3829.00	-26.00	-0.68%			2.96%	-26.00	-0.67%	-1.36%
14	3850.00			21.00	0.55%	3.51%	21.00	0.54%	-0.82%
15	3845.00	-5.00	-0.13%			3.38%	-5.00	-0.13%	-0.95%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3881.90

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.70

CUADRO 9.1.34	Cuadro de resultados Probeta M1
CUADRO 9.1.35	Cuadro de resultados Probeta M2
CUADRO 9.1.36	Cuadro de resultados Probeta M3
CUADRO 9.1.37	Cuadro de resultados Probeta M4
CUADRO 9.1.38	Cuadro de resultados Probeta M5
CUADRO 9.1.39	Cuadro de resultados Probeta M6
CUADRO 9.1.40	Cuadro de resultados Probeta M7
CUADRO 9.1.41	Cuadro de resultados Probeta M8
CUADRO 9.1.42	Cuadro de resultados Probeta M9
CUADRO 9.1.43	Cuadro de resultados Probeta M10
CUADRO 9.1.44	Cuadro de resultados Probeta M11
CUADRO 9.1.45	Cuadro de resultados Probeta M12
CUADRO 9.1.46	Cuadro de resultados Probeta M13
CUADRO 9.1.47	Cuadro de resultados Probeta M14
CUADRO 9.1.48	Cuadro de resultados Probeta M15

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.34

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M1					Agua	0.70	

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3790.00								
2	3783.00	-7.00	-0.18%			-0.18%			
3	3800.00			17.00	0.44%	0.26%			
4	3755.00	-45.00	-1.16%			-0.90%			
5	3867.00			112.00	2.88%	1.98%			
6	3854.00	-13.00	-0.33%			1.65%			
7	3840.00	-14.00	-0.36%			1.29%			
8	3910.00			70.00	1.80%	3.09%			
9	3819.00	-91.00	-2.34%			0.75%	-91.00	-2.33%	-2.33%
10	3883.00			64.00	1.65%	2.40%	64.00	1.64%	-0.69%
11	3830.00	-53.00	-1.36%			1.04%	-53.00	-1.36%	-2.05%
12	3865.00			35.00	0.90%	1.94%	35.00	0.90%	-1.15%
13	3820.00	-45.00	-1.16%			0.78%	-45.00	-1.15%	-2.30%
14	3890.00			70.00	1.80%	2.58%	70.00	1.79%	-0.51%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3910.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.35

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M2					Agua	0.70	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3685.00								
2	3714.00			29.00	0.76%	0.76%			
3	3755.00			41.00	1.07%	1.83%			
4	3710.00	-45.00	-1.17%			0.66%			
5	3780.00			70.00	1.83%	2.49%			
6	3835.00			55.00	1.43%	3.92%			
7	3749.00	-86.00	-2.24%			1.68%			
8	3804.00			55.00	1.43%	3.11%			
9	3734.00	-70.00	-1.83%			1.28%			
10	3839.00			105.00	2.74%	4.02%			
11	3784.00	-55.00	-1.43%			2.59%	-55.00	-1.43%	-1.43%
12	3753.00	-31.00	-0.81%			1.78%	-31.00	-0.81%	-2.24%
13	3810.00			57.00	1.49%	3.27%	57.00	1.48%	-0.76%
14	3835.00			25.00	0.65%	3.92%	25.00	0.65%	-0.10%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3839.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.36

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M3		Agua 0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3725.00								
2	3770.00			45.00	1.17%	1.17%			
3	3770.00					1.17%			
4	3700.00	-70.00	-1.82%			-0.65%			
5	3780.00			80.00	2.08%	1.43%			
6	3818.00			38.00	0.99%	2.42%			
7	3815.00	-3.00	-0.08%			2.34%			
8	3860.00			45.00	1.17%	3.51%			
9	3760.00	-100.00	-2.60%			0.91%	-100.00	-2.59%	-2.59%
10	3804.00			44.00	1.14%	2.05%	44.00	1.14%	-1.45%
11	3735.00	-69.00	-1.79%			0.26%	-69.00	-1.79%	-3.24%
12	3785.00			50.00	1.30%	1.56%	50.00	1.30%	-1.94%
13	3800.00			15.00	0.39%	1.95%	15.00	0.39%	-1.55%
14	3847.00			47.00	1.22%	3.17%	47.00	1.22%	-0.34%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3860.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.37

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M4		Agua 0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3765.00								
2	3755.00	-10.00	-0.26%			-0.26%			
3	3775.00			20.00	0.51%	0.25%			
4	3817.00			42.00	1.08%	1.33%			
5	3795.00	-22.00	-0.57%			0.76%			
6	3846.00			51.00	1.31%	2.07%			
7	3850.00			4.00	0.10%	2.17%			
8	3900.00			50.00	1.29%	3.46%			
9	3800.00	-100.00	-2.57%			0.89%	-100.00	-2.56%	-2.56%
10	3861.00			61.00	1.57%	2.46%	61.00	1.56%	-1.00%
11	3815.00	-46.00	-1.18%			1.28%	-46.00	-1.18%	-2.18%
12	3840.00			25.00	0.64%	1.92%	25.00	0.64%	-1.54%
13	3890.00			50.00	1.29%	3.21%	50.00	1.28%	-0.26%
14	3885.00	-5.00	-0.13%			3.08%	-5.00	-0.13%	-0.38%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3900.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.38

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M5	Agua	0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3785.00								
2	3820.00			35.00	0.92%	0.92%			
3	3800.00	-20.00	-0.52%			0.40%			
4	3700.00	-100.00	-2.62%			-2.22%			
5	3765.00			65.00	1.71%	-0.51%			
6	3810.00			45.00	1.18%	0.67%			
7	3785.00	-25.00	-0.66%			0.01%			
8	3832.00			47.00	1.23%	1.24%			
9	3779.00	-53.00	-1.39%			-0.15%			
10	3821.00			42.00	1.10%	0.95%			
11	3881.00			60.00	1.57%	2.52%			
12	3860.00	-21.00	-0.55%			1.97%	-21.00	-0.54%	-0.54%
13	3770.00	-90.00	-2.36%			-0.39%	-90.00	-2.32%	-2.86%
14	3812.00			42.00	1.10%	0.71%	42.00	1.08%	-1.78%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3881.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.39

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.70	
PROBETA	:	M6							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3685.00								
2	3715.00			30.00	0.78%	0.78%			
3	3710.00	-5.00	-0.13%			0.65%			
4	3750.00			40.00	1.04%	1.69%			
5	3825.00			75.00	1.95%	3.64%			
6	3870.00			45.00	1.17%	4.81%			
7	3810.00	-60.00	-1.56%			3.25%			
8	3875.00			65.00	1.69%	4.94%			
9	3811.00	-64.00	-1.67%			3.27%			
10	3880.00			69.00	1.80%	5.07%			
11	3765.00	-115.00	-2.99%			2.08%	-115.00	-2.96%	-2.96%
12	3815.00			50.00	1.30%	3.38%	50.00	1.29%	-1.68%
13	3870.00			55.00	1.43%	4.81%	55.00	1.42%	-0.26%
14	3840.00	-30.00	-0.78%			4.03%	-30.00	-0.77%	-1.03%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3880.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.40

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M7					Agua	0.70	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3830.00								
2	3860.00			30.00	0.78%	0.78%			
3	3811.00	-49.00	-1.27%			-0.49%			
4	3767.00	-44.00	-1.14%			-1.63%			
5	3830.00			63.00	1.63%	0.00%			
6	3807.00	-23.00	-0.60%			-0.60%			
7	3760.00	-47.00	-1.22%			-1.82%			
8	3885.00			125.00	3.24%	1.42%			
9	3755.00	-130.00	-3.37%			-1.95%	-130.00	-3.35%	-3.35%
10	3817.00			62.00	1.61%	-0.34%	62.00	1.60%	-1.75%
11	3785.00	-32.00	-0.83%			-1.17%	-32.00	-0.82%	-2.57%
12	3800.00			15.00	0.39%	-0.78%	15.00	0.39%	-2.19%
13	3880.00			80.00	2.07%	1.29%	80.00	2.06%	-0.13%
14	3861.00	-19.00	-0.49%			0.80%	-19.00	-0.49%	-0.62%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3885.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.41

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M8					Agua	0.70	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3720.00								
2	3750.00			30.00	0.79%	0.79%			
3	3705.00	-45.00	-1.18%			-0.39%			
4	3750.00			45.00	1.18%	0.79%			
5	3828.00			78.00	2.05%	2.84%			
6	3755.00	-73.00	-1.92%			0.92%			
7	3748.00	-7.00	-0.18%			0.74%			
8	3726.00	-22.00	-0.58%			0.16%			
9	3850.00			124.00	3.25%	3.41%			
10	3763.00	-87.00	-2.28%			1.13%			
11	3880.00			117.00	3.07%	4.20%			
12	3855.00	-25.00	-0.66%			3.54%	-25.00	-0.64%	-0.64%
13	3792.00	-63.00	-1.65%			1.89%	-63.00	-1.62%	-2.27%
14	3811.00			19.00	0.50%	2.39%	19.00	0.49%	-1.78%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3880.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.42

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt					Agua	0.70	
PROBETA	:	M9							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3640.00								
2	3675.00			35.00	0.91%	0.91%			
3	3665.00	-10.00	-0.26%			0.65%			
4	3765.00			100.00	2.61%	3.26%			
5	3763.00	-2.00	-0.05%			3.21%			
6	3829.00			66.00	1.72%	4.93%			
7	3785.00	-44.00	-1.15%			3.78%			
8	3855.00			70.00	1.83%	5.61%			
9	3785.00	-70.00	-1.83%			3.78%			
10	3873.00			88.00	2.30%	6.08%			
11	3790.00	-83.00	-2.17%			3.91%	-83.00	-2.14%	-2.14%
12	3785.00	-5.00	-0.13%			3.78%	-5.00	-0.13%	-2.27%
13	3769.00	-16.00	-0.42%			3.36%	-16.00	-0.41%	-2.69%
14	3827.00			58.00	1.52%	4.88%	58.00	1.50%	-1.19%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3873.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.43

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M10					Agua	0.70	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3790.00								
2	3835.00			45.00	1.16%	1.16%			
3	3725.00	-110.00	-2.84%			-1.68%			
4	3760.00			35.00	0.90%	-0.78%			
5	3808.00			48.00	1.24%	0.46%			
6	3885.00			77.00	1.99%	2.45%			
7	3828.00	-57.00	-1.47%			0.98%			
8	3815.00	-13.00	-0.34%			0.64%			
9	3800.00	-15.00	-0.39%			0.25%			
10	3890.00			90.00	2.32%	2.57%			
11	3760.00	-130.00	-3.35%			-0.78%	-130.00	-3.34%	-3.34%
12	3800.00			40.00	1.03%	0.25%	40.00	1.03%	-2.31%
13	3860.00			60.00	1.55%	1.80%	60.00	1.54%	-0.77%
14	3877.00			17.00	0.44%	2.24%	17.00	0.44%	-0.33%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3890.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.44

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL				DOSIFICACION	Cemento	1	
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit					Agua	0.70	
PROBETA	:	M11							
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3690.00								
2	3755.00			65.00	1.69%	1.69%			
3	3750.00	-5.00	-0.13%			1.56%			
4	3745.00	-5.00	-0.13%			1.43%			
5	3850.00			105.00	2.74%	4.17%			
6	3854.00			4.00	0.10%	4.27%			
7	3735.00	-119.00	-3.10%			1.17%			
8	3819.00			84.00	2.19%	3.36%			
9	3744.00	-75.00	-1.95%			1.41%			
10	3895.00			151.00	3.94%	5.35%			
11	3775.00	-120.00	-3.13%			2.22%	-120.00	-3.08%	-3.08%
12	3845.00			70.00	1.82%	4.04%	70.00	1.80%	-1.28%
13	3865.00			20.00	0.52%	4.56%	20.00	0.51%	-0.77%
14	3837.00	-28.00	-0.73%			3.83%	-28.00	-0.72%	-1.49%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3895.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.45

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M12		Agua 0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3735.00								
2	3765.00			30.00	0.79%	0.79%			
3	3755.00	-10.00	-0.26%			0.53%			
4	3770.00			15.00	0.39%	0.92%			
5	3760.00	-10.00	-0.26%			0.66%			
6	3825.00			65.00	1.71%	2.37%			
7	3795.00	-30.00	-0.79%			1.58%			
8	3893.00			98.00	2.58%	4.16%			
9	3825.00	-68.00	-1.79%			2.37%	-68.00	-1.75%	-1.75%
10	3790.00	-35.00	-0.92%			1.45%	-35.00	-0.90%	-2.65%
11	3780.00	-10.00	-0.26%			1.19%	-10.00	-0.26%	-2.90%
12	3785.00			5.00	0.13%	1.32%	5.00	0.13%	-2.77%
13	3813.00			28.00	0.74%	2.06%	28.00	0.72%	-2.05%
14	3800.00	-13.00	-0.34%			1.72%	-13.00	-0.33%	-2.39%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3893.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.46

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M13		Agua 0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3770.00								
2	3790.00			20.00	0.53%	0.53%			
3	3734.00	-56.00	-1.47%			-0.94%			
4	3845.00			111.00	2.92%	1.98%			
5	3805.00	-40.00	-1.05%			0.93%			
6	3840.00			35.00	0.92%	1.85%			
7	3775.00	-65.00	-1.71%			0.14%			
8	3876.00			101.00	2.66%	2.80%			
9	3845.00	-31.00	-0.82%			1.98%	-31.00	-0.80%	-0.80%
10	3766.00	-79.00	-2.08%			-0.10%	-79.00	-2.04%	-2.84%
11	3785.00			19.00	0.50%	0.40%	19.00	0.49%	-2.35%
12	3830.00			45.00	1.18%	1.58%	45.00	1.16%	-1.19%
13	3760.00	-70.00	-1.84%			-0.26%	-70.00	-1.81%	-2.99%
14	3800.00			40.00	1.05%	0.79%	40.00	1.03%	-1.96%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3876.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.47

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	DOSIFICACION	Cemento 1
PROBETA	:	M14		Agua 0.70

CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3820.00								
2	3810.00	-10.00	-0.26%			-0.26%			
3	3756.00	-54.00	-1.42%			-1.68%			
4	3780.00			24.00	0.63%	-1.05%			
5	3840.00			60.00	1.58%	0.53%			
6	3889.00			49.00	1.29%	1.82%			
7	3805.00	-84.00	-2.21%			-0.39%			
8	3876.00			71.00	1.87%	1.48%			
9	3800.00	-76.00	-2.00%			-0.52%			
10	3892.00			92.00	2.42%	1.90%			
11	3840.00	-52.00	-1.37%			0.53%	-52.00	-1.34%	-1.34%
12	3876.00			36.00	0.95%	1.48%	36.00	0.92%	-0.41%
13	3827.00	-49.00	-1.29%			0.19%	-49.00	-1.26%	-1.67%
14	3795.00	-32.00	-0.84%			-0.65%	-32.00	-0.82%	-2.49%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3892.00

CUADRO DE RESULTADOS N° 9.1.48

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO				PROBETAS	4x8"		
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL							
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt				DOSIFICACION	Cemento	1	
PROBETA	:	M15					Agua	0.70	
CICLOS	PESO (grs)	PERDIDA DE PESO		AUMENTO DE PESO		PESO ACUMULADO (%)	(*) PERDIDA DE PESO		PERDIDA PESO ACUMULADO (%)
		(grs)	(%)	(grs)	(%)		(grs)	(%)	
1	3725.00								
2	3785.00			60.00	1.57%	1.57%			
3	3719.00	-66.00	-1.73%			-0.16%			
4	3822.00			103.00	2.69%	2.53%			
5	3780.00	-42.00	-1.10%			1.43%			
6	3808.00			28.00	0.73%	2.16%			
7	3790.00	-18.00	-0.47%			1.69%			
8	3832.00			42.00	1.10%	2.79%			
9	3849.00			17.00	0.44%	3.23%			
10	3841.00	-8.00	-0.21%			3.02%	-8.00	-0.21%	-0.21%
11	3790.00	-51.00	-1.33%			1.69%	-51.00	-1.33%	-1.53%
12	3765.00	-25.00	-0.65%			1.04%	-25.00	-0.65%	-2.18%
13	3791.00			26.00	0.68%	1.72%	26.00	0.68%	-1.51%
14	3825.00			34.00	0.89%	2.61%	34.00	0.88%	-0.62%

(*) MAXIMO VALOR DEL PESO (grs) = 3849.00

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.60

GRAFICO 9.1.1.1 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M1 al M5

GRAFICO 9.1.1.2 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M6 al M10

GRAFICO 9.1.1.3 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M11 al M15

GRAFICO 9.1.1.4 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M16 al M20

GRAFICO 9.1.1.5 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M21 al M25

GRAFICO 9.1.1.6 Variación de pesos (grs) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M26 al M30

GRÁFICO N° 9.1.1.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

VARIACION DE PESOS (grs) - RELACION A/C 0.60

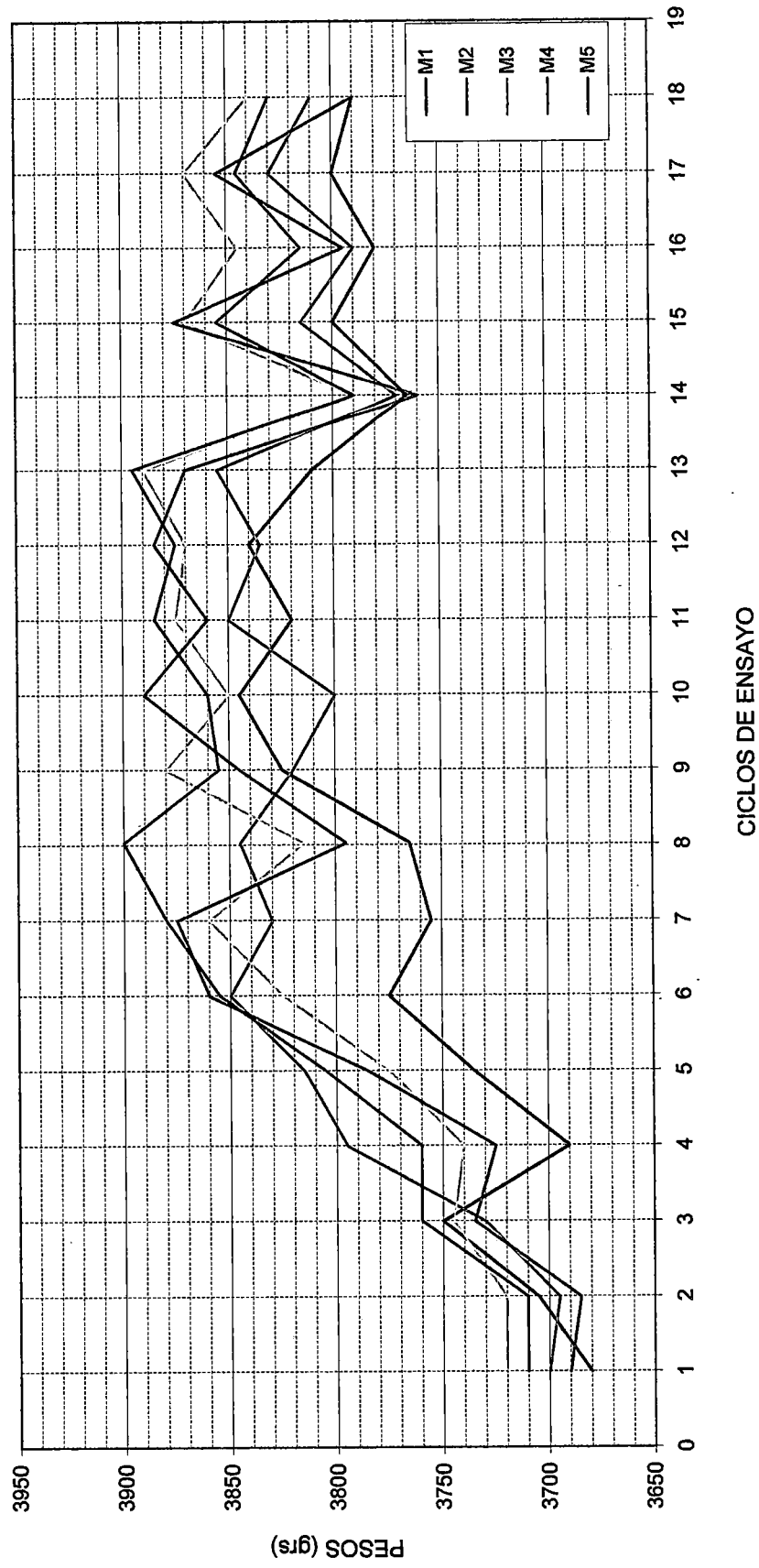


GRÁFICO N° 9.1.1.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

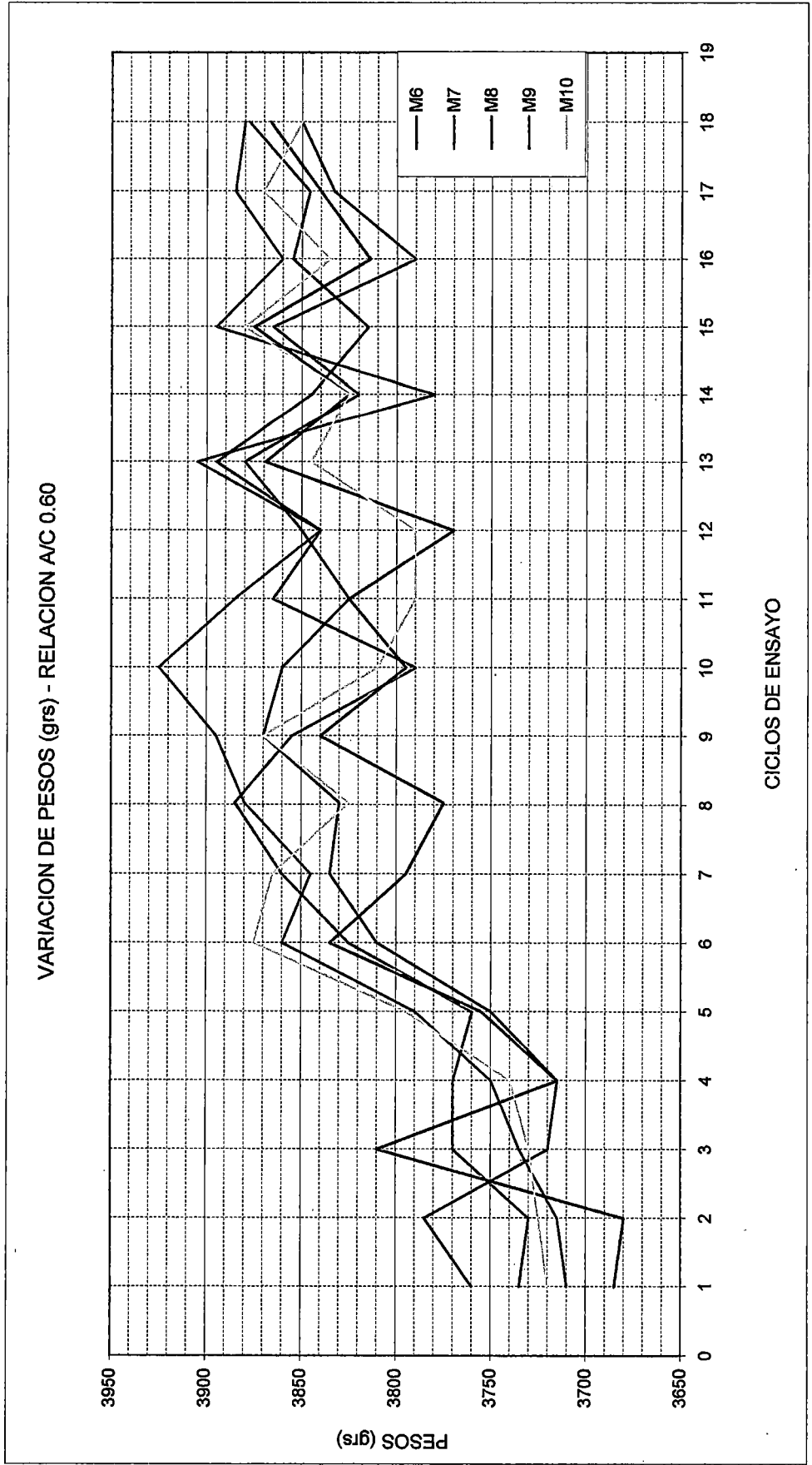


GRÁFICO N° 9.1.1.3

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

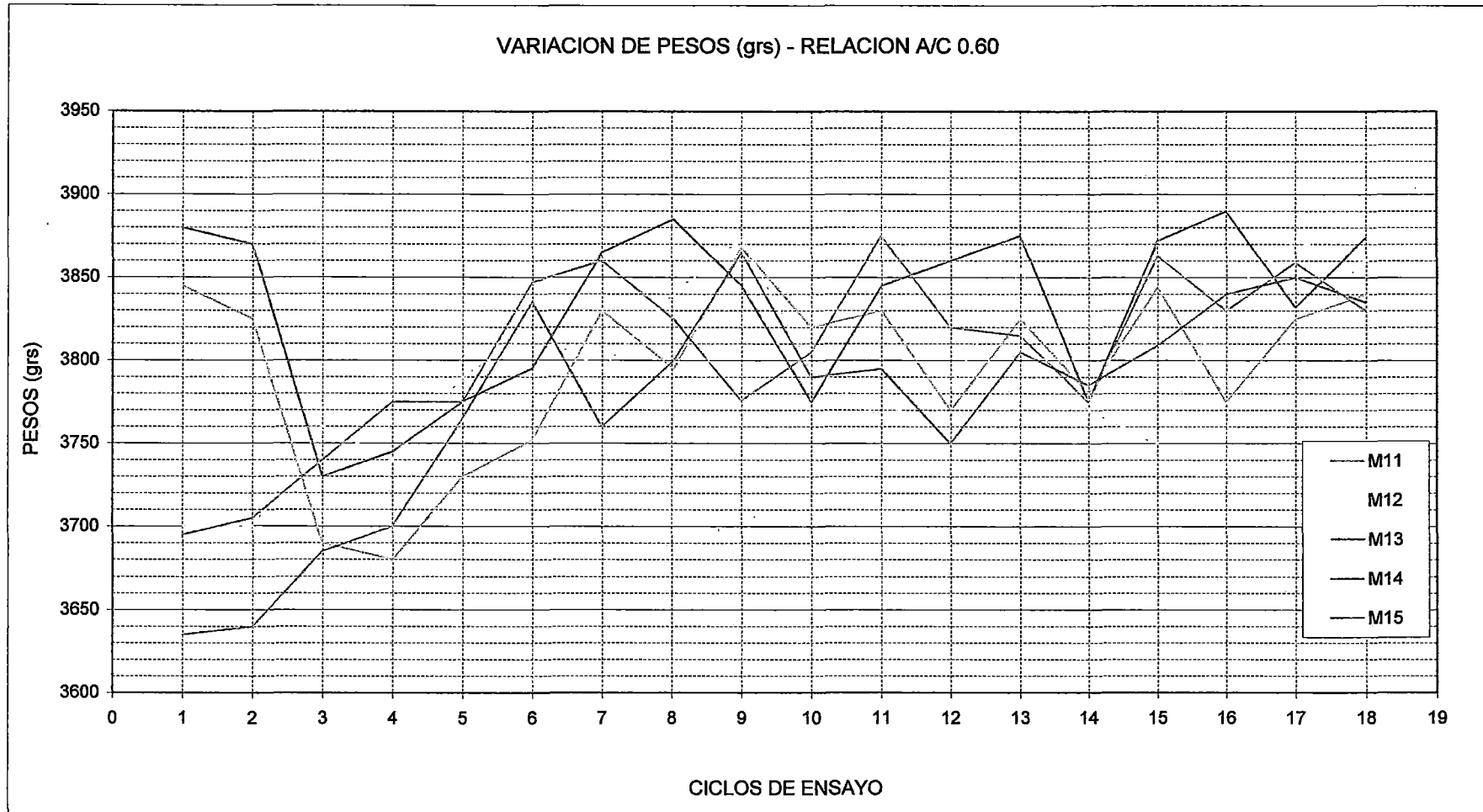


GRÁFICO N° 9.1.1.4

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

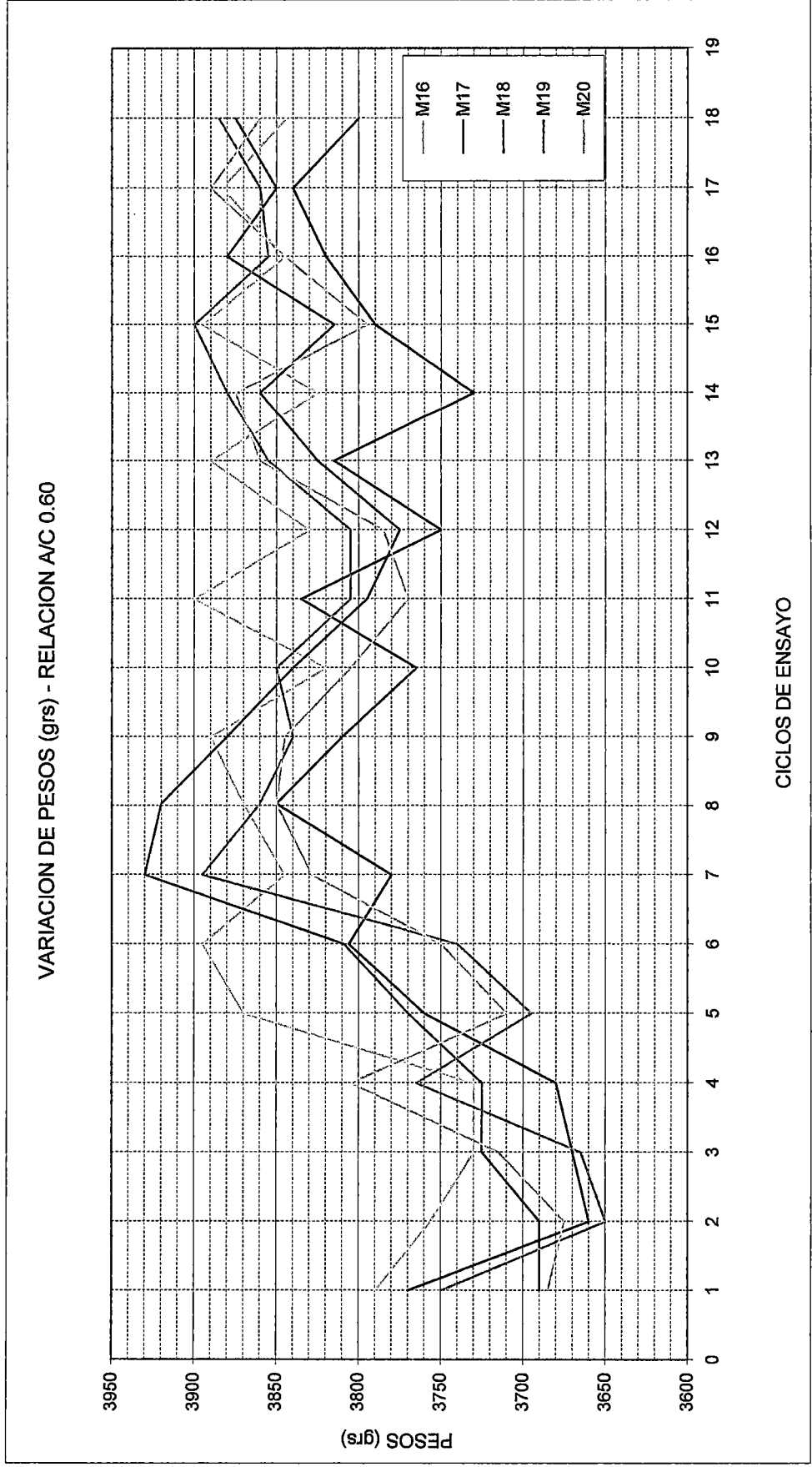


GRÁFICO N° 9.1.1.5

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

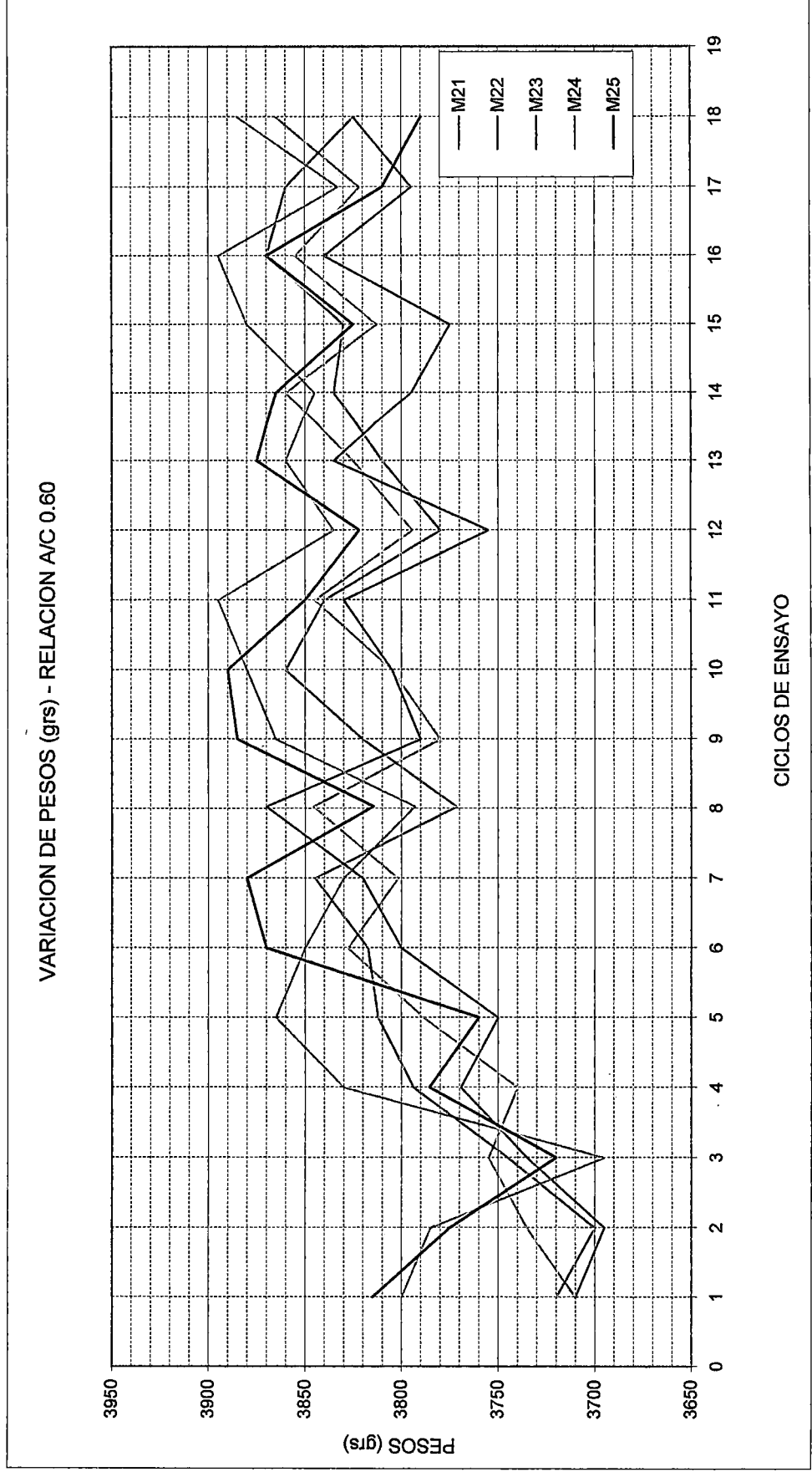
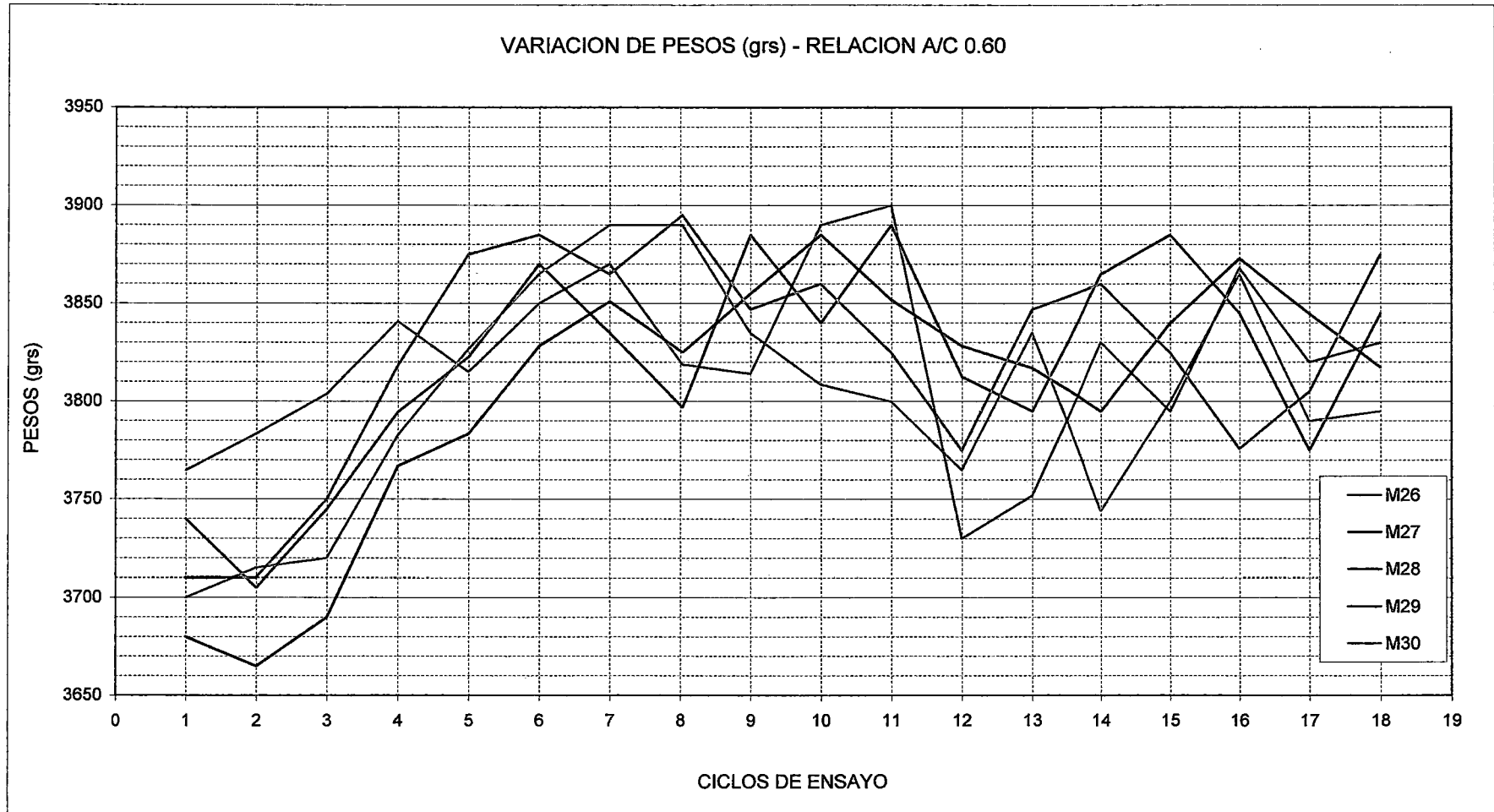


GRÁFICO N° 9.1.1.6

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO RELACION a/c 0.60

- GRAFICO 9.1.1.7 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M1 al M3
- GRAFICO 9.1.1.8 Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M1 al M3
- GRAFICO 9.1.1.9 Pérdida de peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M1 al M3
- GRAFICO 9.1.1.10 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M4 al M6
- GRAFICO 9.1.1.11 Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M4 al M6
- GRAFICO 9.1.1.12 Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M4 al M6
- GRAFICO 9.1.1.13 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M7 al M9
- GRAFICO 9.1.1.14 Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M7 al M9
- GRAFICO 9.1.1.15 Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M7 al M9
- GRAFICO 9.1.1.16 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M10 al M12
- GRAFICO 9.1.1.17 Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M10 al M12
- GRAFICO 9.1.1.18 Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M10 al M12
- GRAFICO 9.1.1.19 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M13 al M15
- GRAFICO 9.1.1.20 Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M13 al M15
- GRAFICO 9.1.1.21 Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo
Probeta M13 al M15

GRAFICO N° 9.1.1.7

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

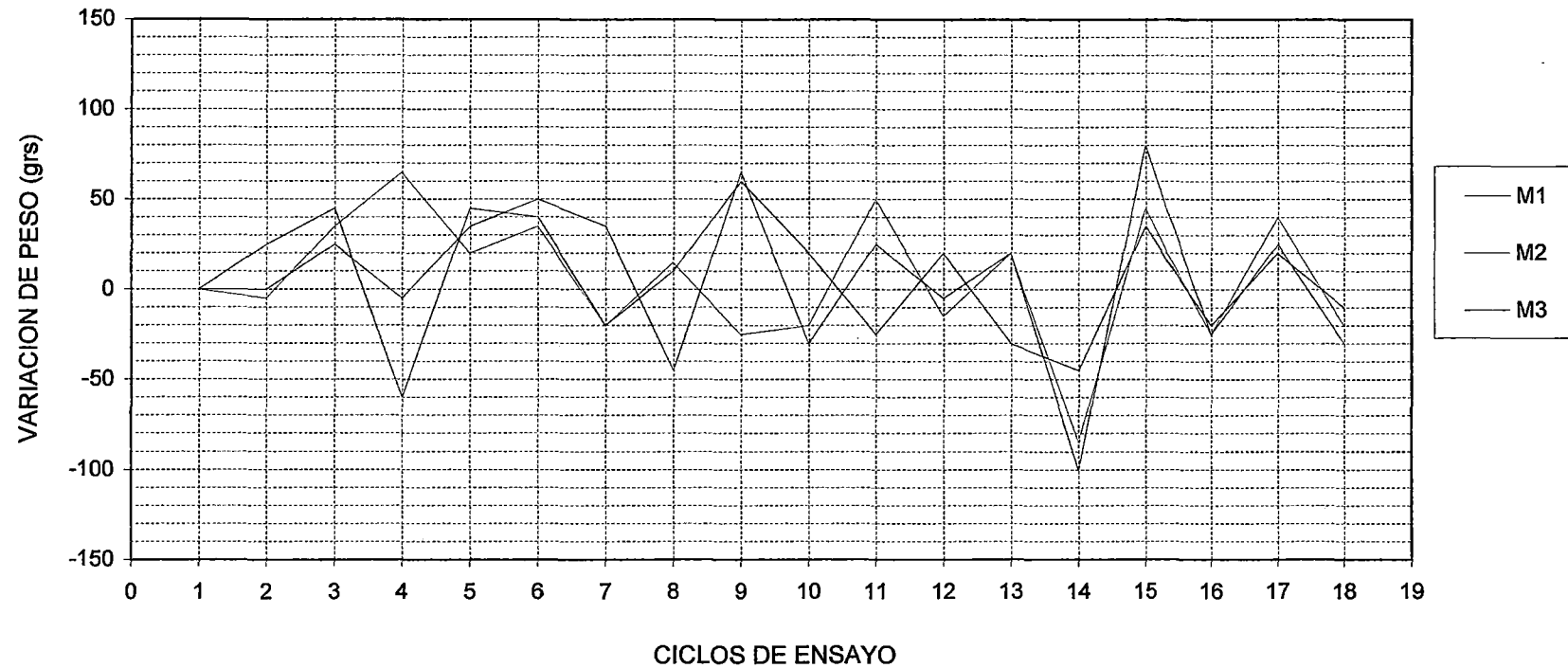


GRAFICO N° 9.1.1.8

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.60

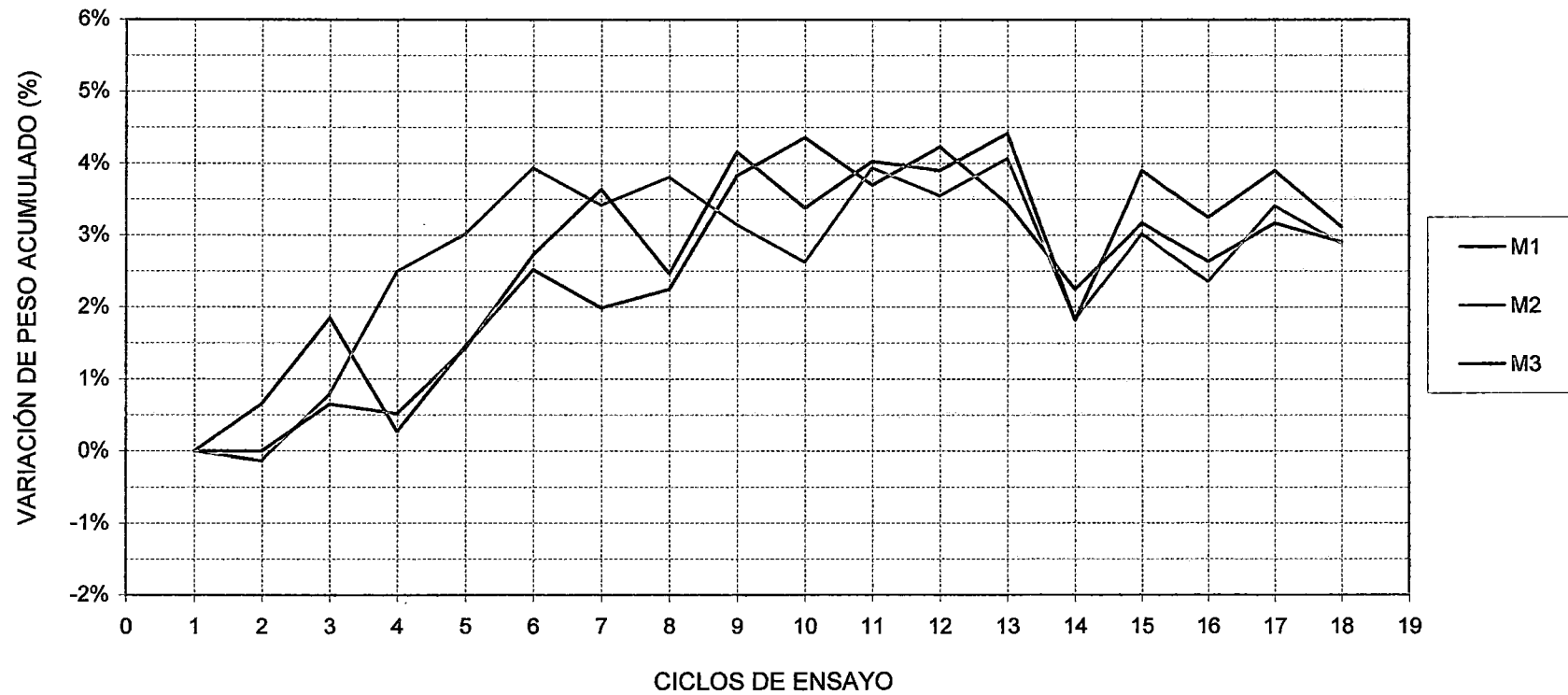


GRAFICO N° 9.1.1.9

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit		Agua 0.60

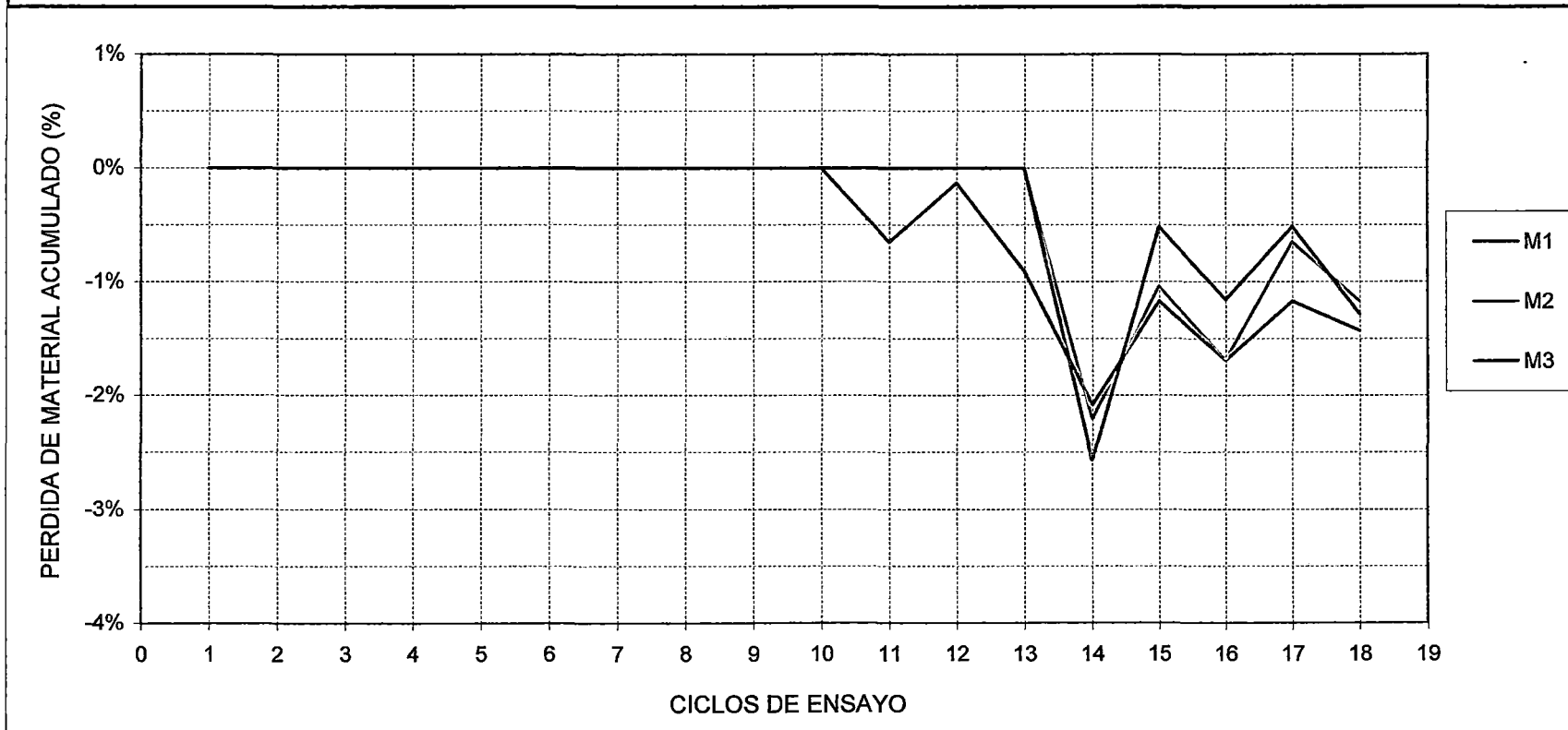


GRAFICO N° 9.1.1.10

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua	0.60

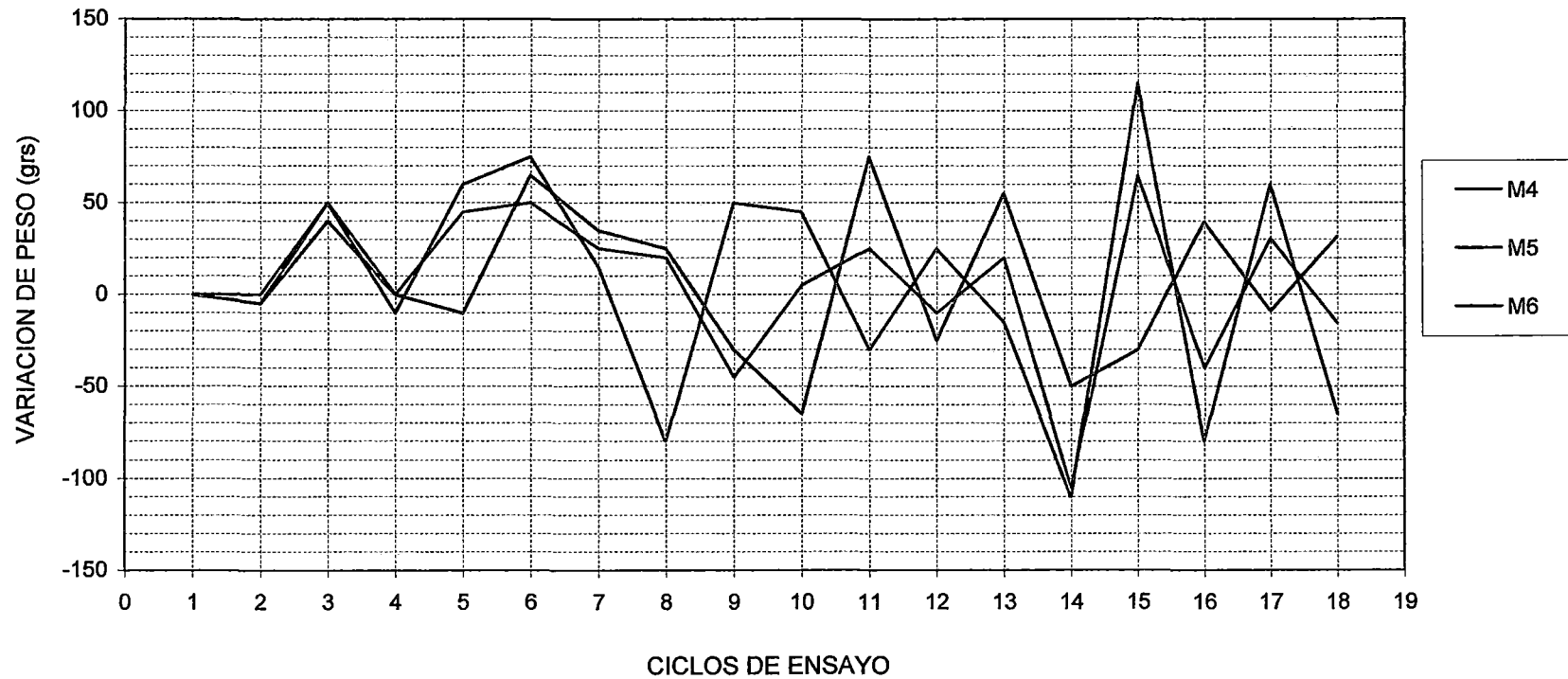


GRAFICO N° 9.1.1.11

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.60

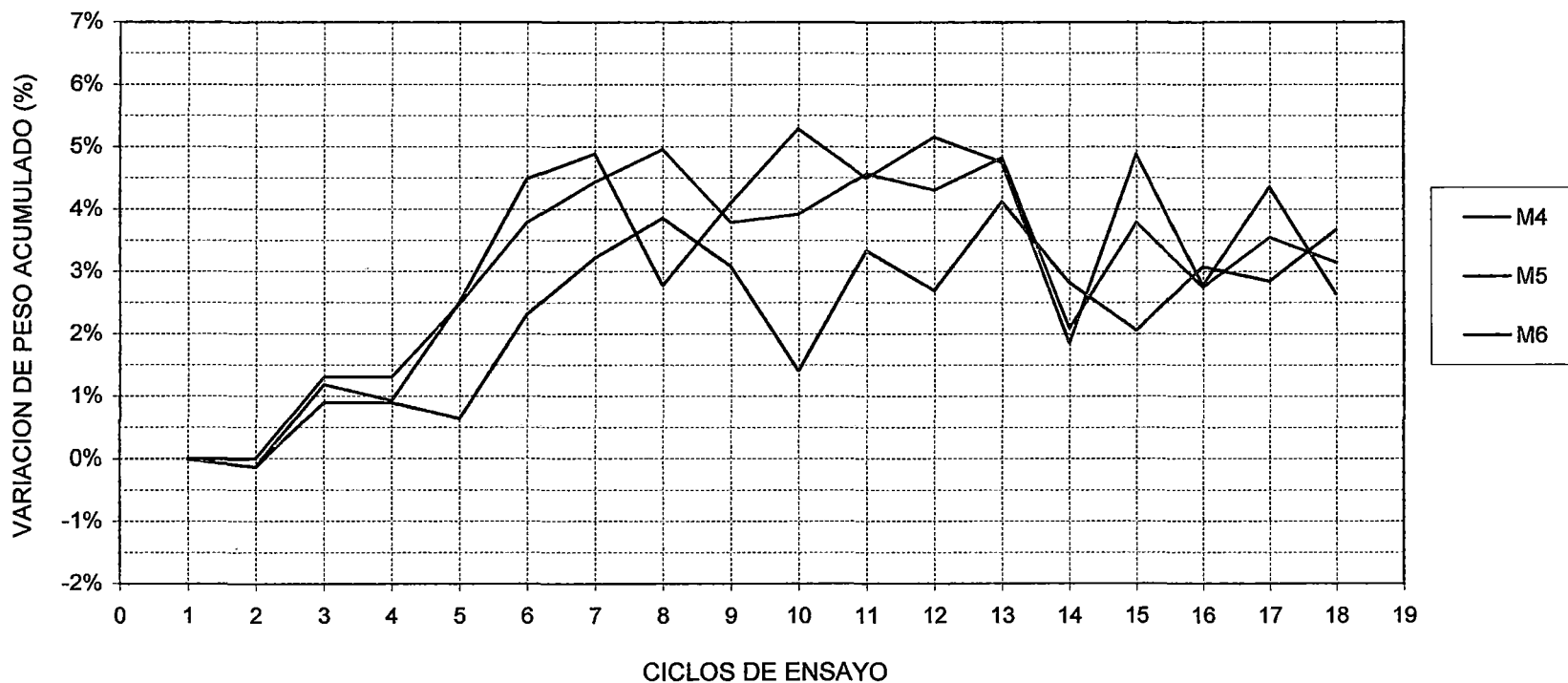


GRAFICO N° 9.1.1.12

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

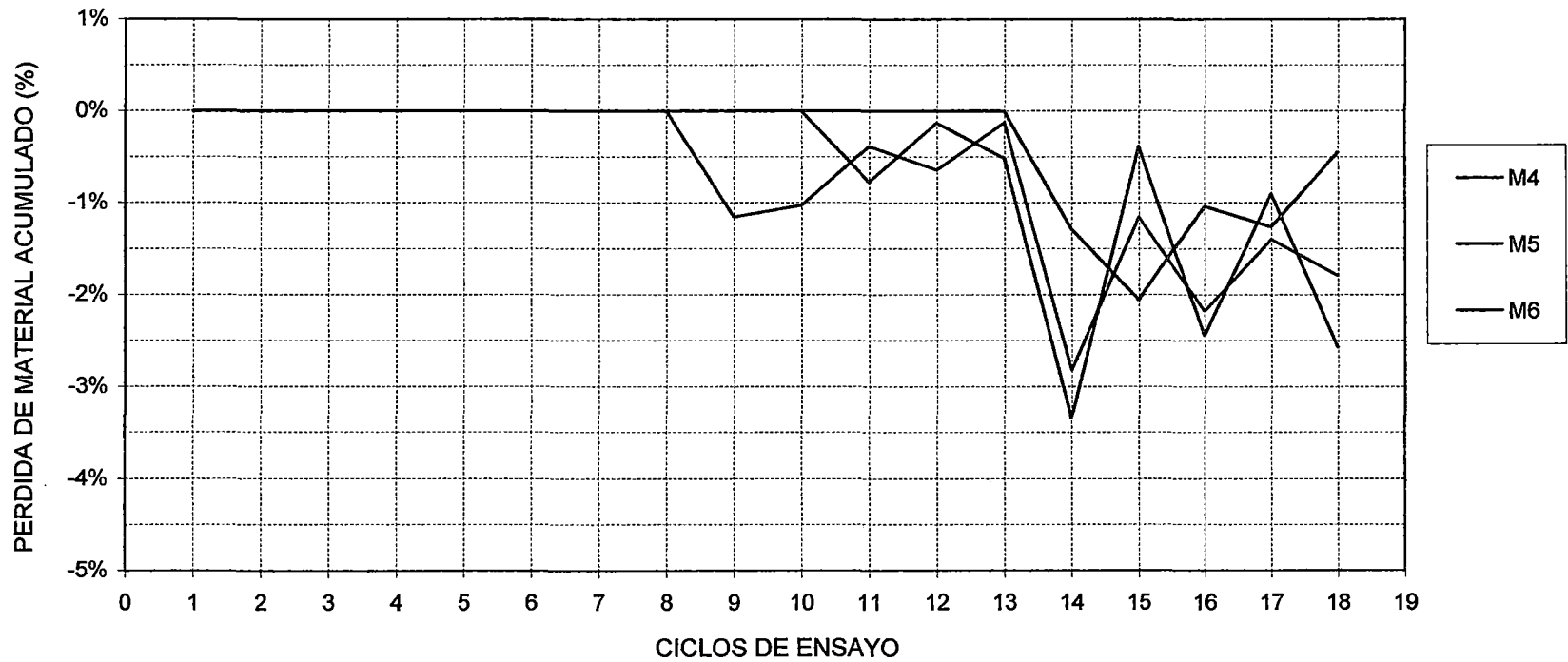


GRAFICO N° 9.1.1.13

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

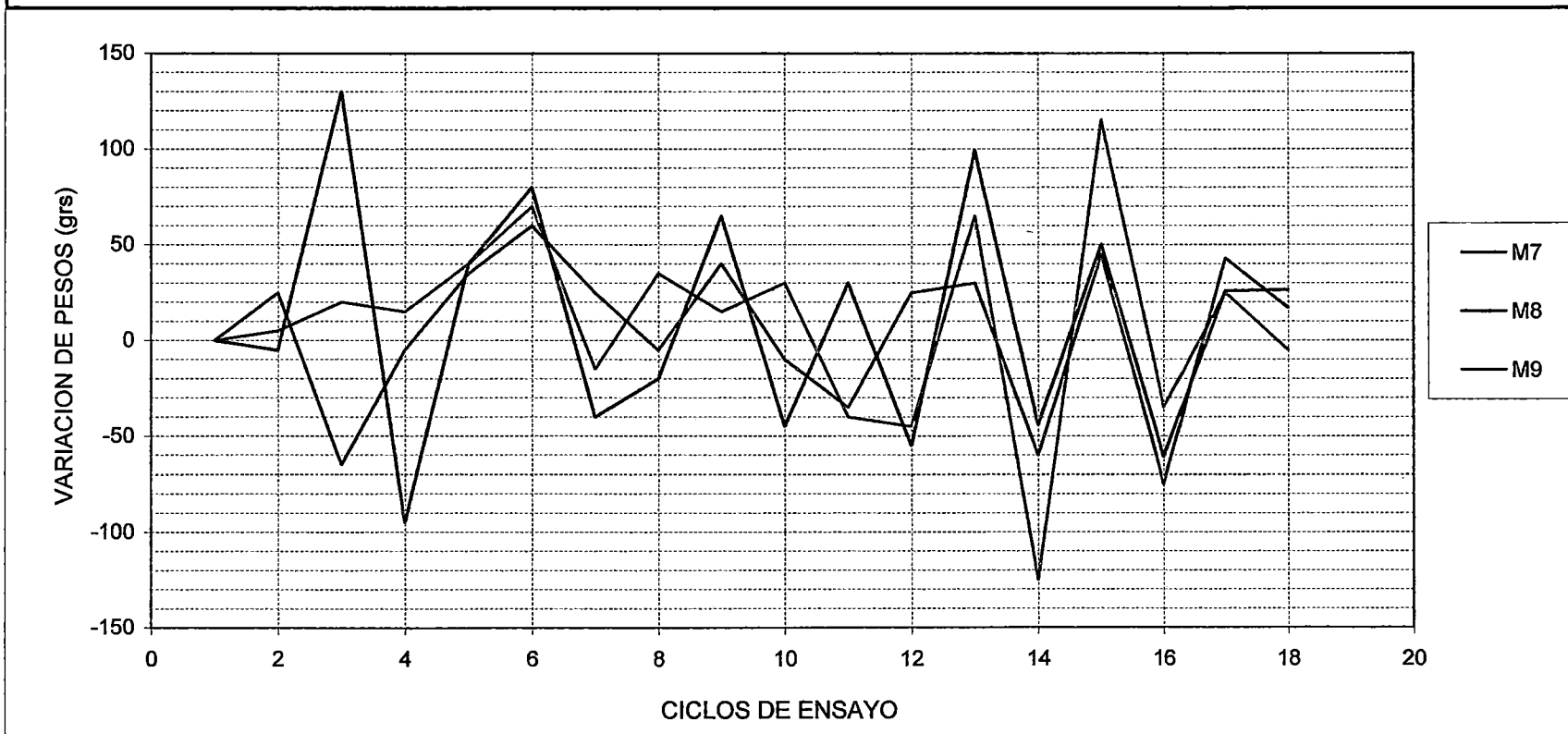


GRAFICO N° 9.1.1.14

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

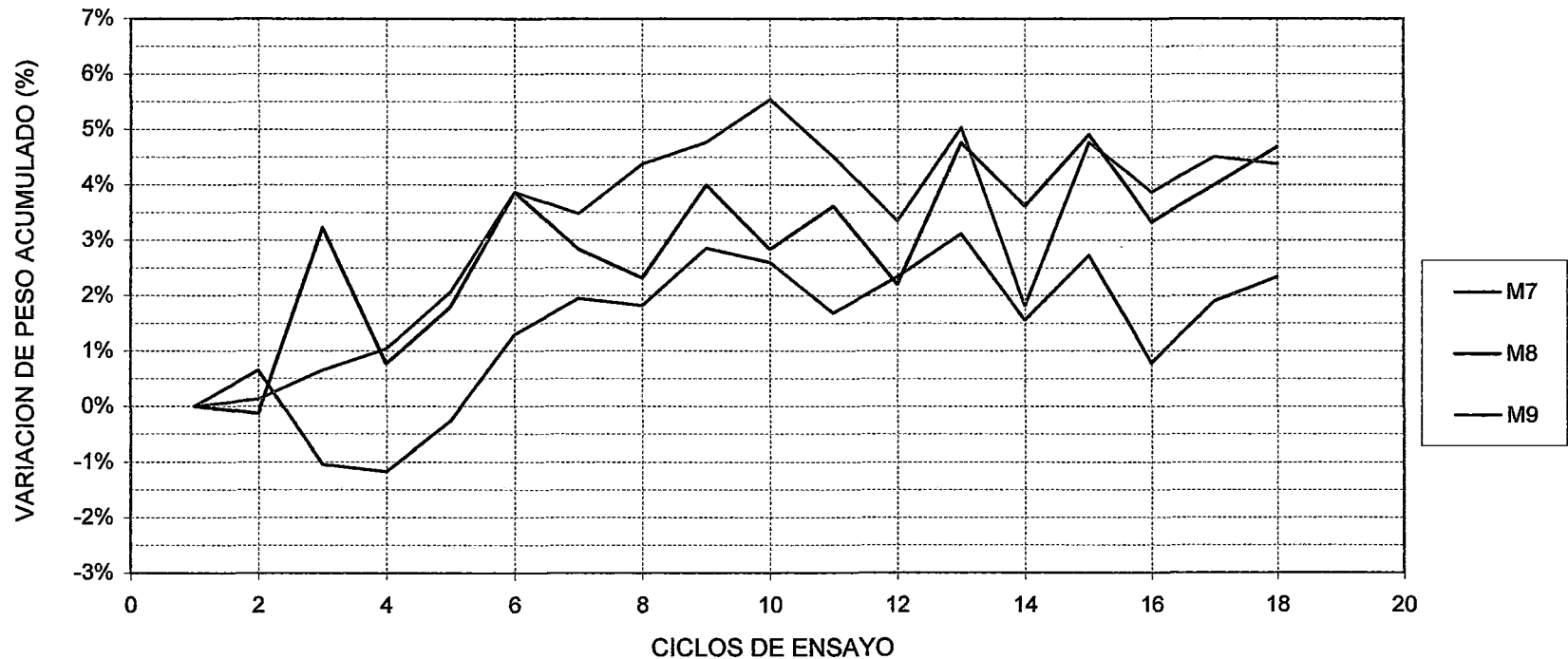


GRAFICO N° 9.1.1.15

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua	0.60

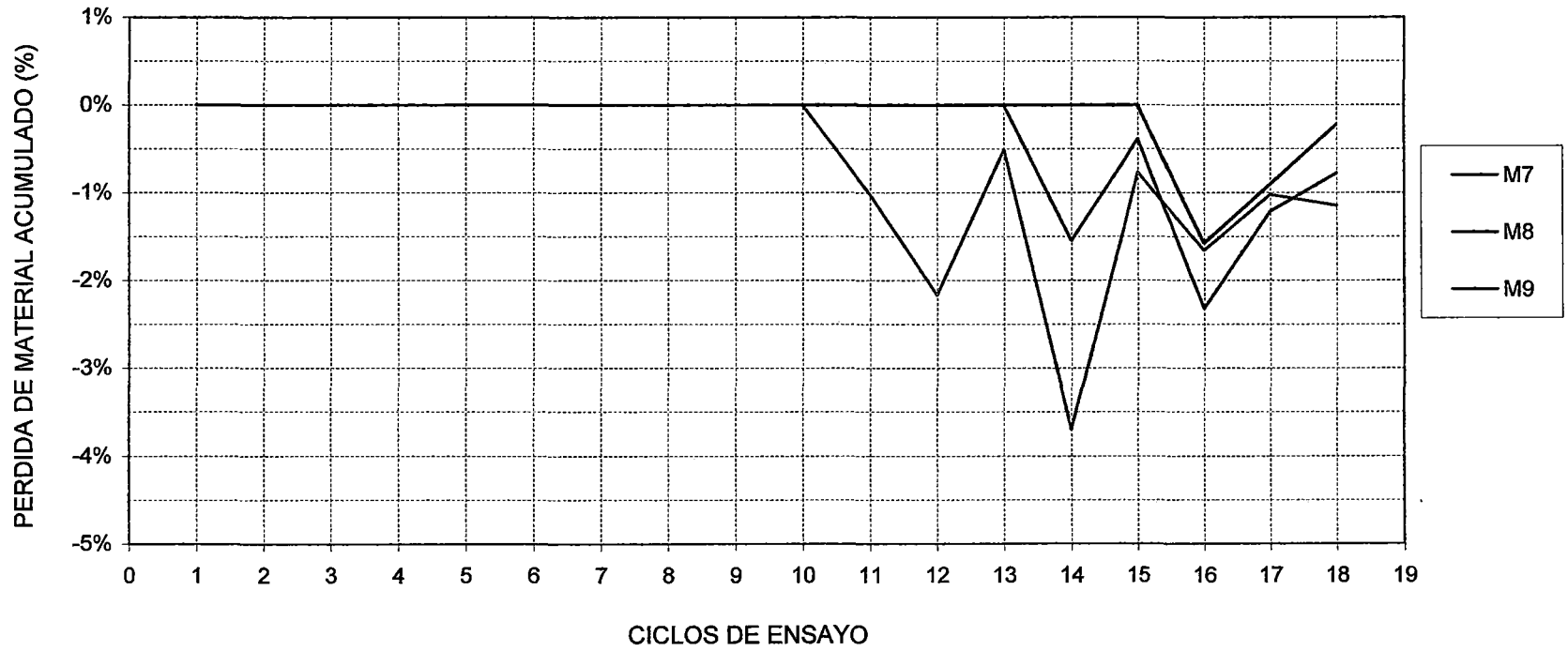


GRAFICO N° 9.1.1.16

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

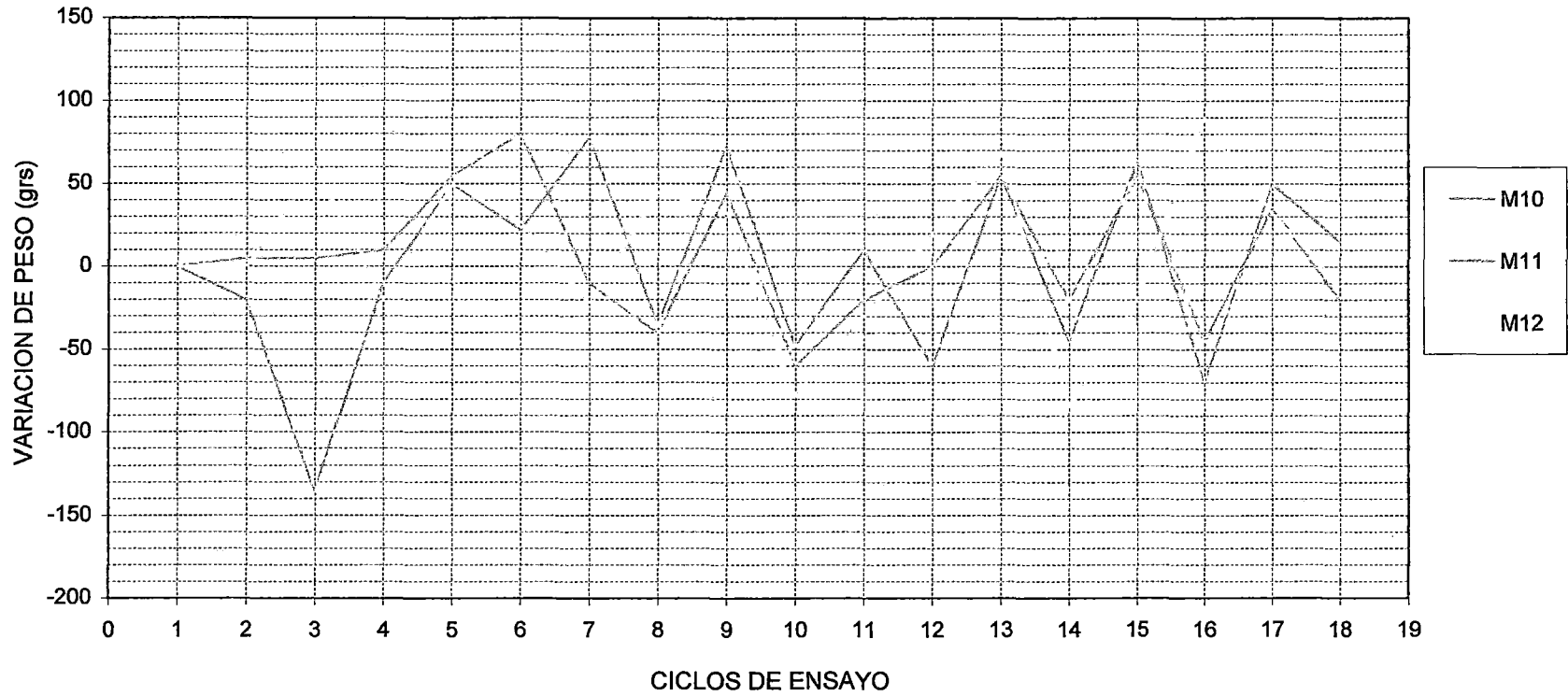


GRAFICO N° 9.1.1.17

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

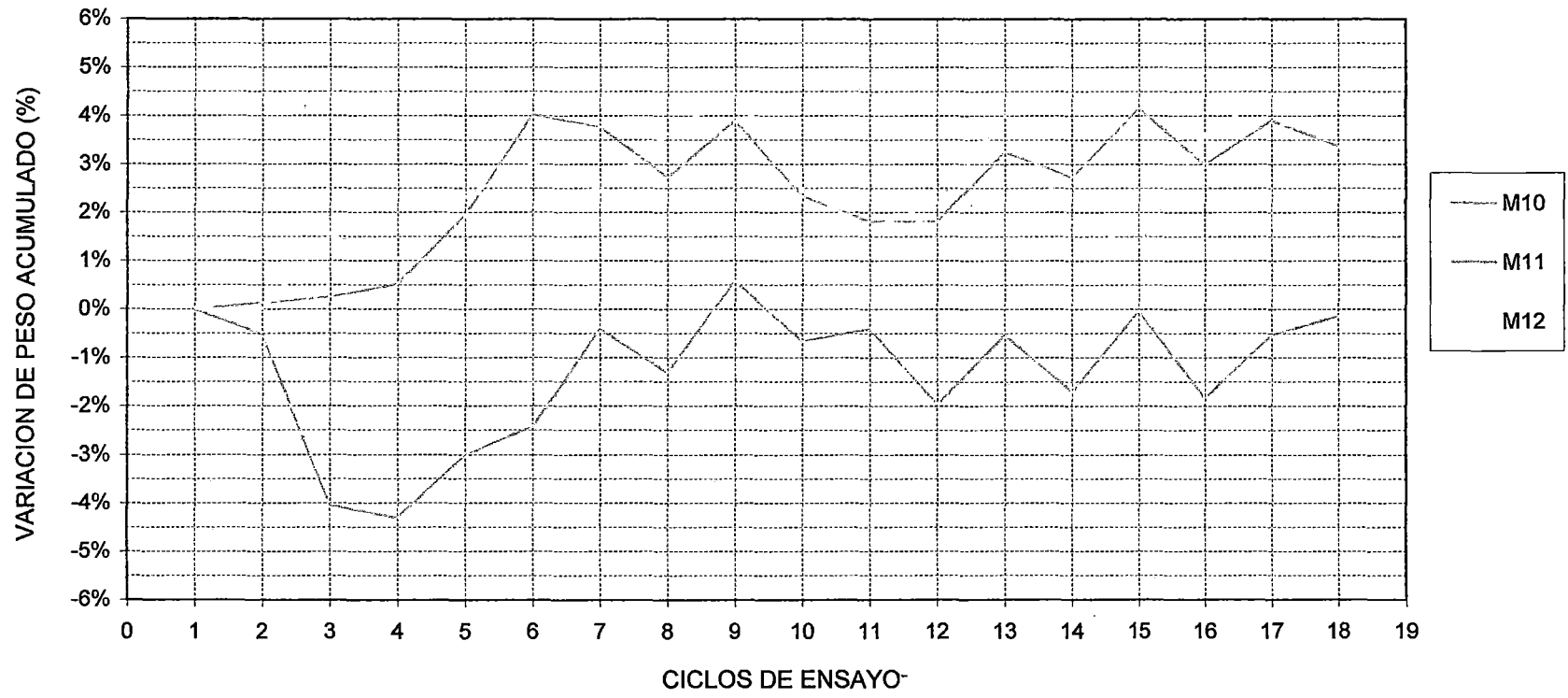


GRAFICO N° 9.1.1.18

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60

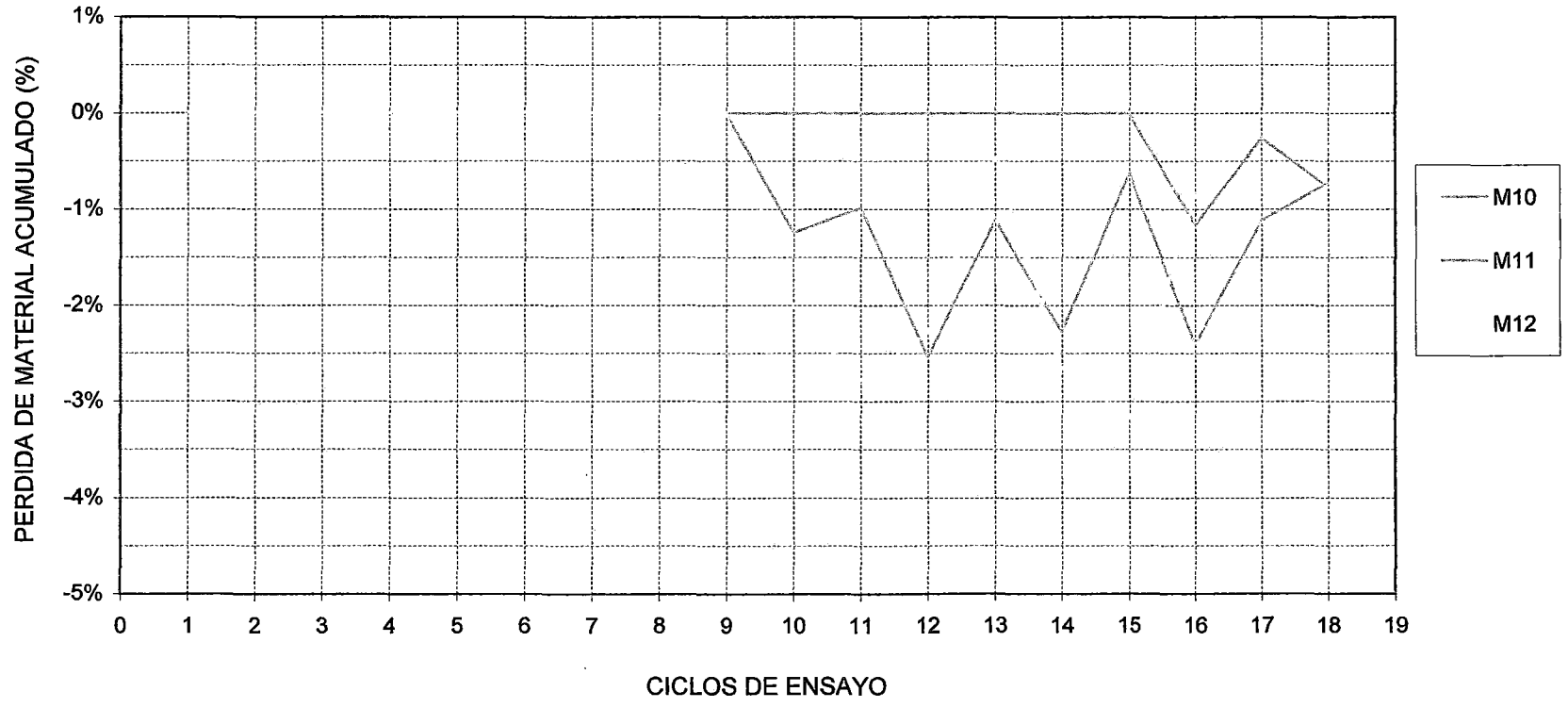


GRAFICO N° 9.1.1.19

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.60

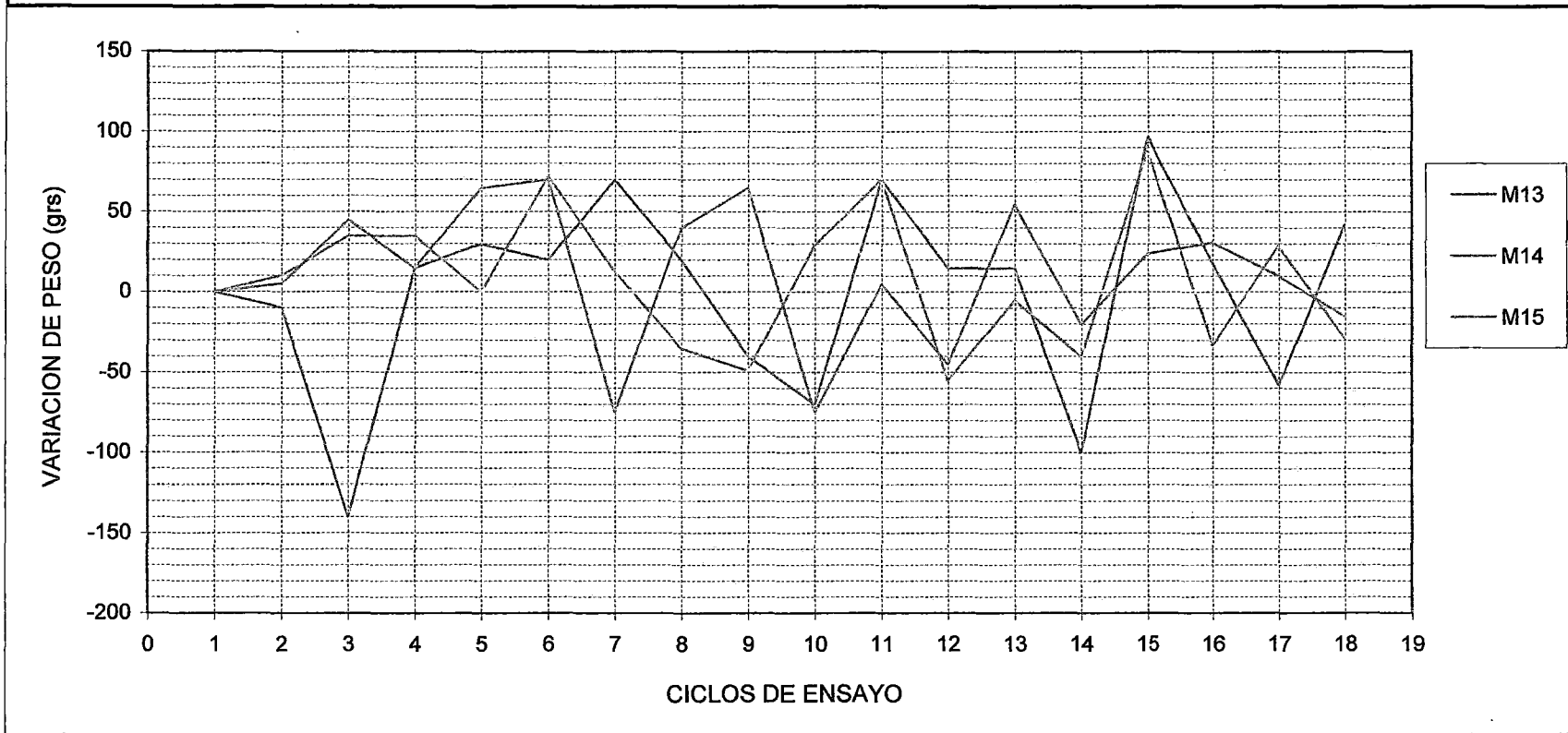


GRAFICO N° 9.1.1.20

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.60

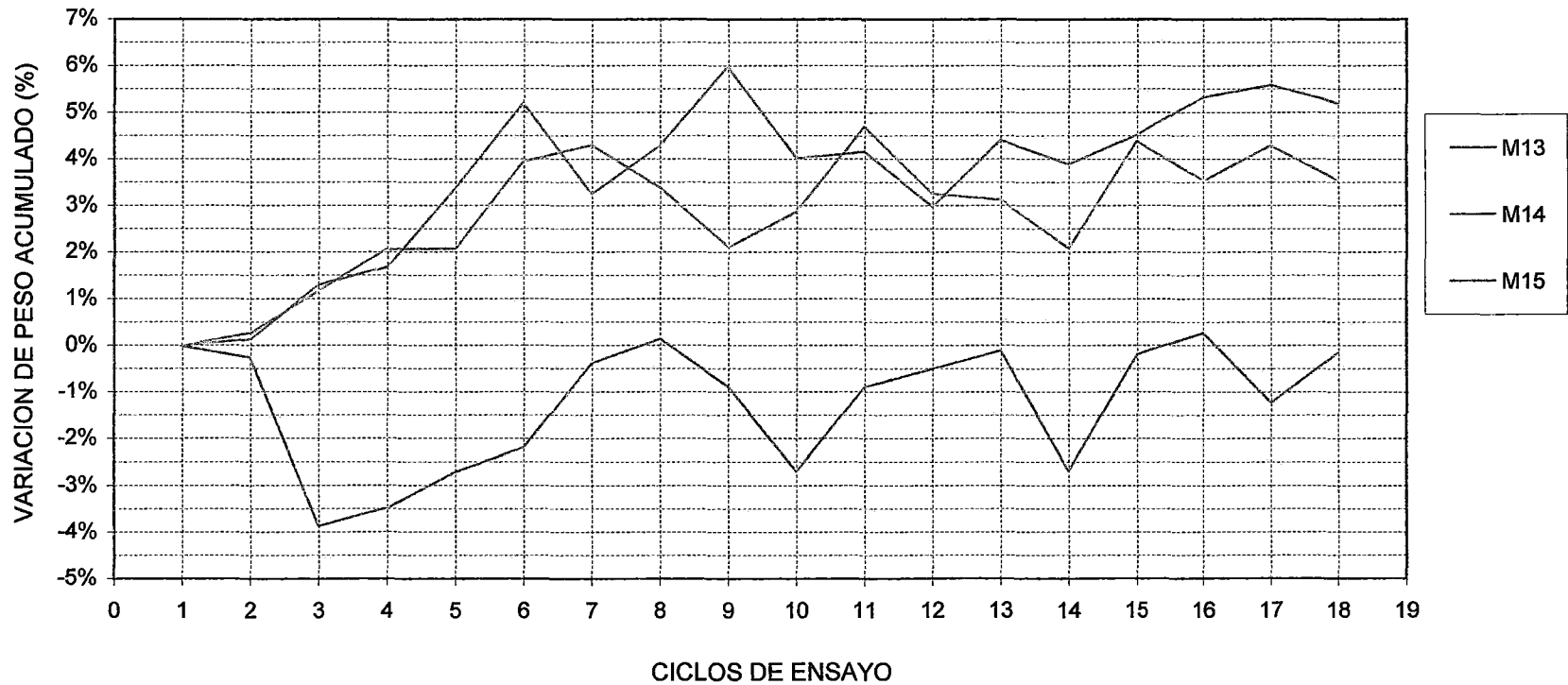
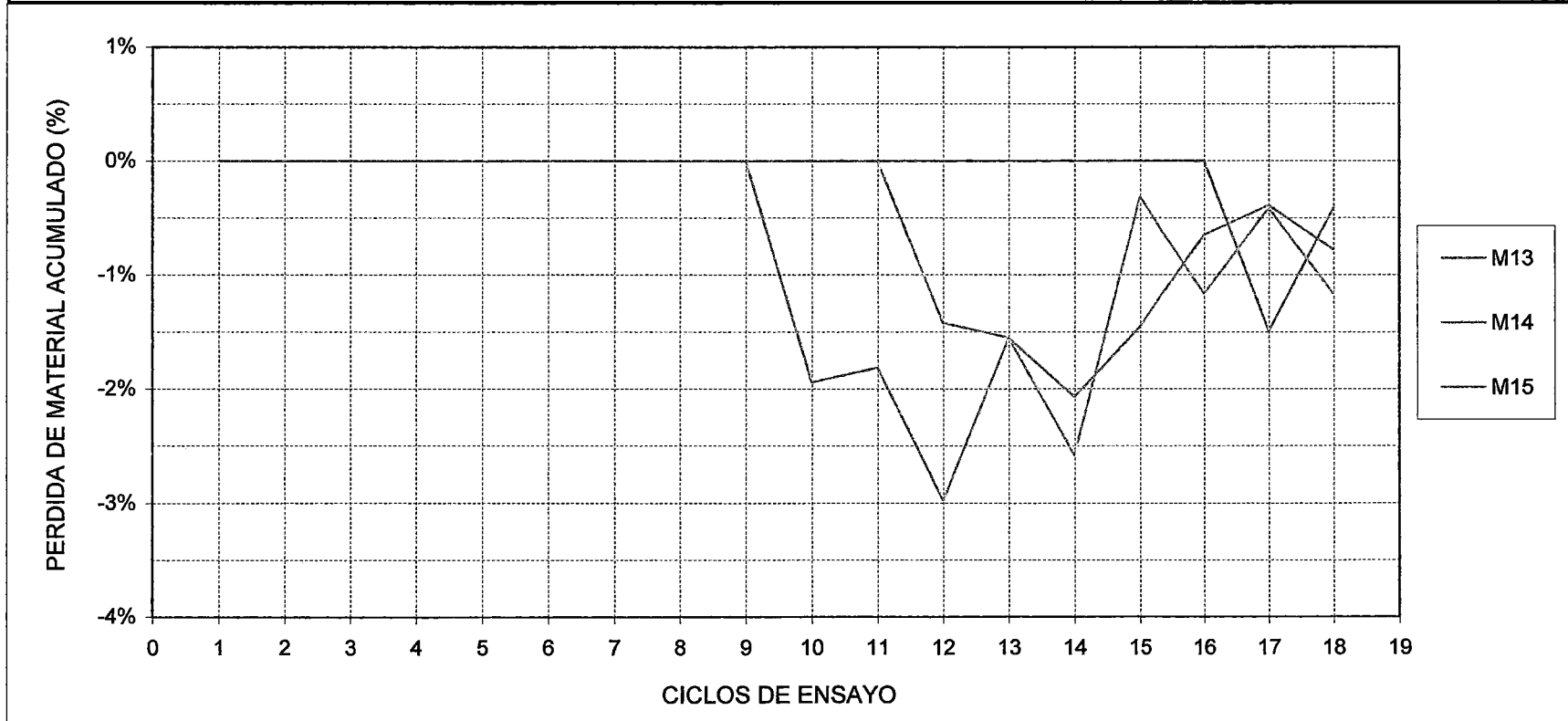


GRAFICO N° 9.1.1.21

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.60



ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.65

GRAFICO 9.1.2.1	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M5
GRAFICO 9.1.2.2	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M6 al M10
GRAFICO 9.1.2.3	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M11 al M15
GRAFICO 9.1.2.4	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M16 al M20
GRAFICO 9.1.2.5	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M21 al M25
GRAFICO 9.1.2.6	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M26 al M30

GRÁFICO N° 9.1.2.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

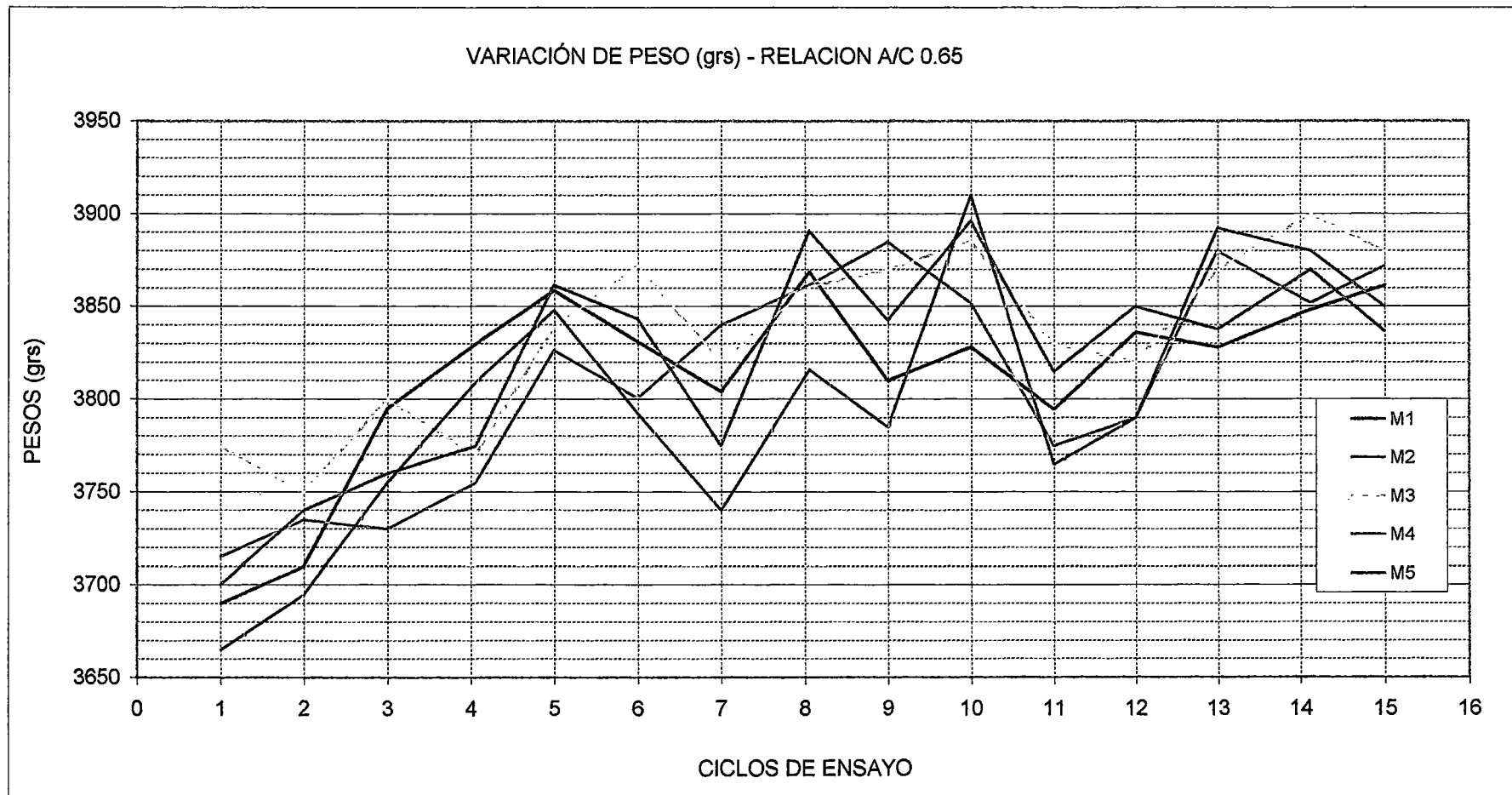


GRÁFICO N° 9.1.2.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

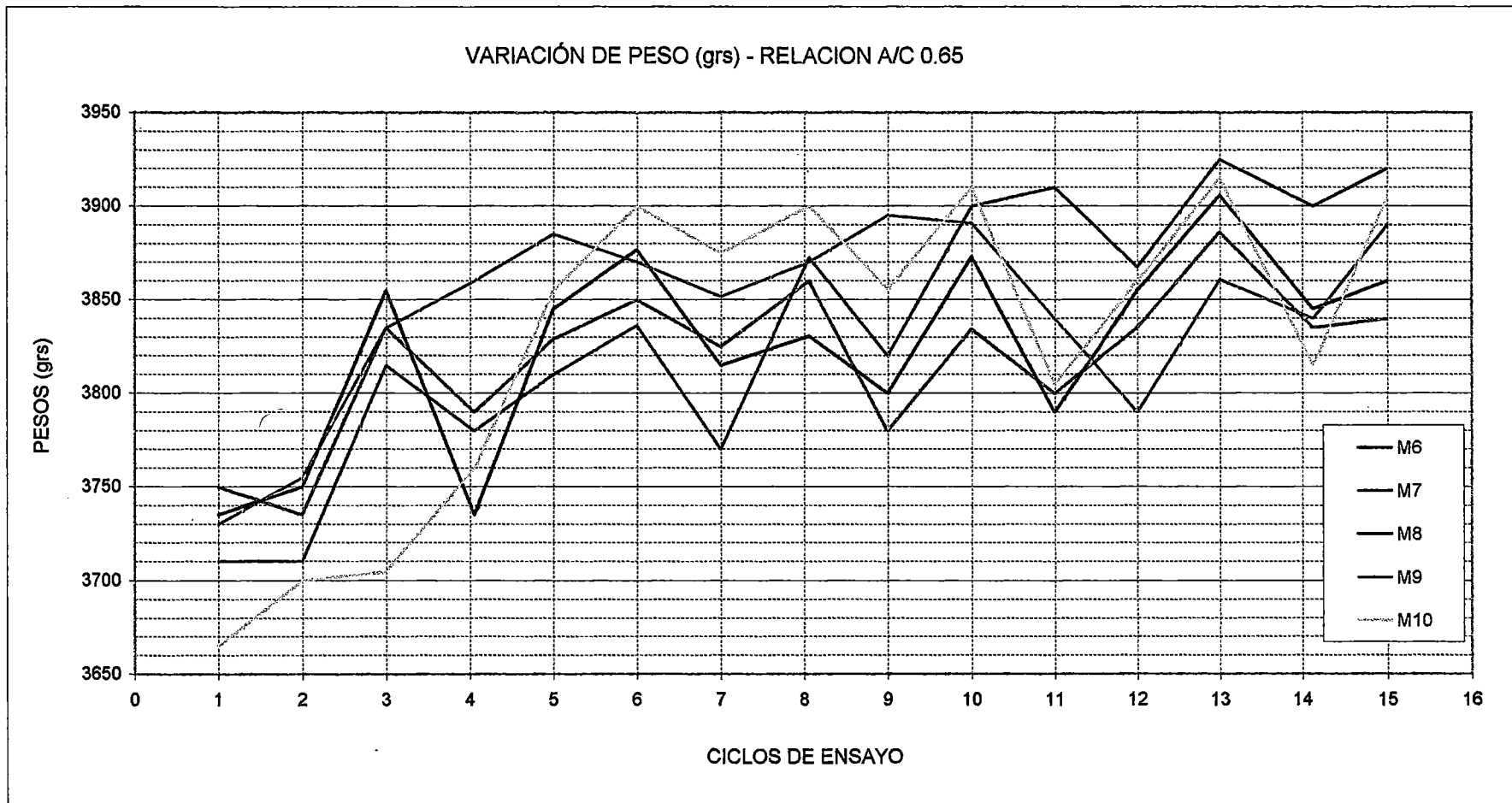


GRÁFICO N° 9.1.2.3

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

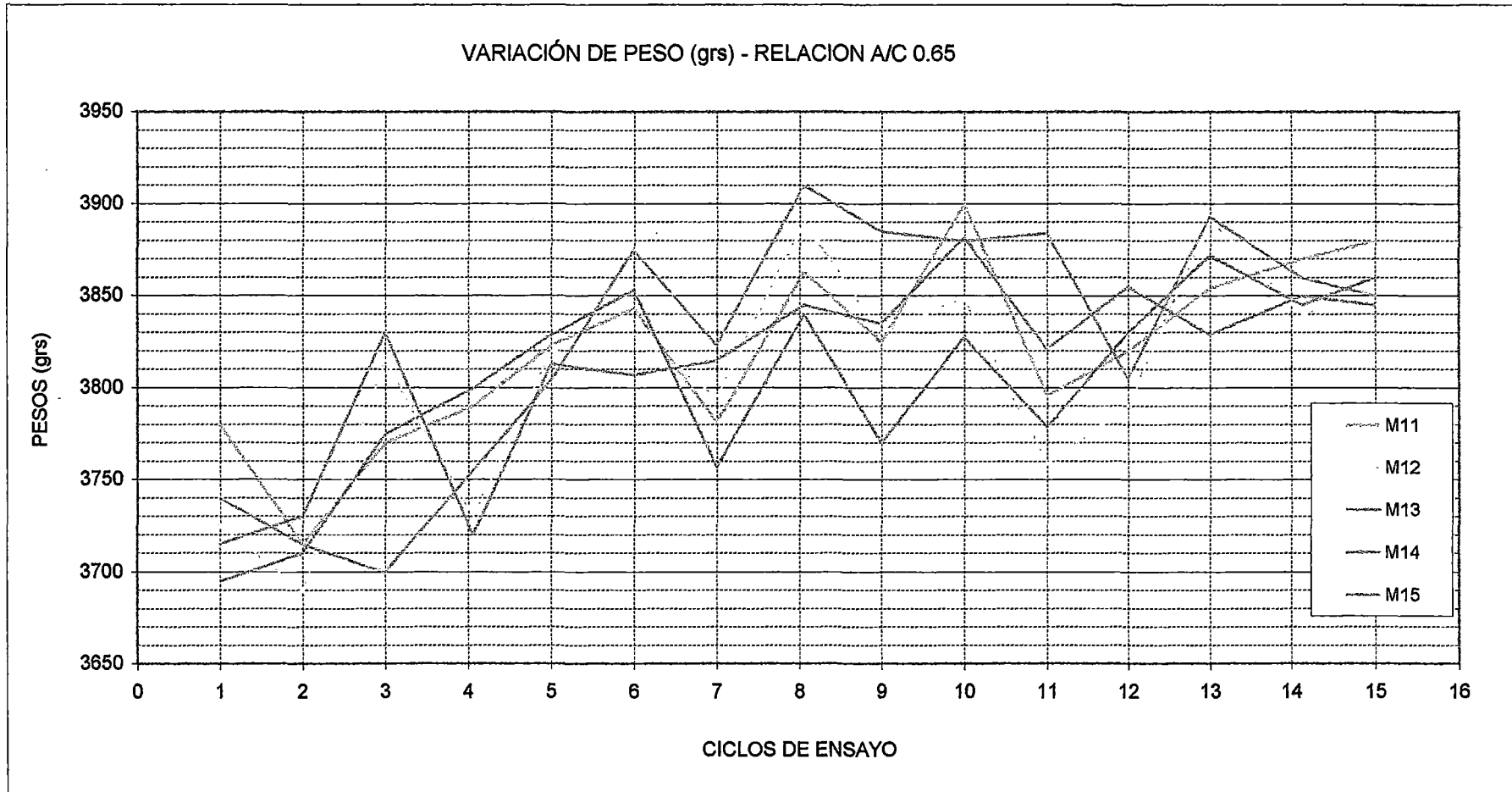


GRÁFICO N° 9.1.2.4

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

VARIACIÓN DE PESO (gts) - RELACION A/C 0.65

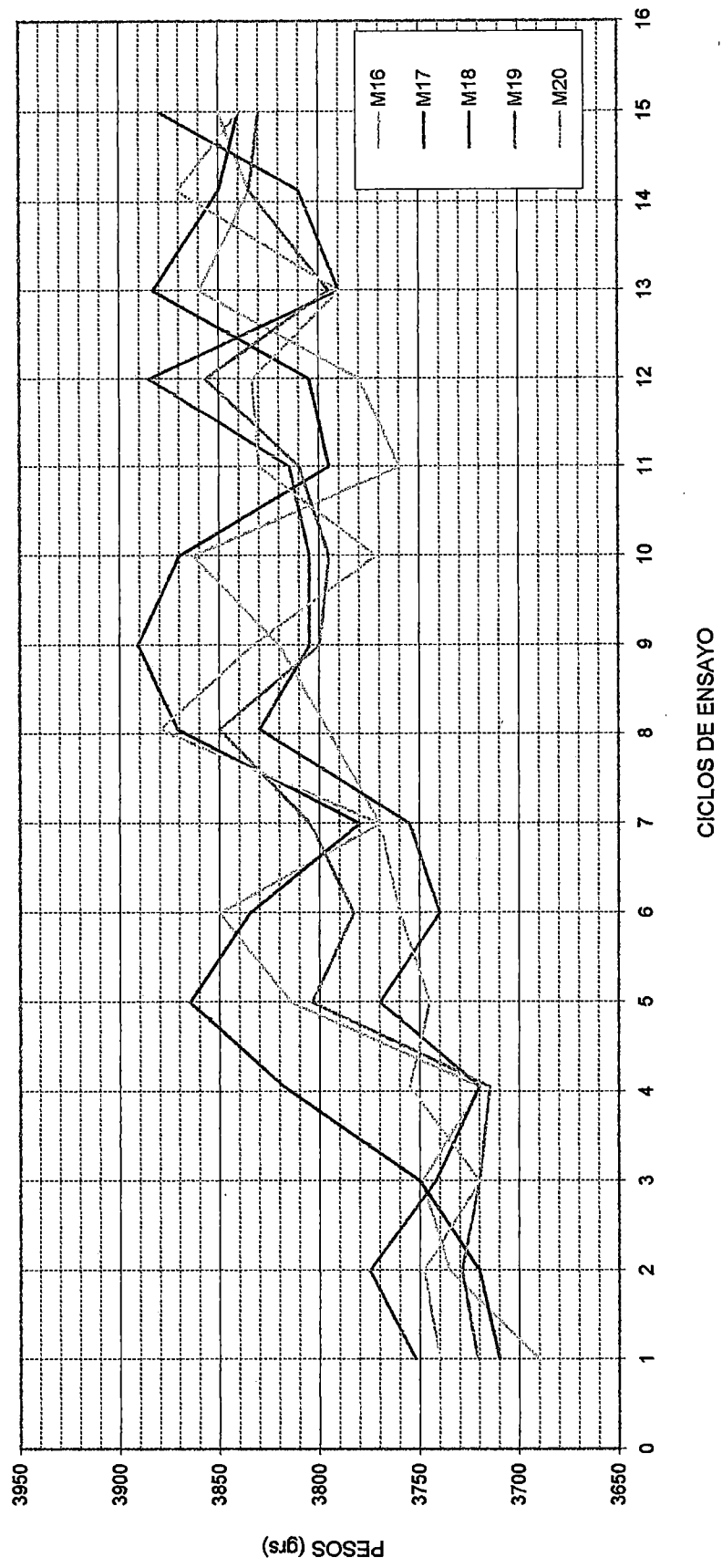


GRÁFICO N° 9.1.2.5

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

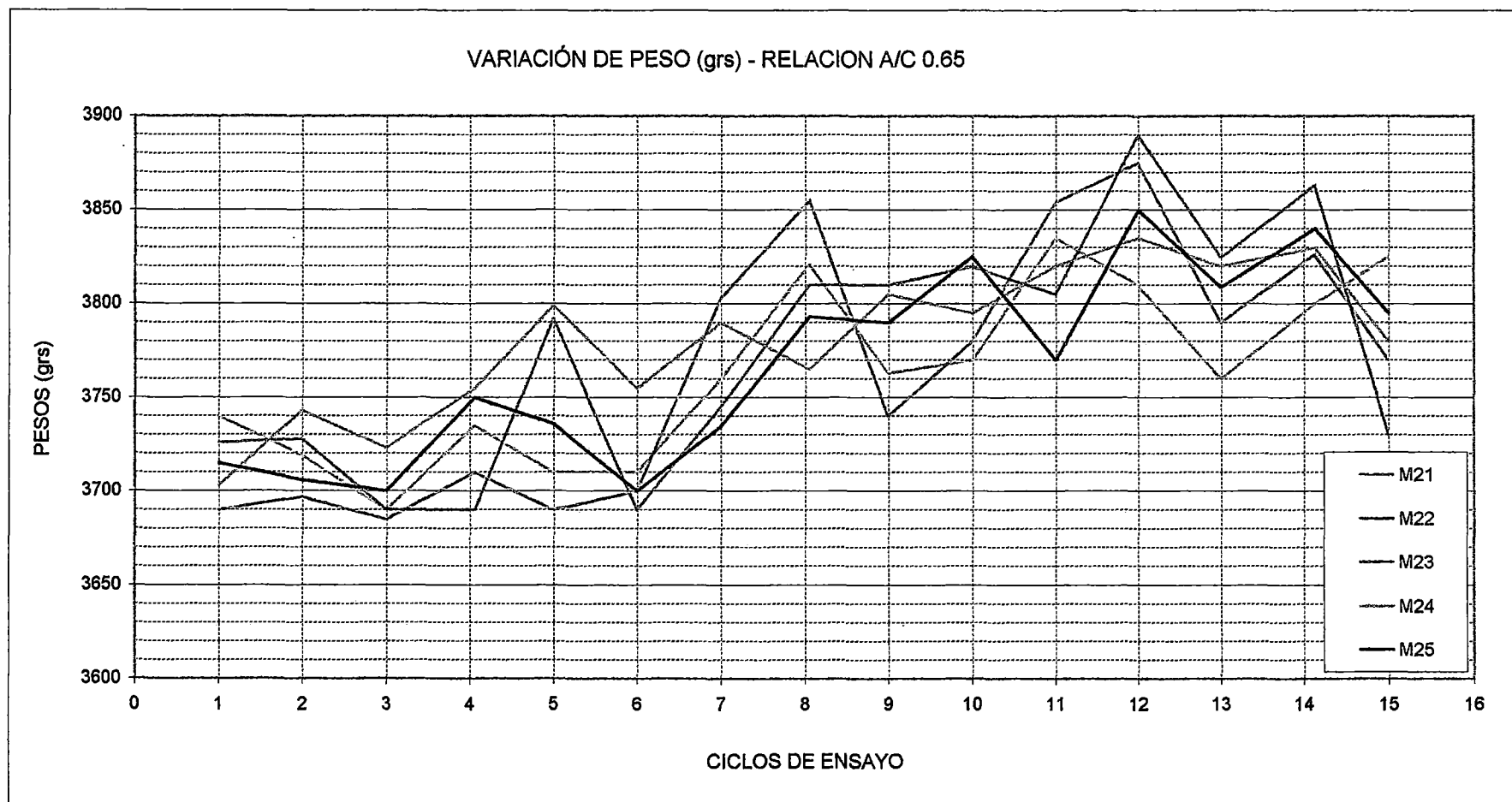
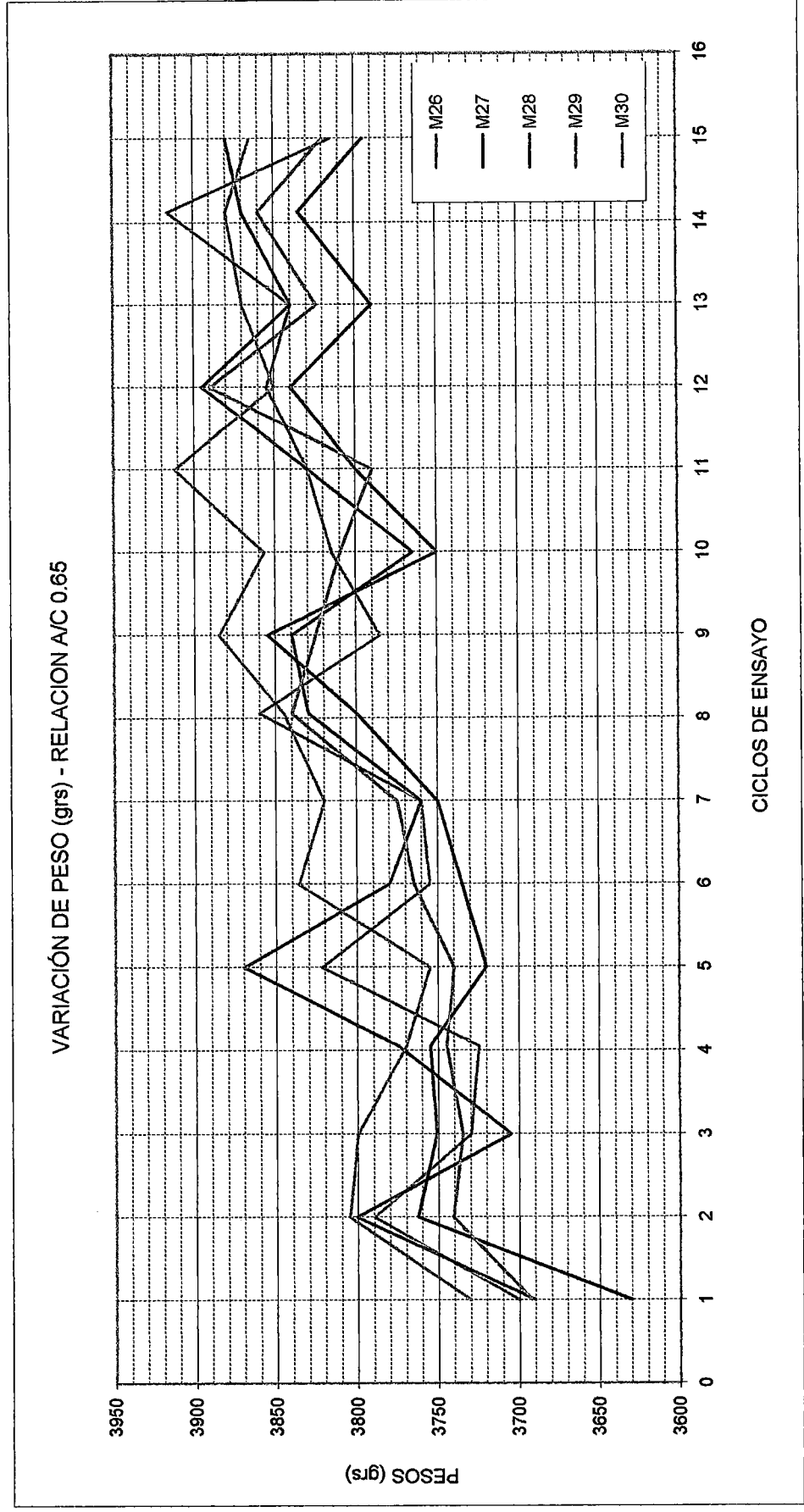


GRÁFICO N° 9.1.2.6

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO RELACION a/c 0.65

GRAFICO 9.1.2.7	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.2.8	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.2.9	Pérdida de peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.2.10	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.2.11	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.2.12	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.2.13	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.2.14	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.2.15	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.2.16	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.2.17	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.2.18	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.2.19	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15
GRAFICO 9.1.2.20	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15
GRAFICO 9.1.2.21	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15

GRAFICO N° 9.1.2.7

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

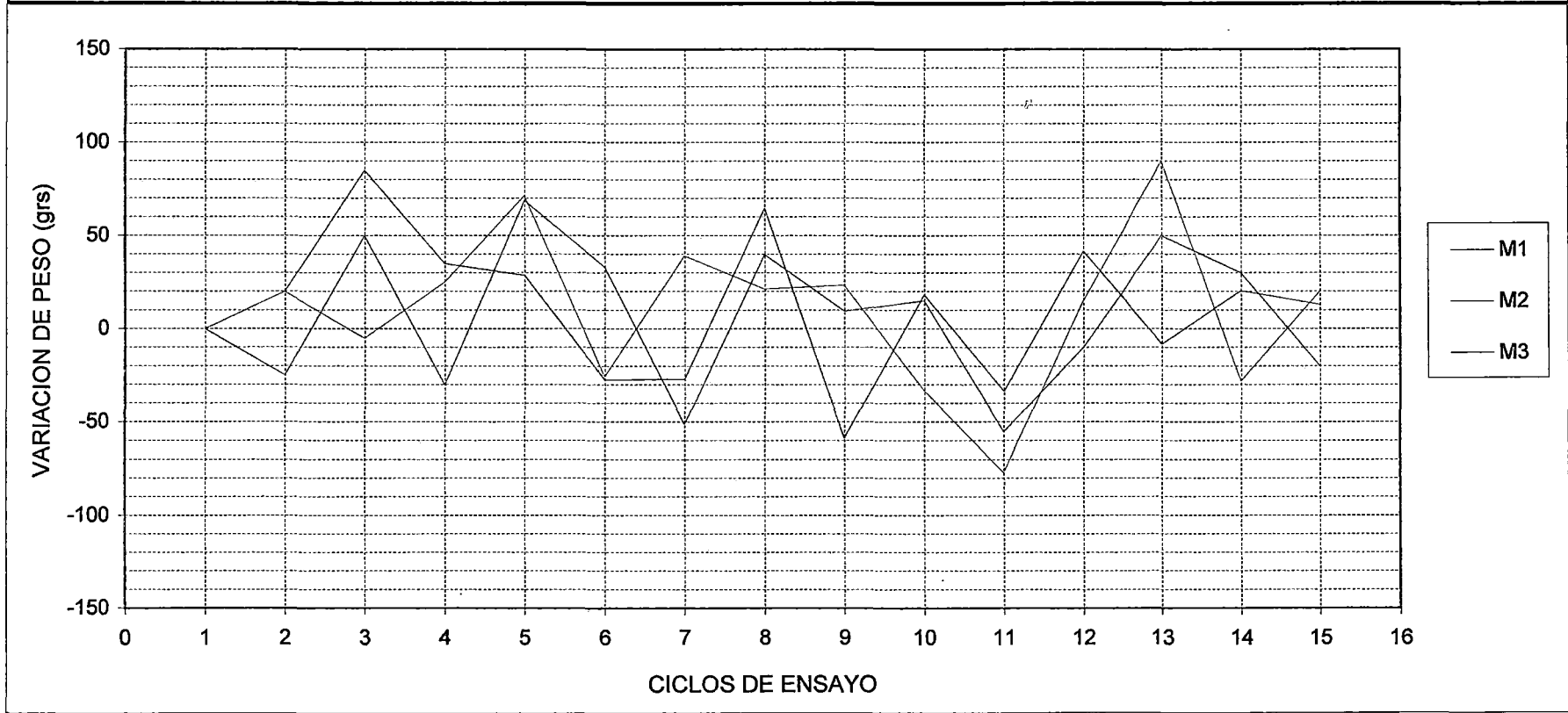


GRAFICO N° 9.1.2.8

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

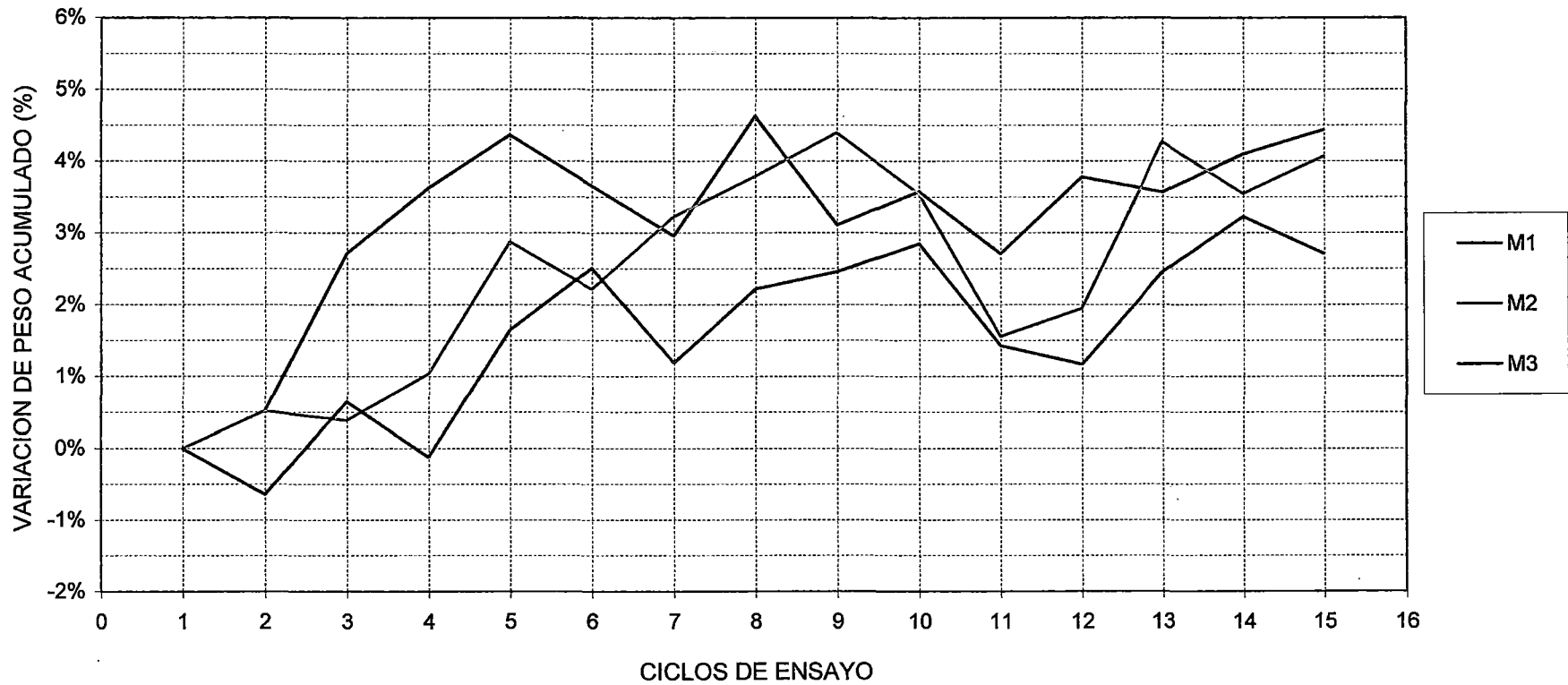


GRAFICO N° 9.1.2.9

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

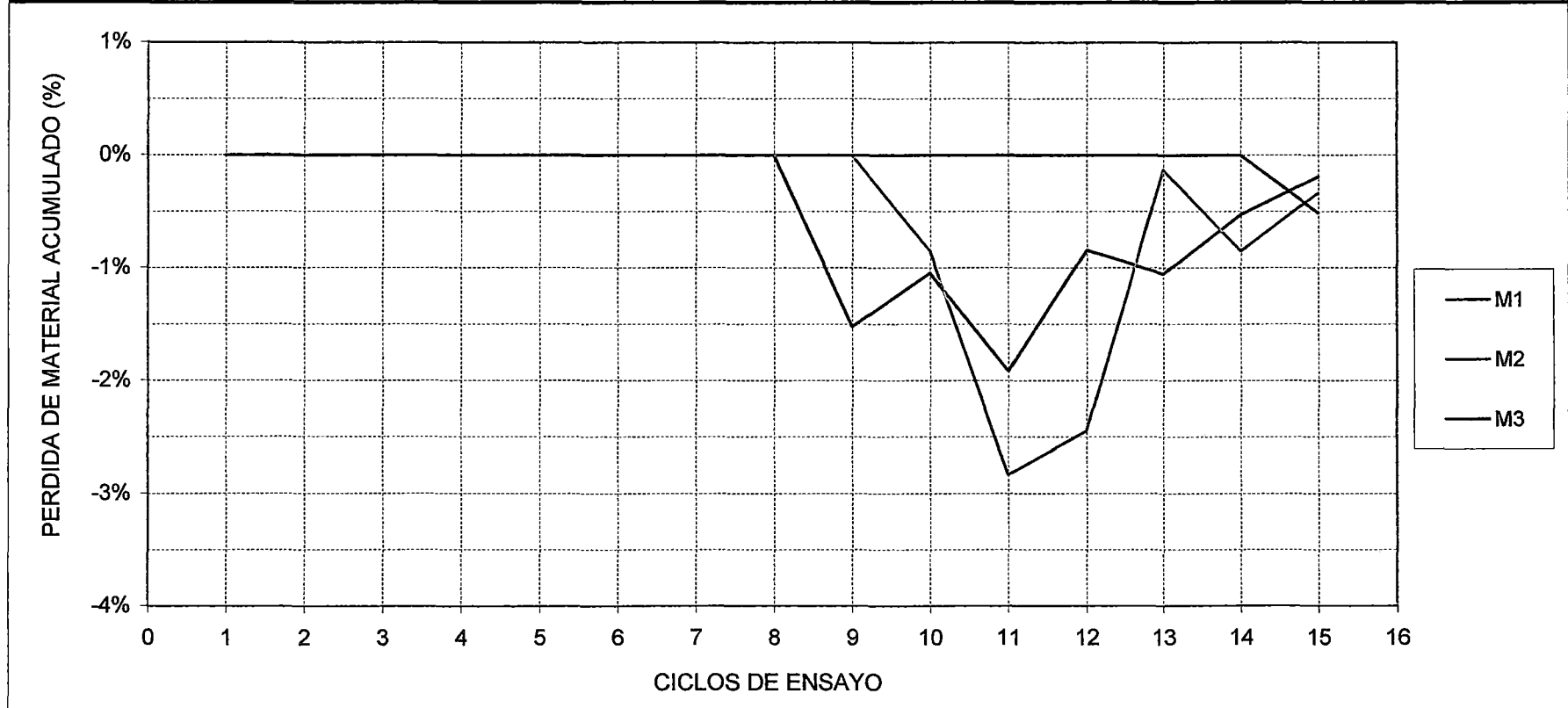


GRAFICO N° 9.1.2.10

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

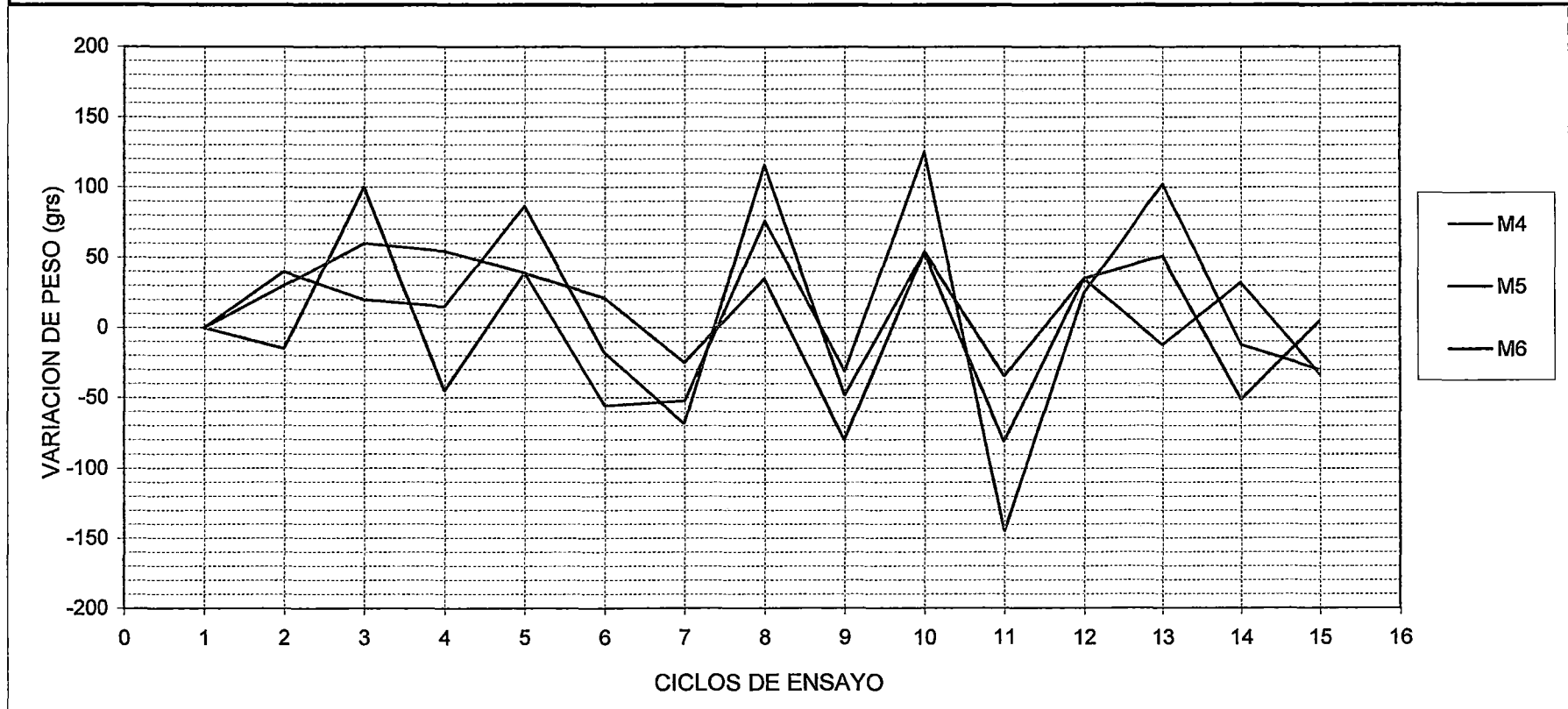


GRAFICO N° 9.1.2.11

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	: HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO		PROBETAS 4x8"
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I - SOL	DOSIFICACIÓN :	Cemento 1
SOLUCION	: CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

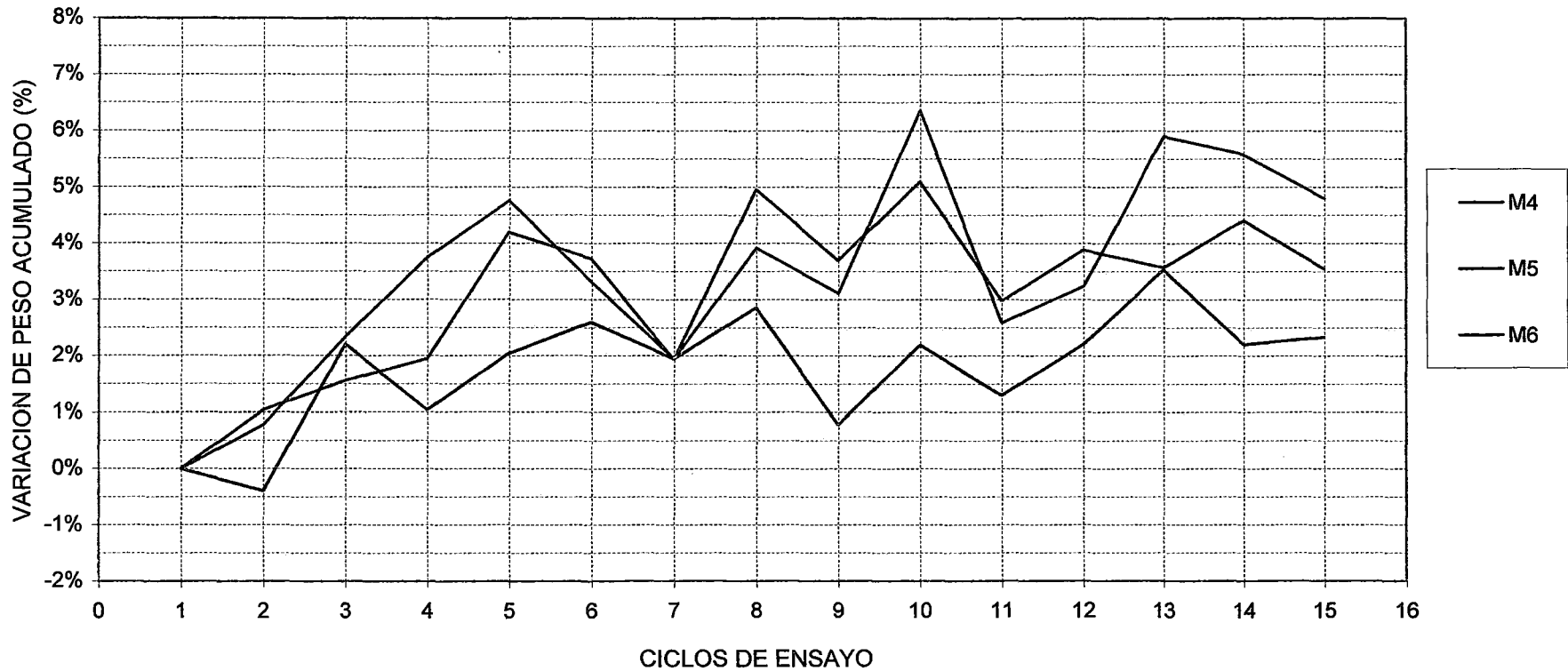
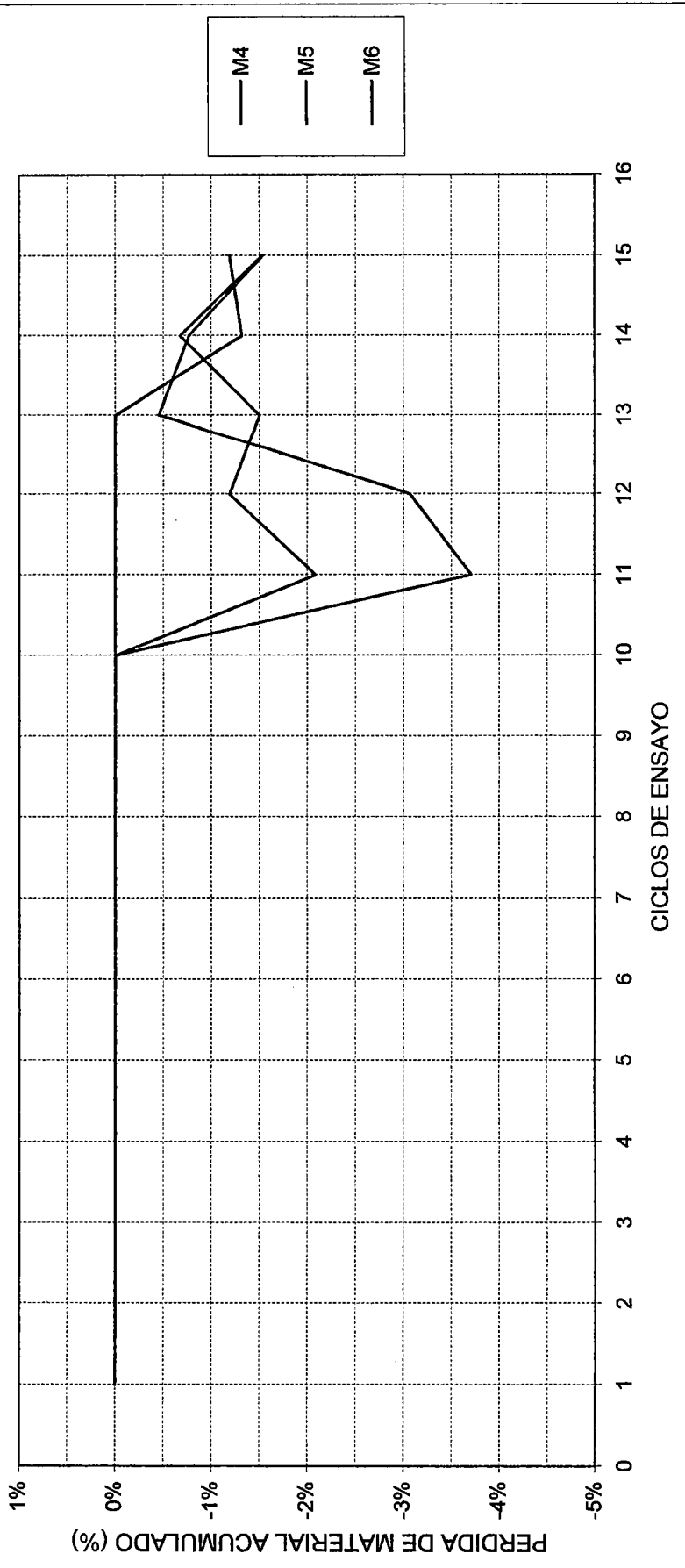


GRAFICO N° 9.1.2.12

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua 0.65



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

GRAFICO N° 9.1.2.13

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

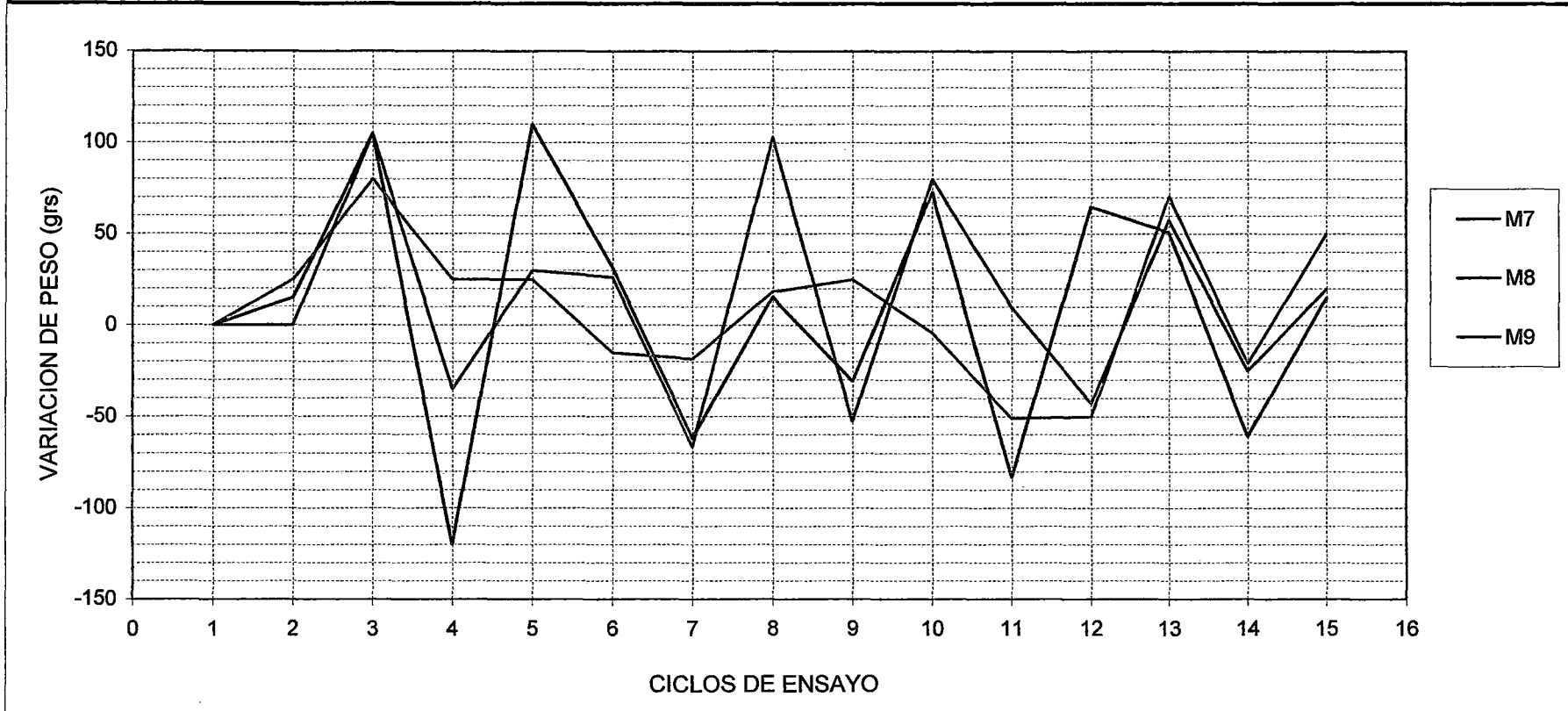


GRAFICO N° 9.1.2.14

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.65

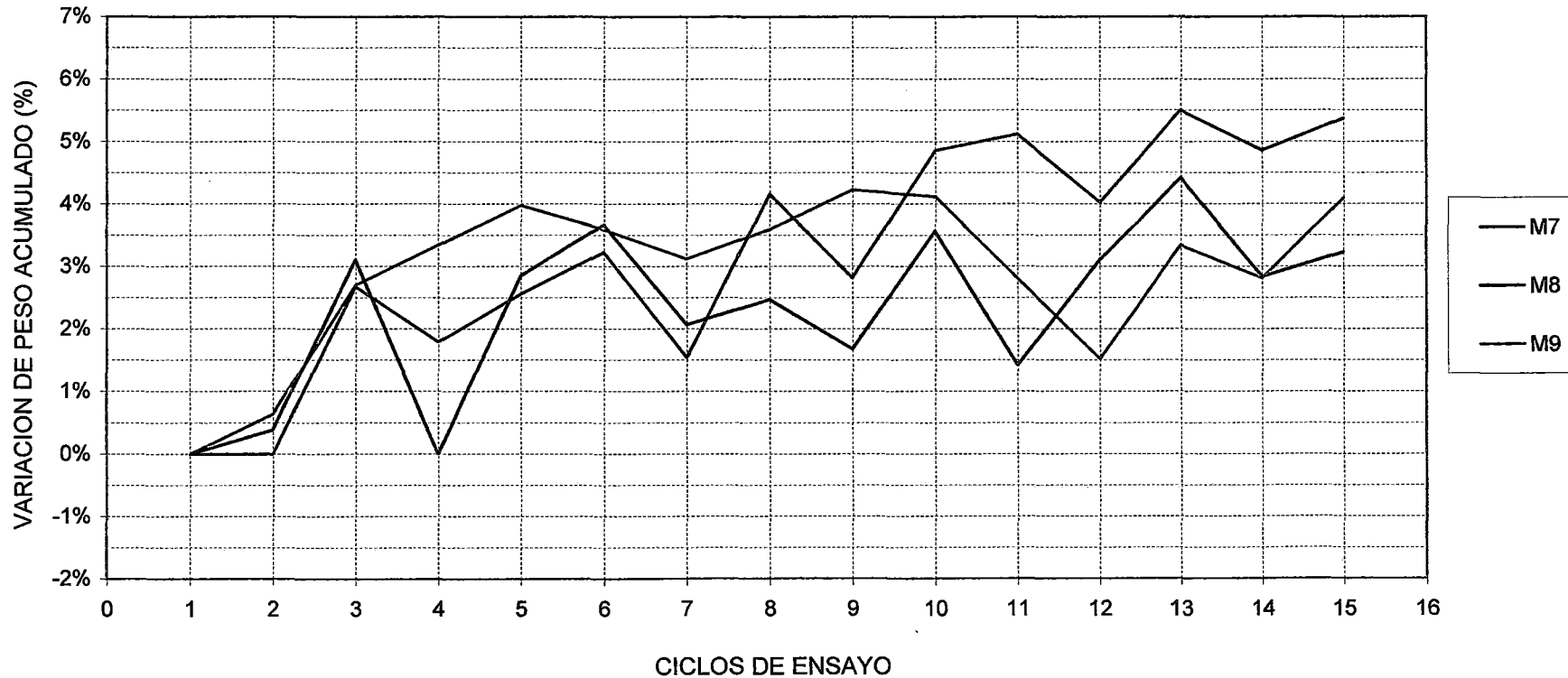


GRAFICO N° 9.1.2.15

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit		Agua 0.65

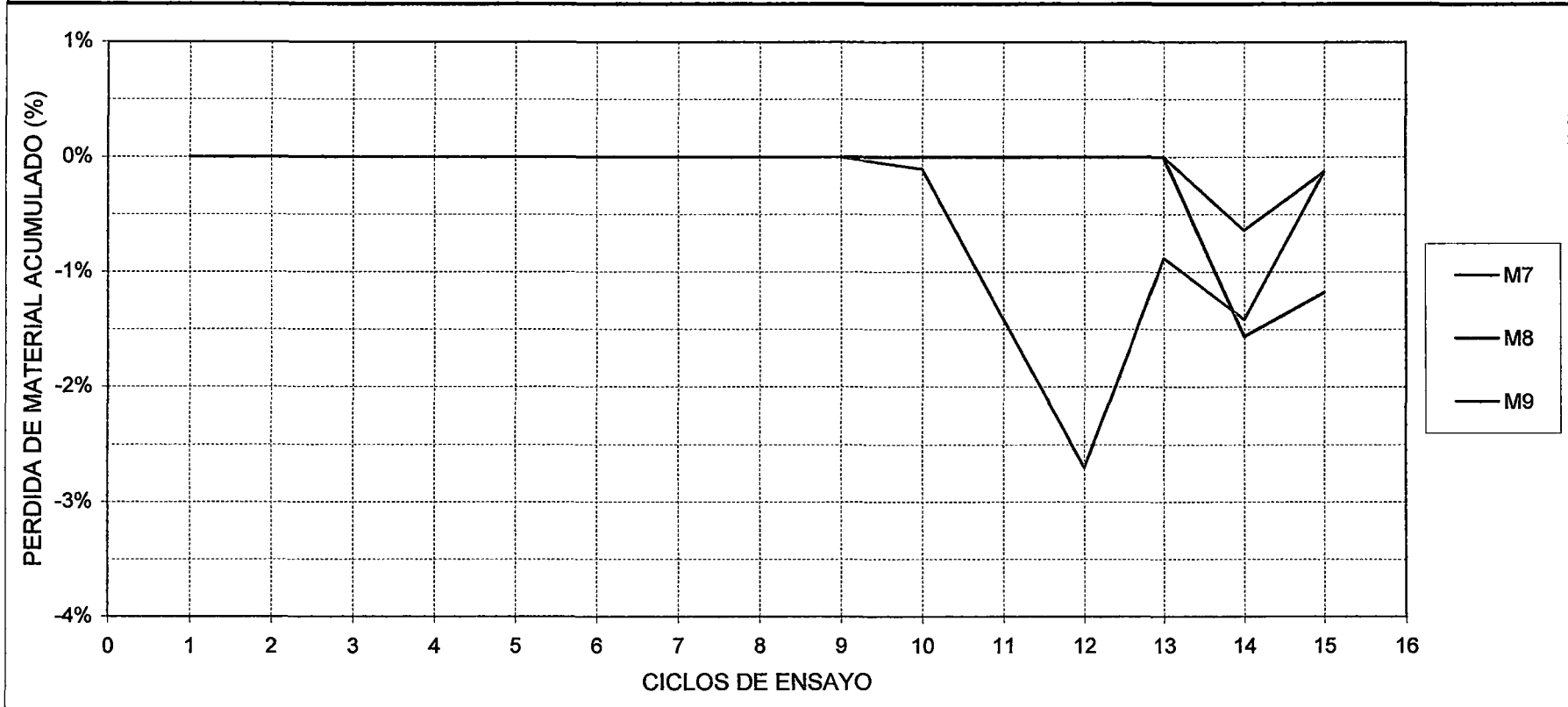


GRAFICO N° 9.1.2.16

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS	4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	DOSIFICACIÓN :	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

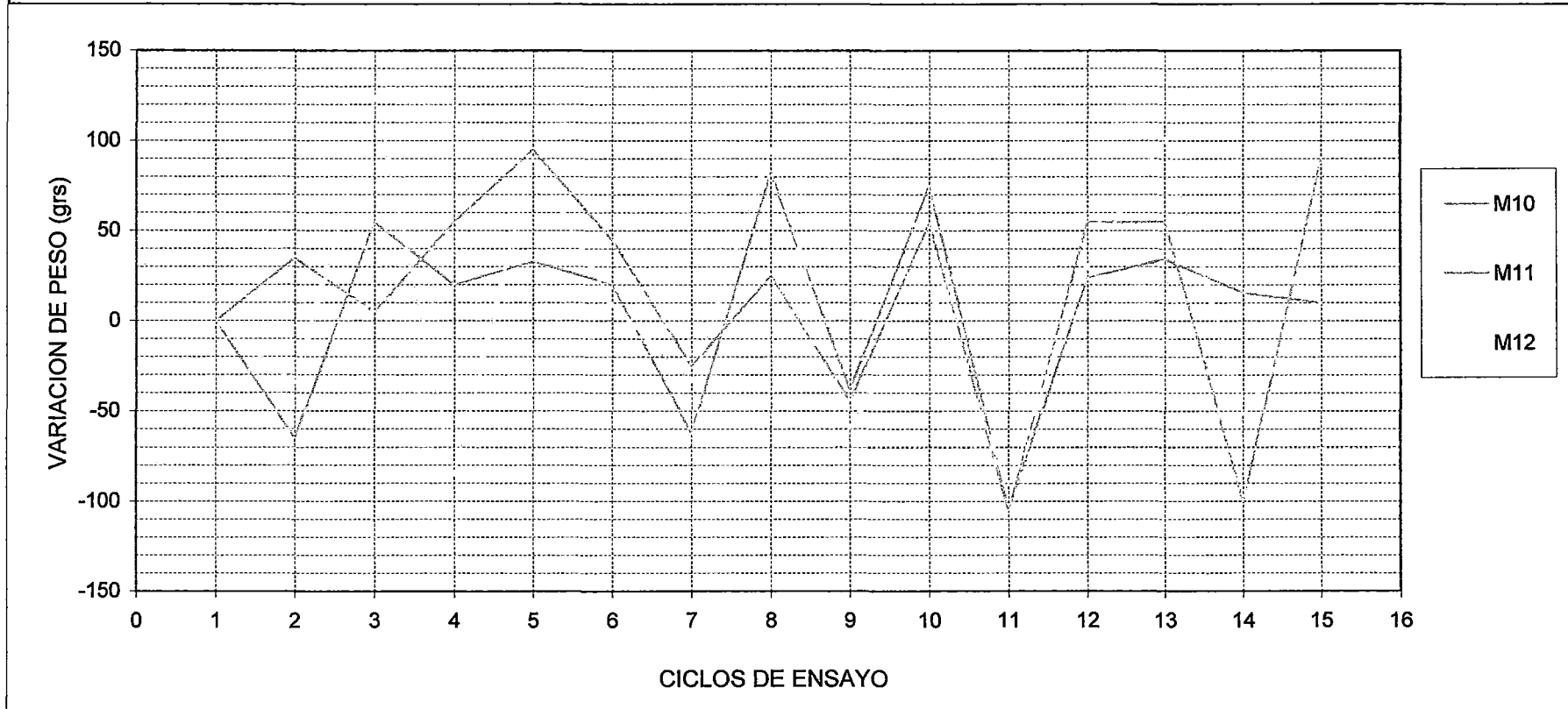


GRAFICO N° 9.1.2.17

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua 0.65

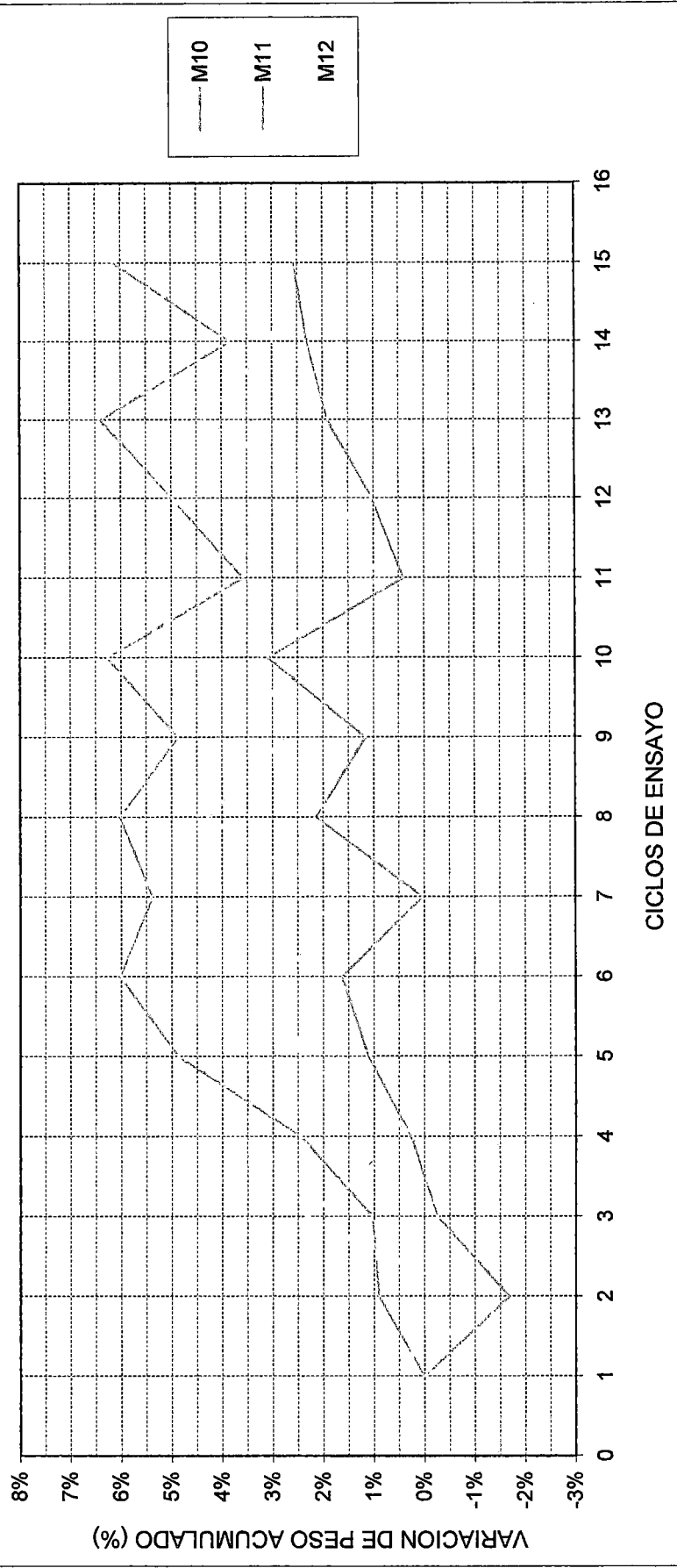


GRAFICO N° 9.1.2.18

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

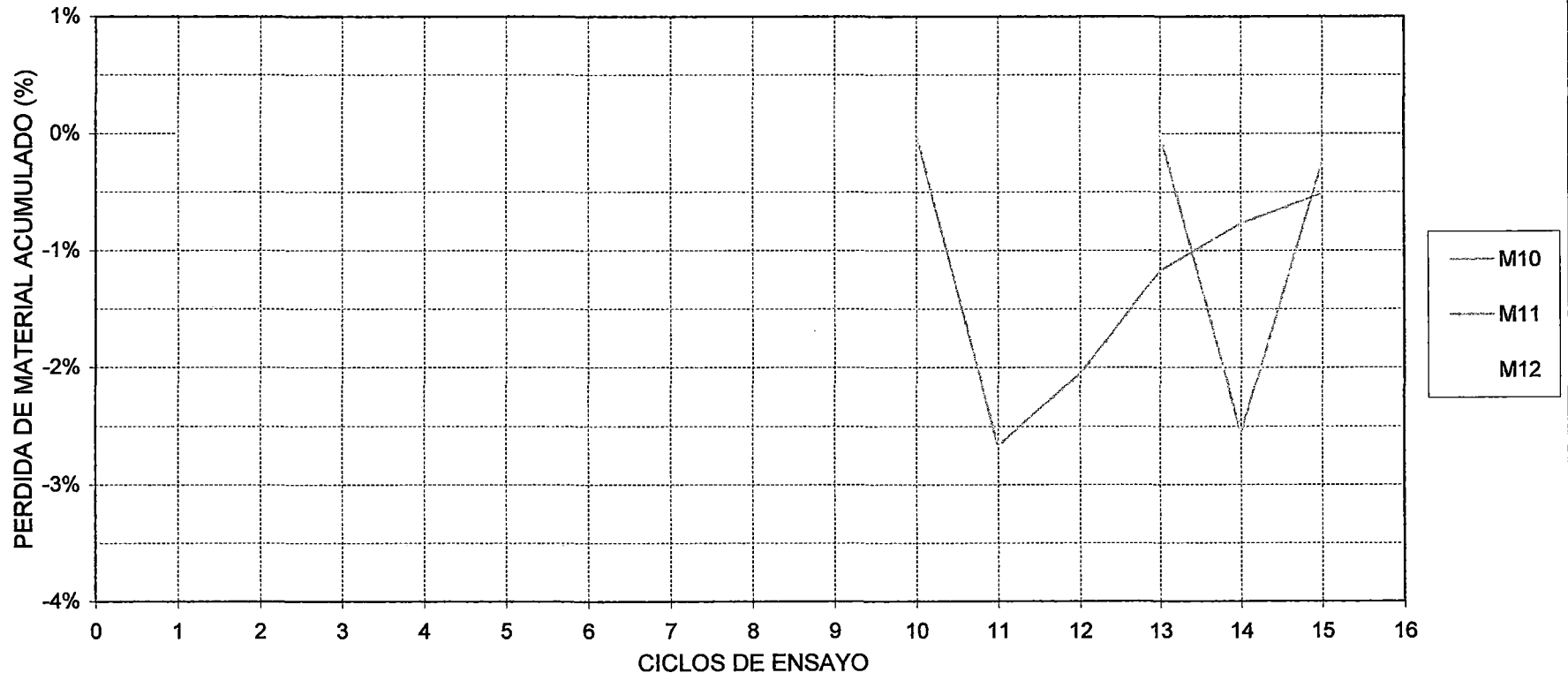


GRAFICO N° 9.1.2.19

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua	0.65

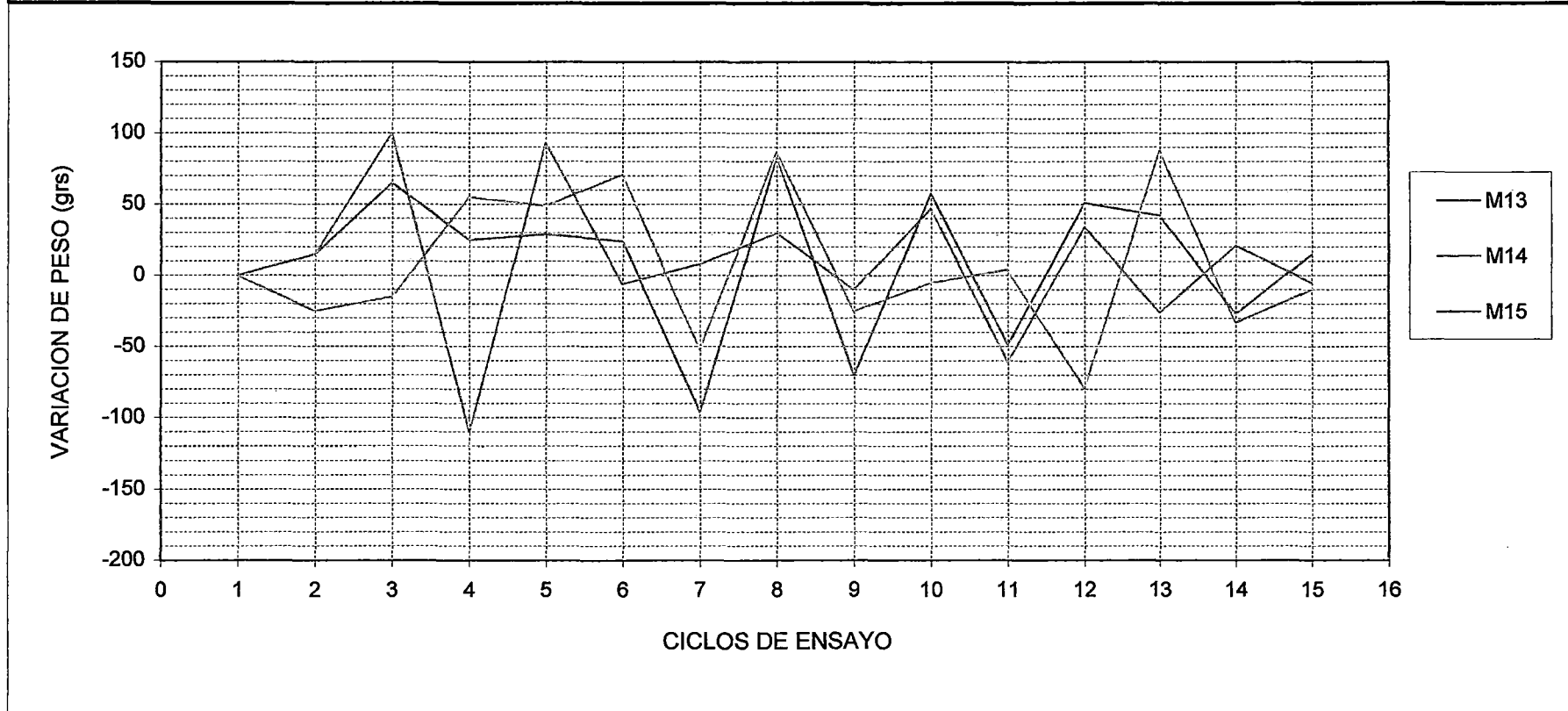


GRAFICO N° 9.1.2.20

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65

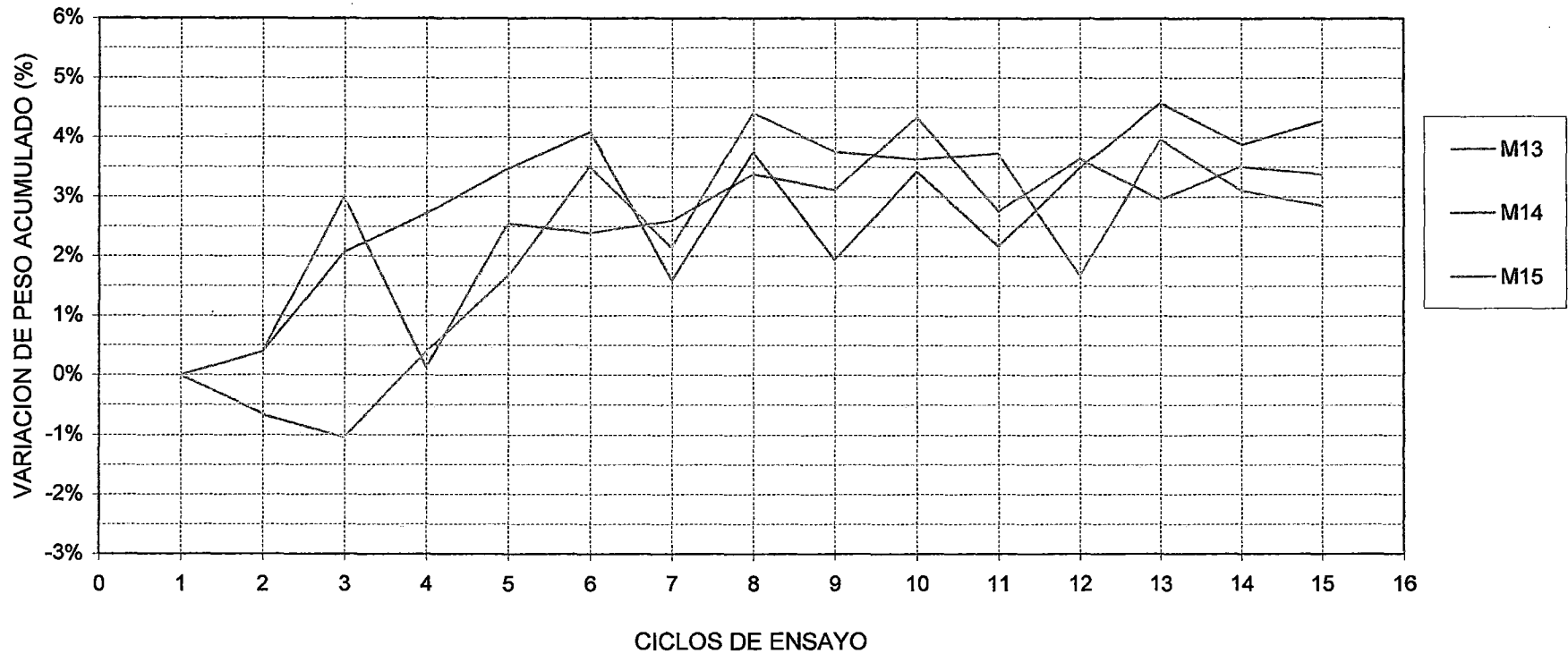
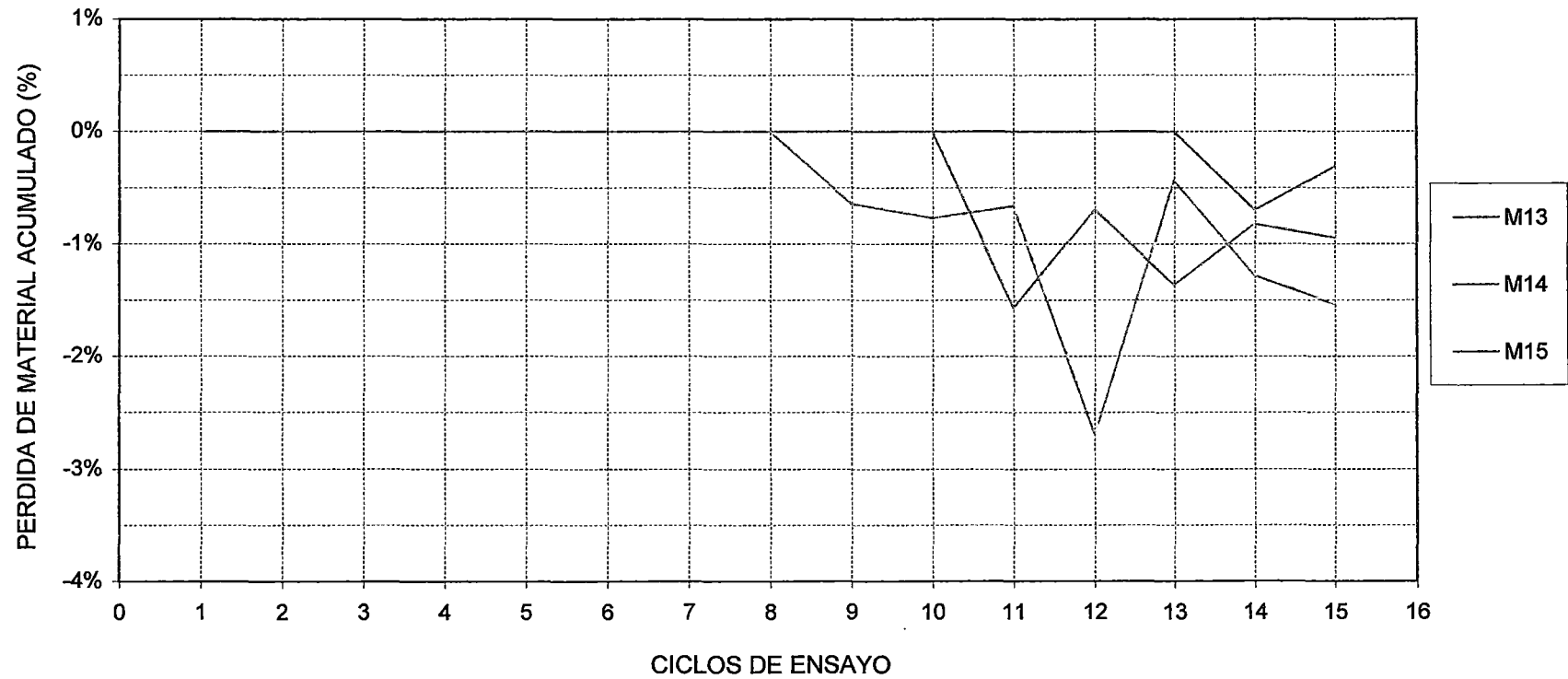


GRAFICO N° 9.1.2.21

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACIÓN :	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL		Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt		Agua 0.65



ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.70

- GRAFICO 9.1.3.1 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M1 al M5
- GRAFICO 9.1.3.2 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M6 al M10
- GRAFICO 9.1.3.3 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M11 al M15
- GRAFICO 9.1.3.4 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M16 al M20
- GRAFICO 9.1.3.5 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M21 al M25
- GRAFICO 9.1.3.6 Variación de peso vs Ciclos de Ensayo
Probeta M26 al M30

GRÁFICO N° 9.1.3.1

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

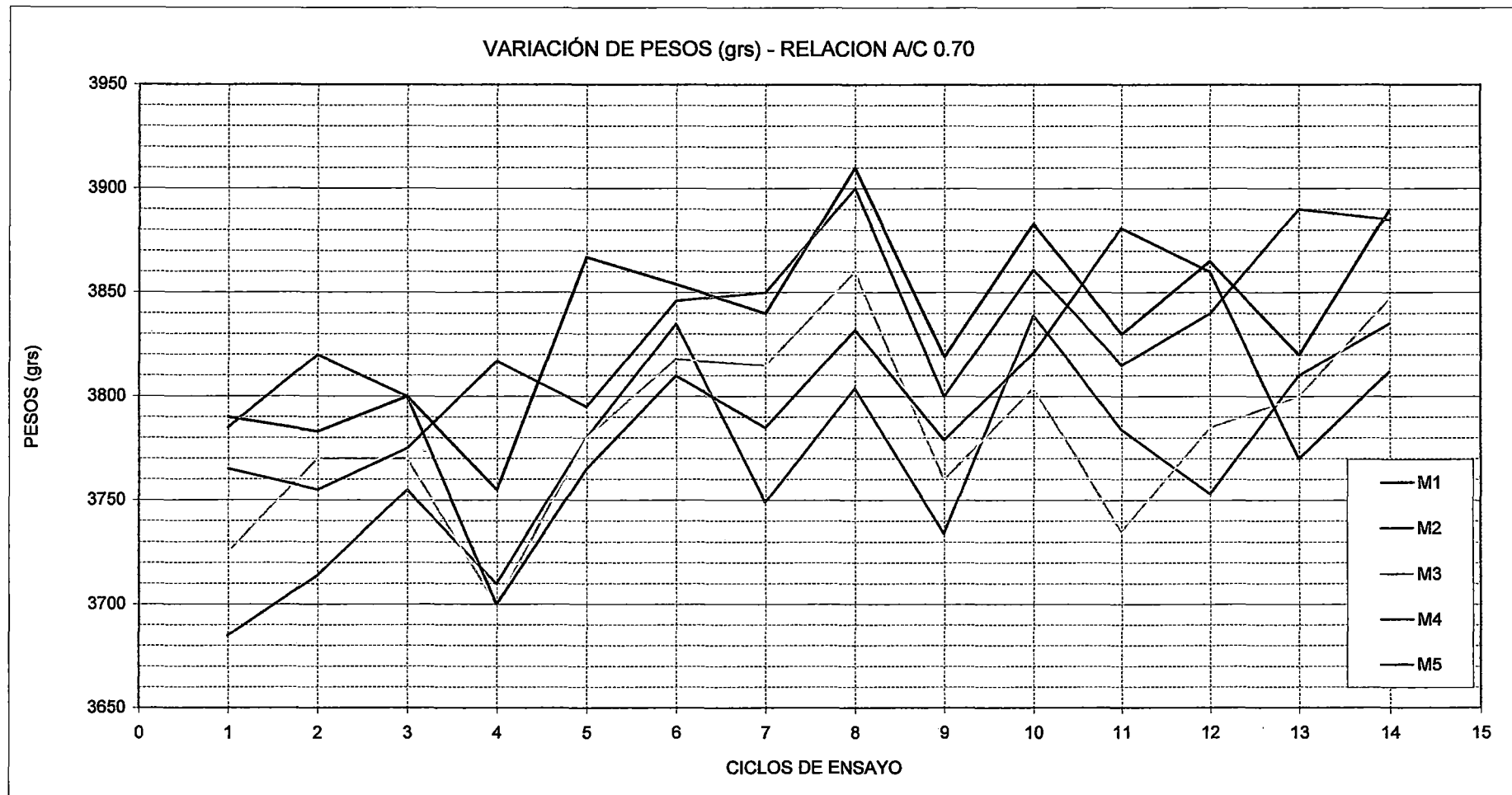


GRÁFICO N° 9.1.3.2

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

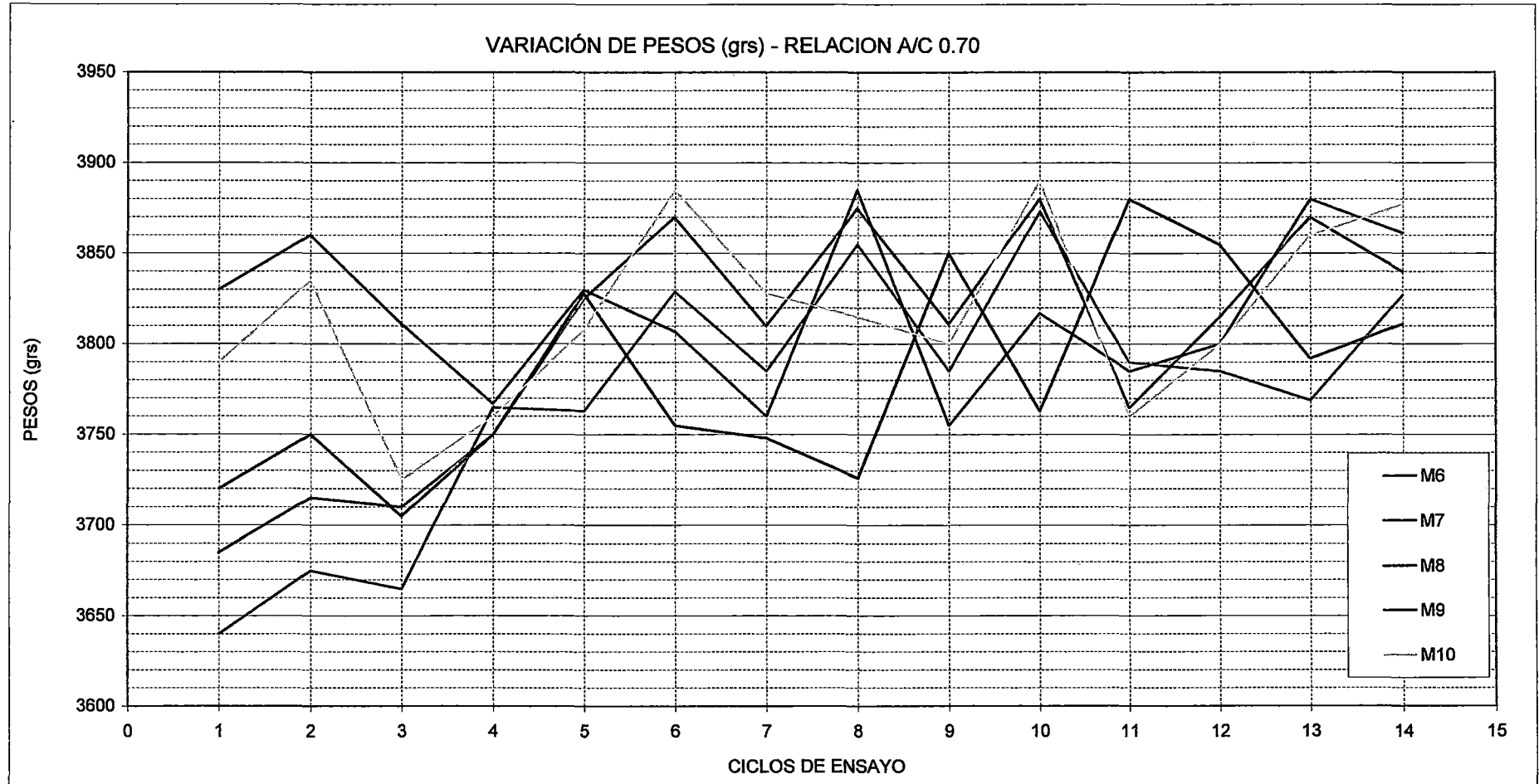


GRÁFICO N° 9.1.3.3

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

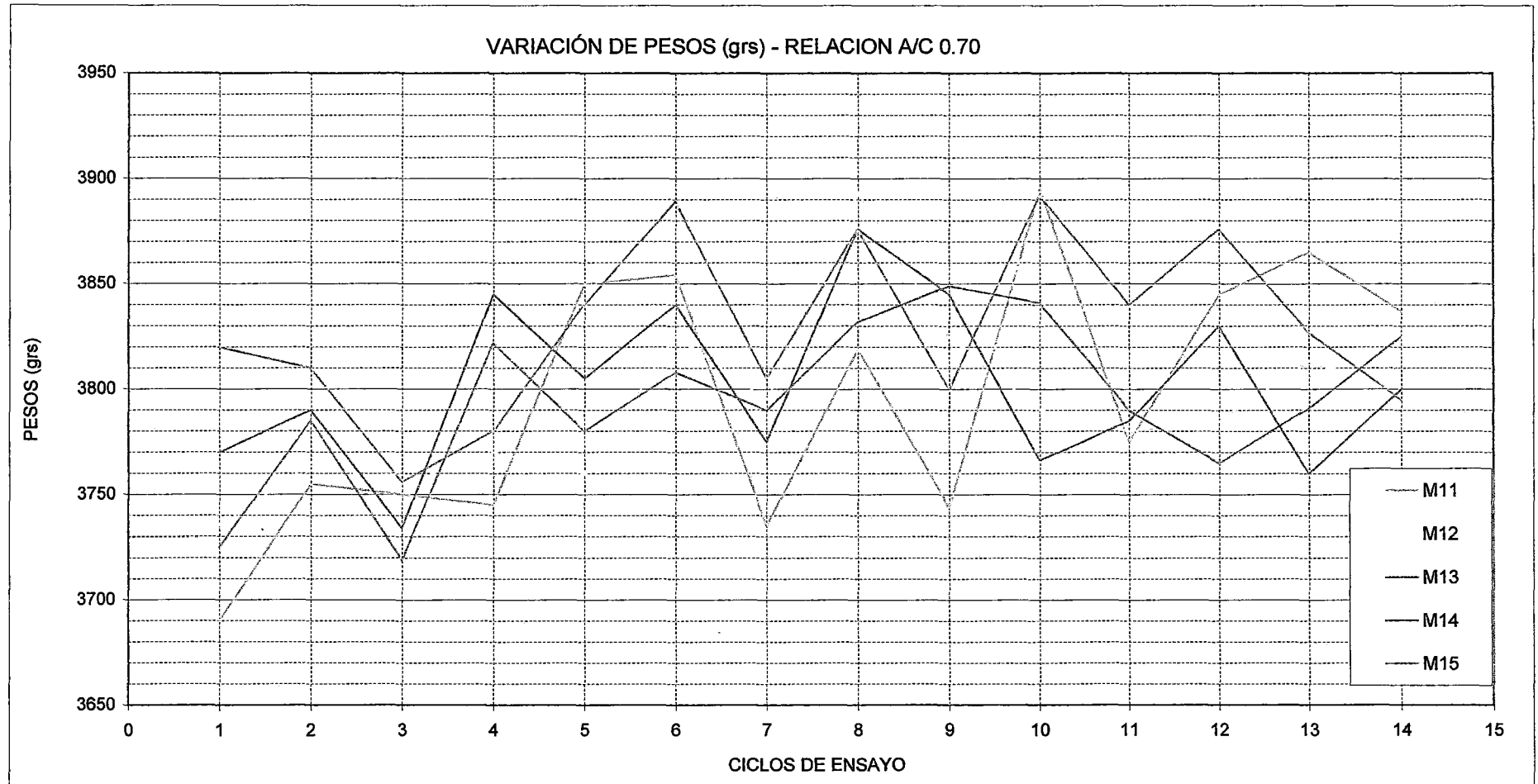


GRÁFICO N° 9.1.3.4

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

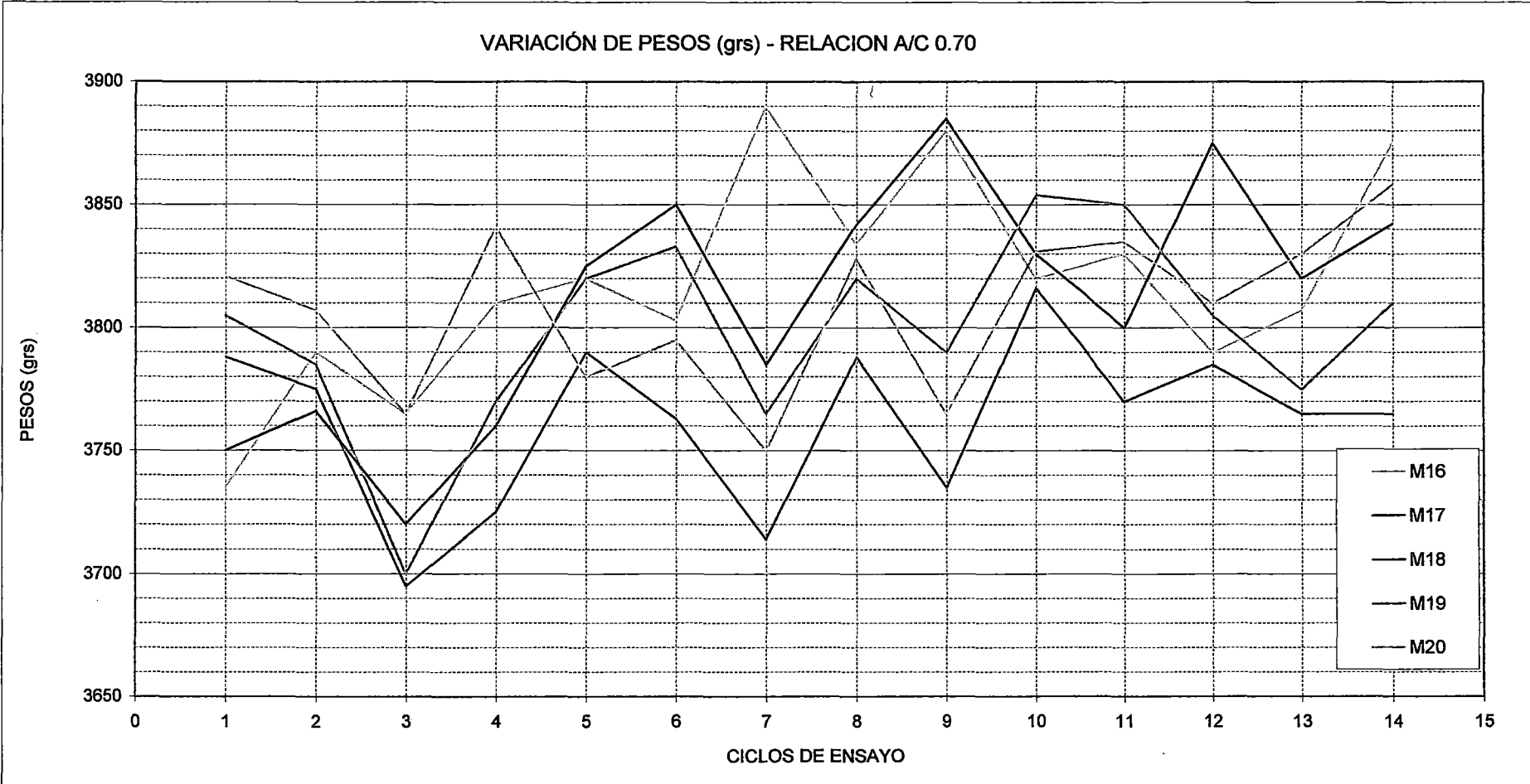


GRÁFICO N° 9.1.3.5

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

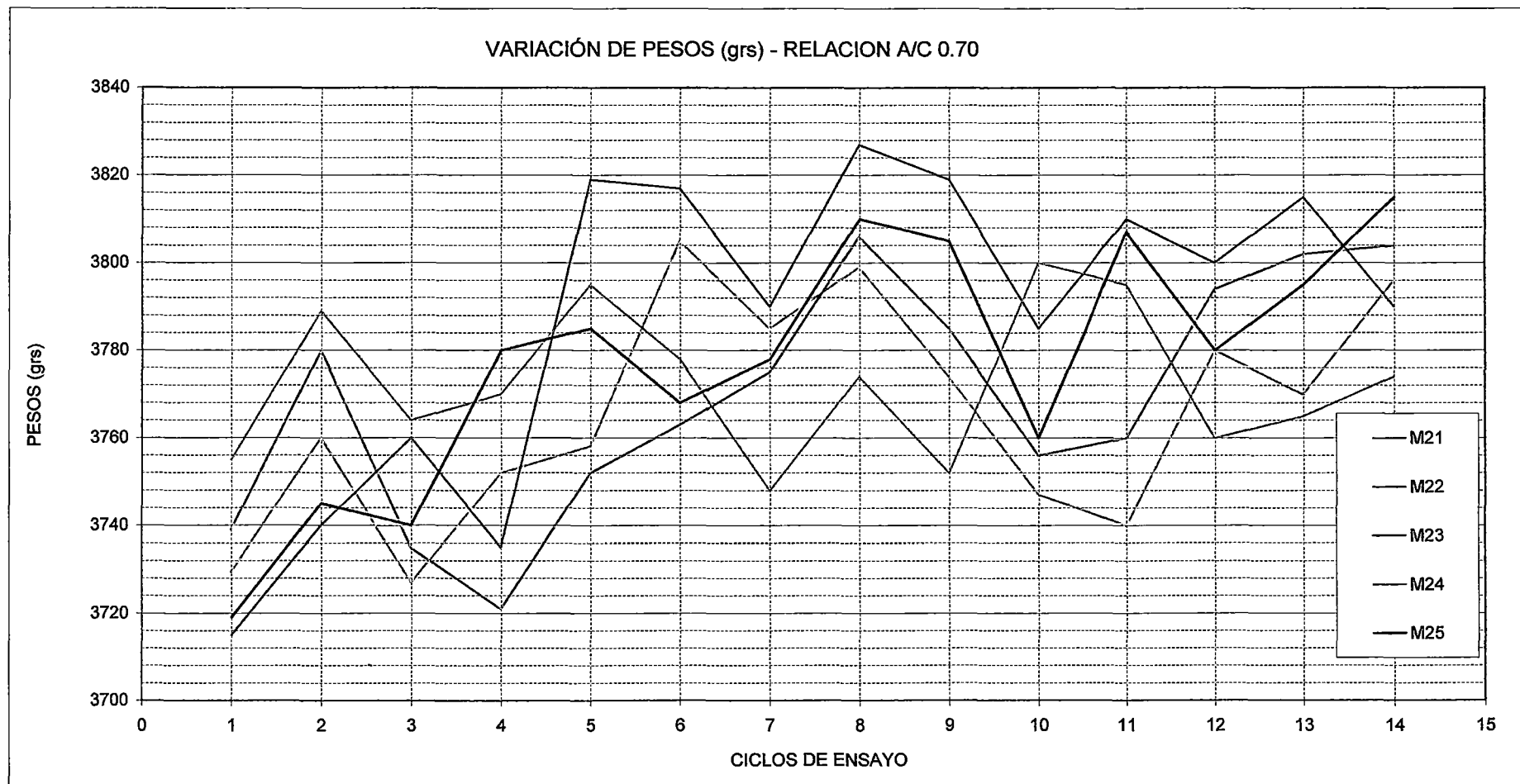
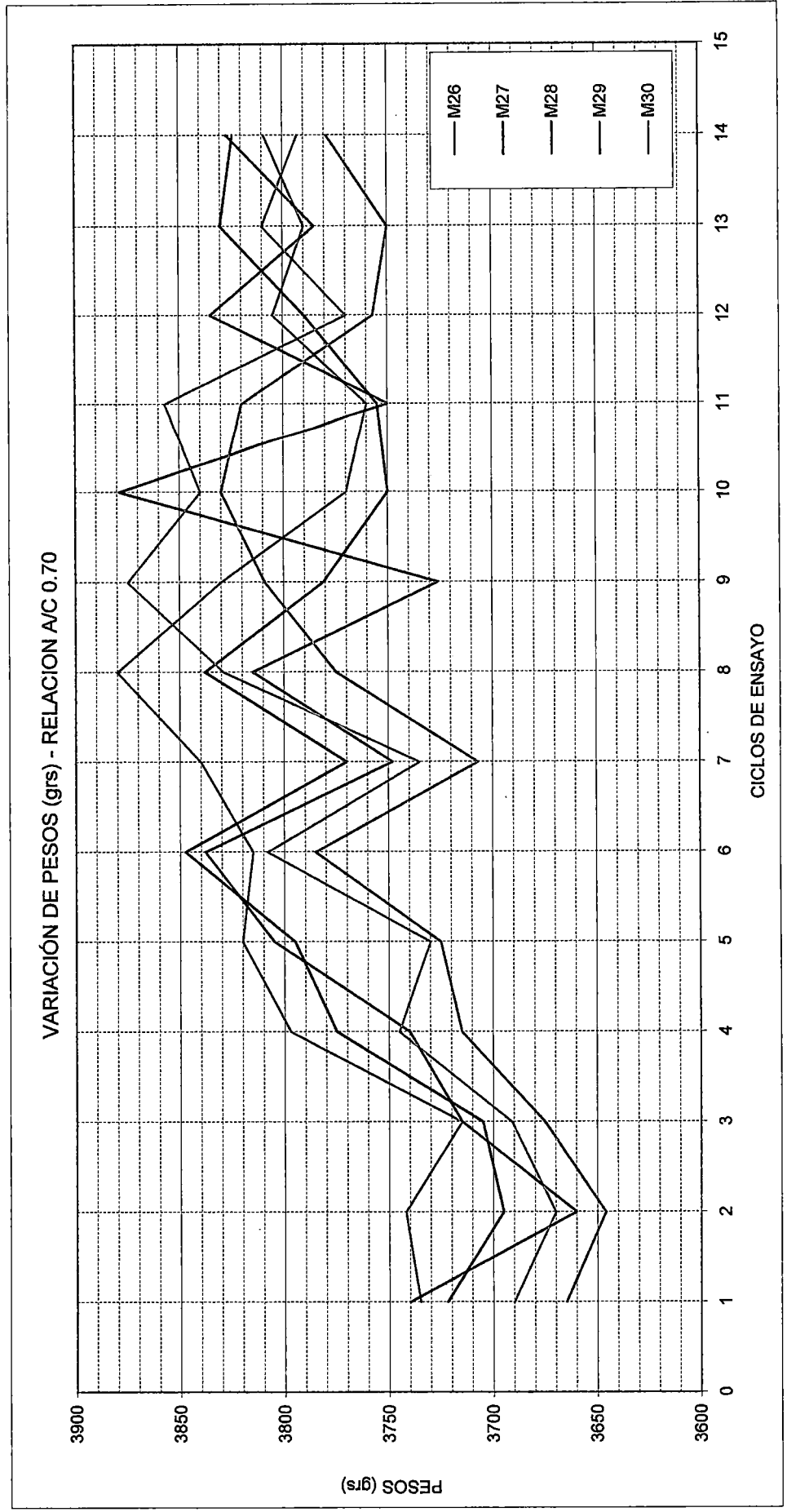


GRÁFICO N° 9.1.3.6

ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO



ENSAYO DE DURABILIDAD

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO RELACION a/c 0.70

GRAFICO 9.1.3.7	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.3.8	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.3.9	Pérdida de peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M1 al M3
GRAFICO 9.1.3.10	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.3.11	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.3.12	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M4 al M6
GRAFICO 9.1.3.13	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.3.14	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.3.15	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M7 al M9
GRAFICO 9.1.3.16	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.3.17	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.3.18	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M10 al M12
GRAFICO 9.1.3.19	Variación de peso vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15
GRAFICO 9.1.3.20	Peso acumulado (%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15
GRAFICO 9.1.3.21	Pérdida de peso acumulado(%) vs Ciclos de Ensayo Probeta M13 al M15

GRAFICO N° 9.1.3.7

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua	0.70

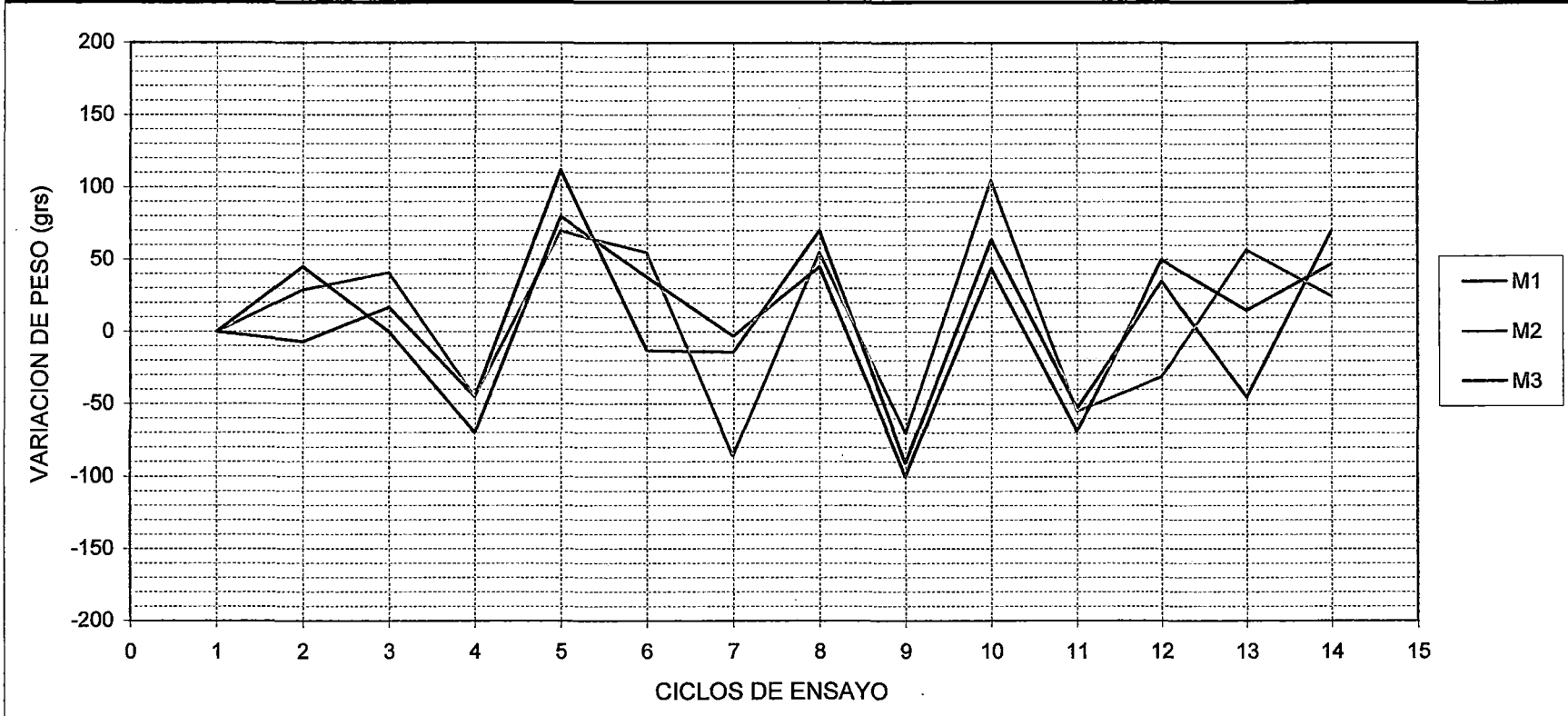


GRAFICO N° 9.1.3.8

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

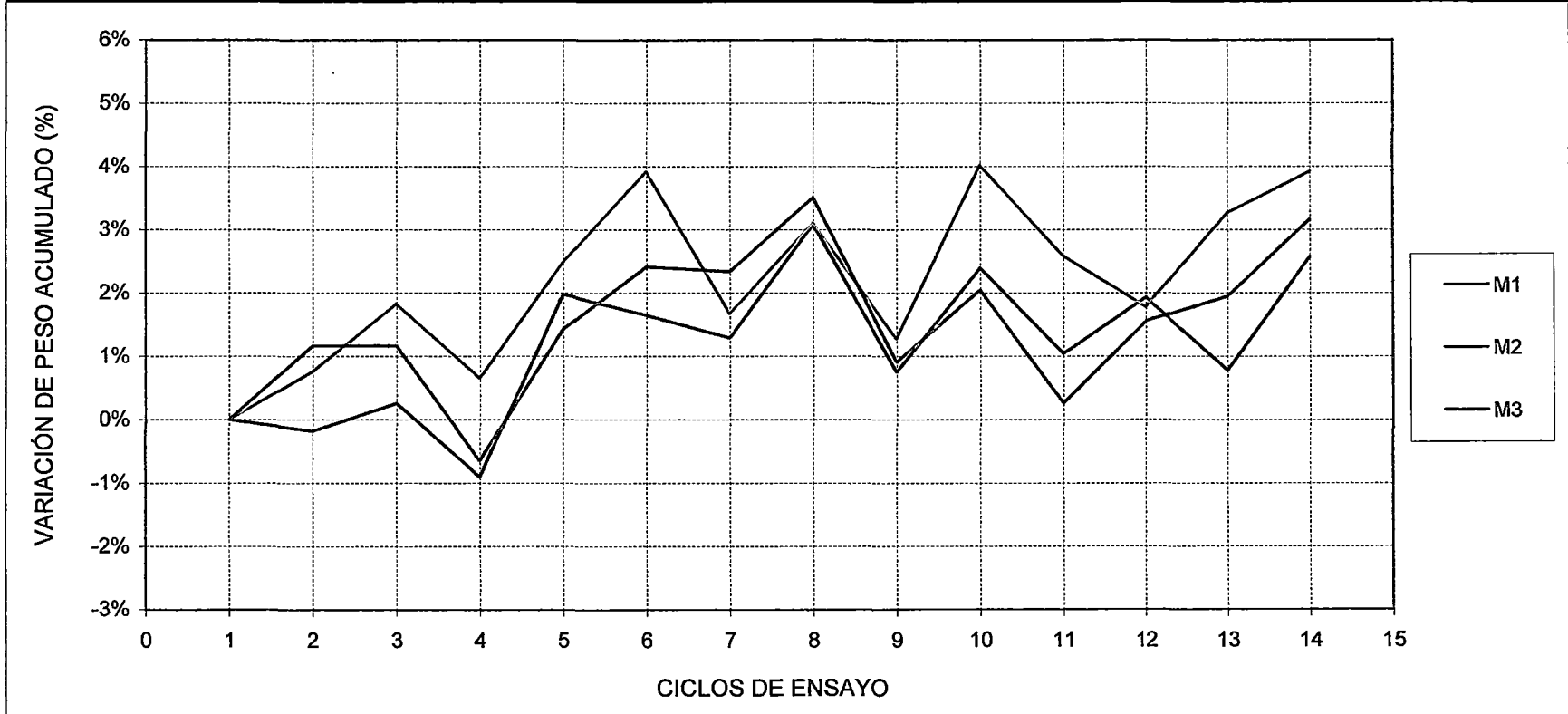


GRAFICO N° 9.1.3.9

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

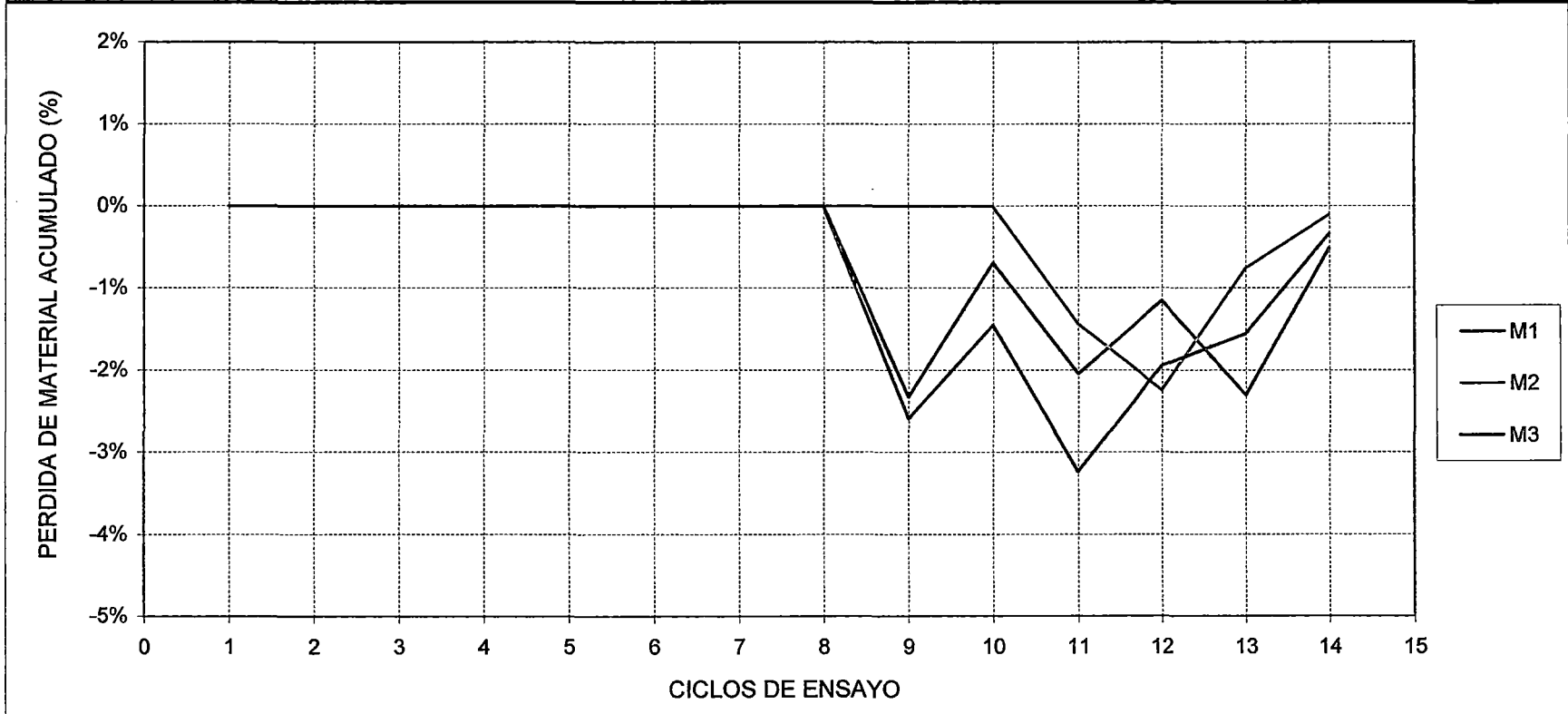


GRAFICO N° 9.1.3.10

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

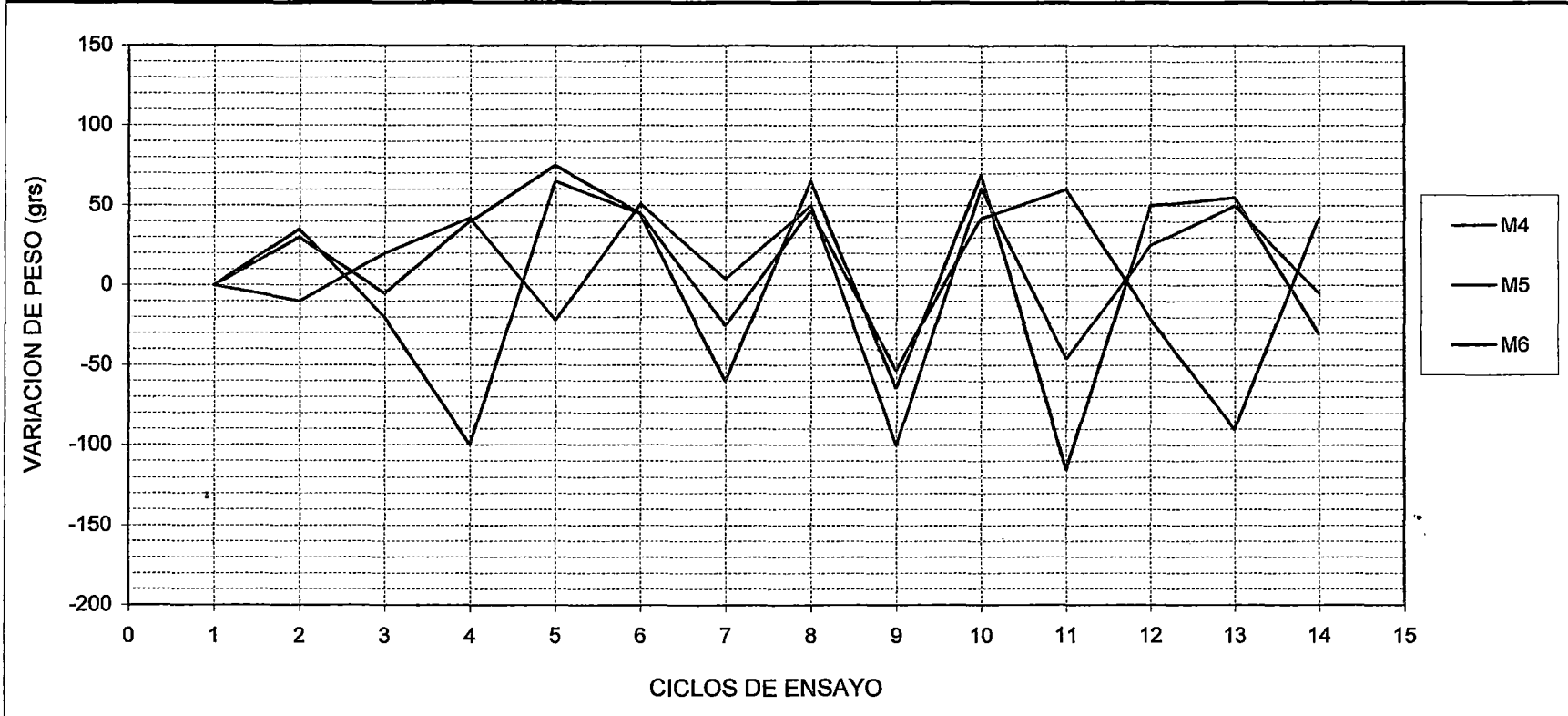


GRAFICO N° 9.1.3.11

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS 4x8"	
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	DOSIFICACION	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit		Agua 0.70

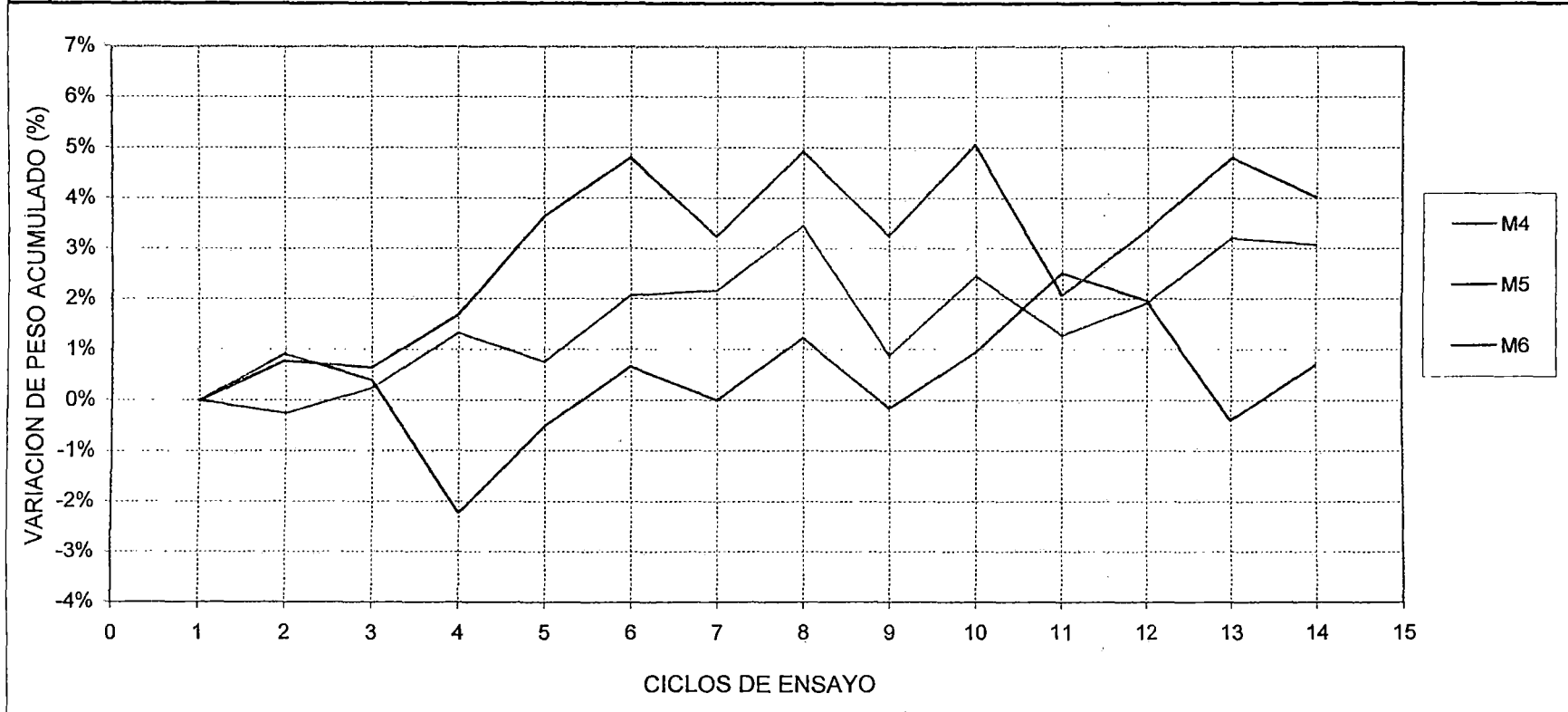


GRAFICO N° 9.1.3.11

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

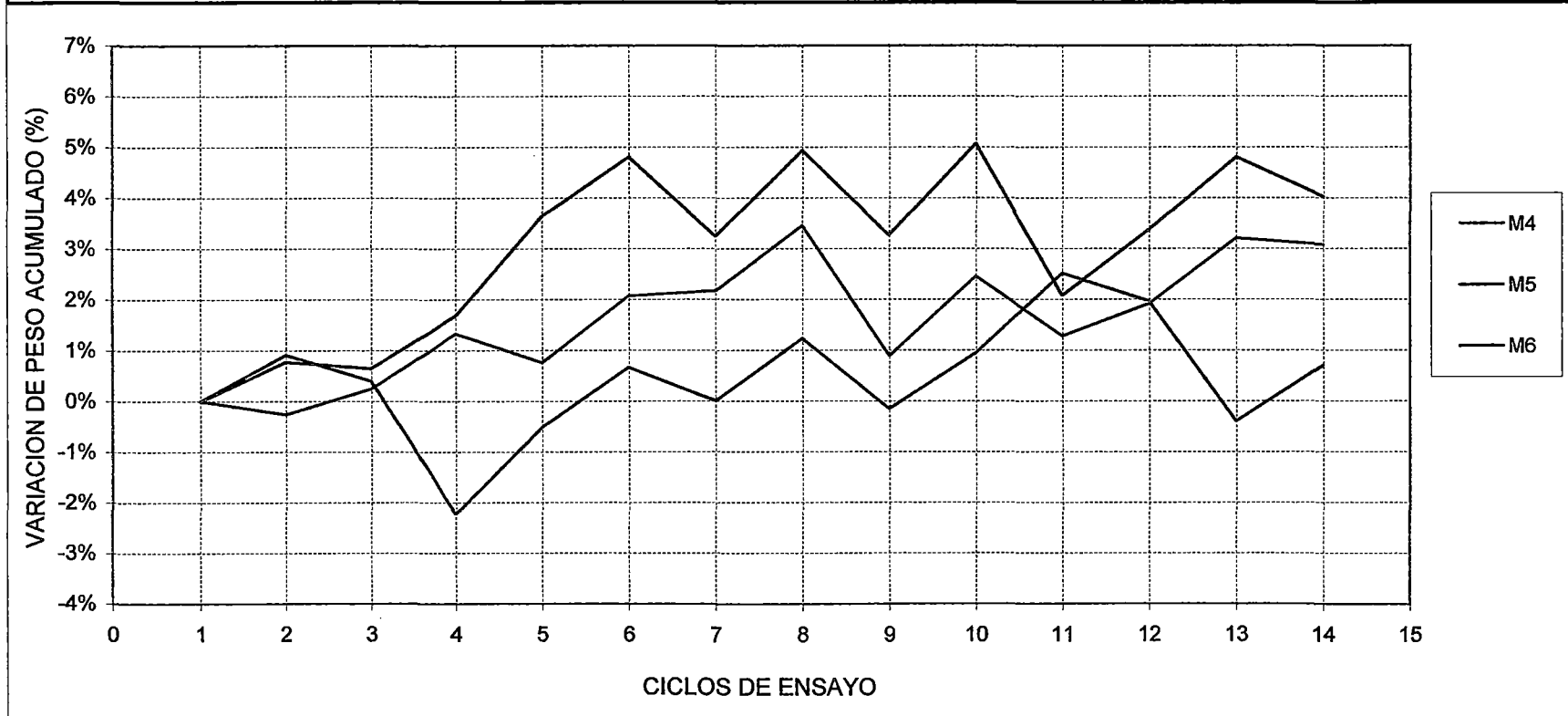


GRAFICO N° 9.1.3.12

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

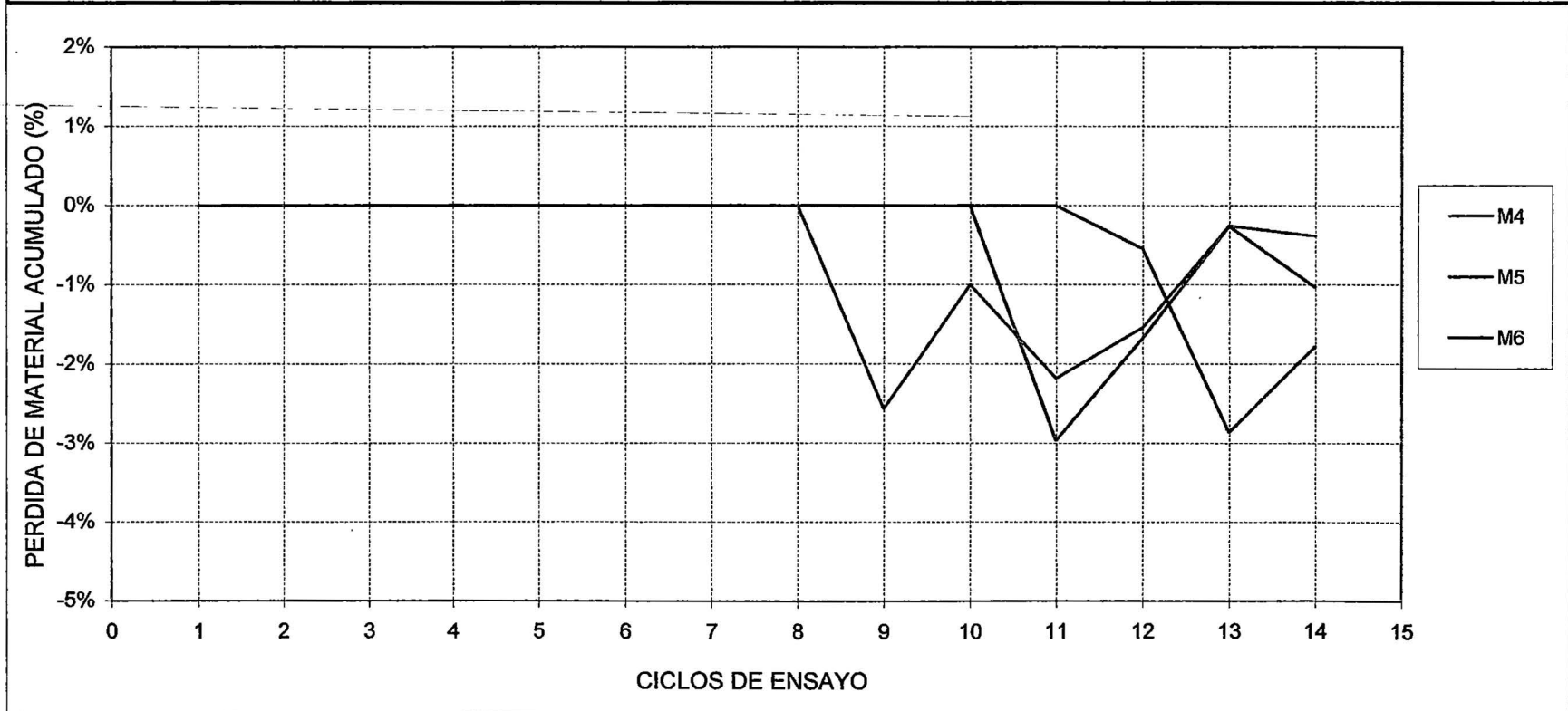


GRAFICO N° 9.1.3.13

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

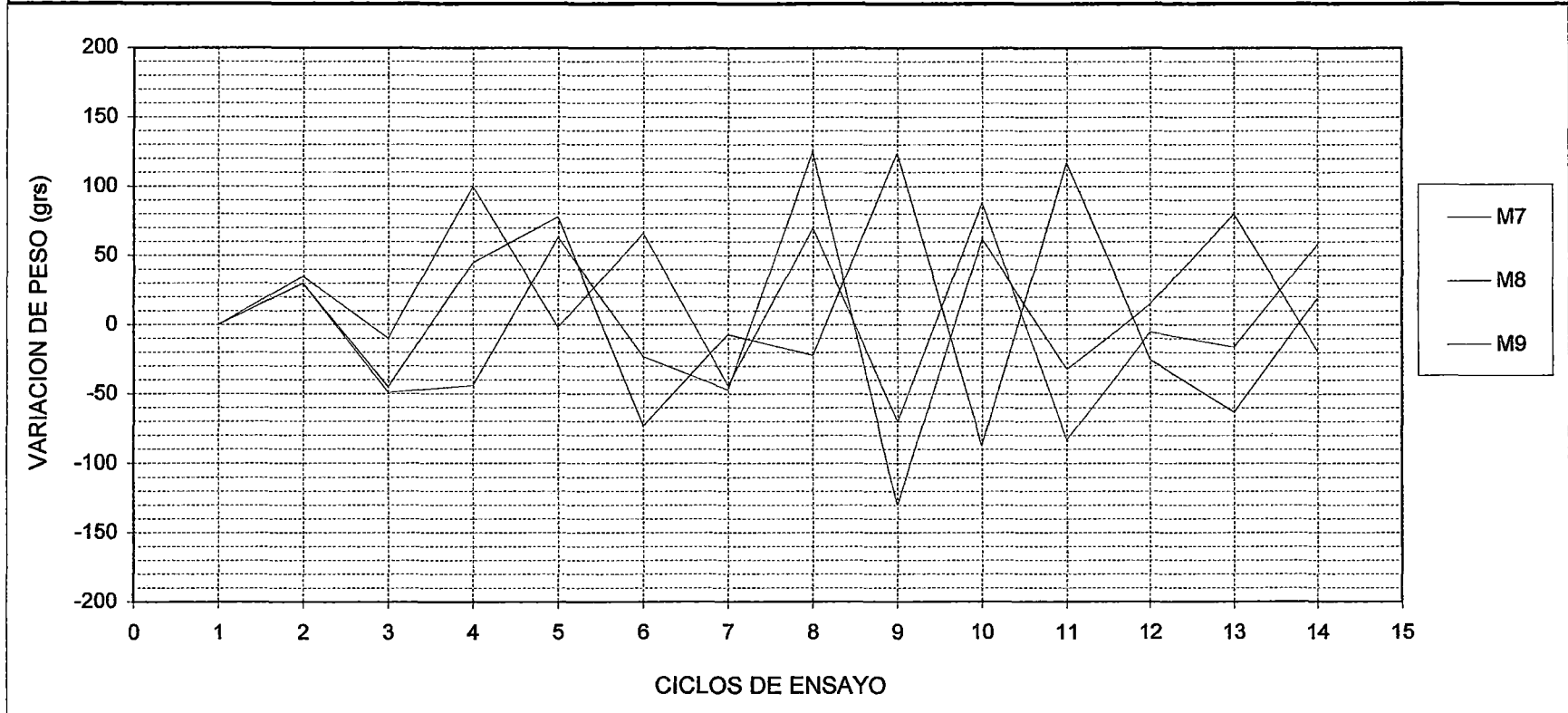


GRAFICO N° 9.1.3.14

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

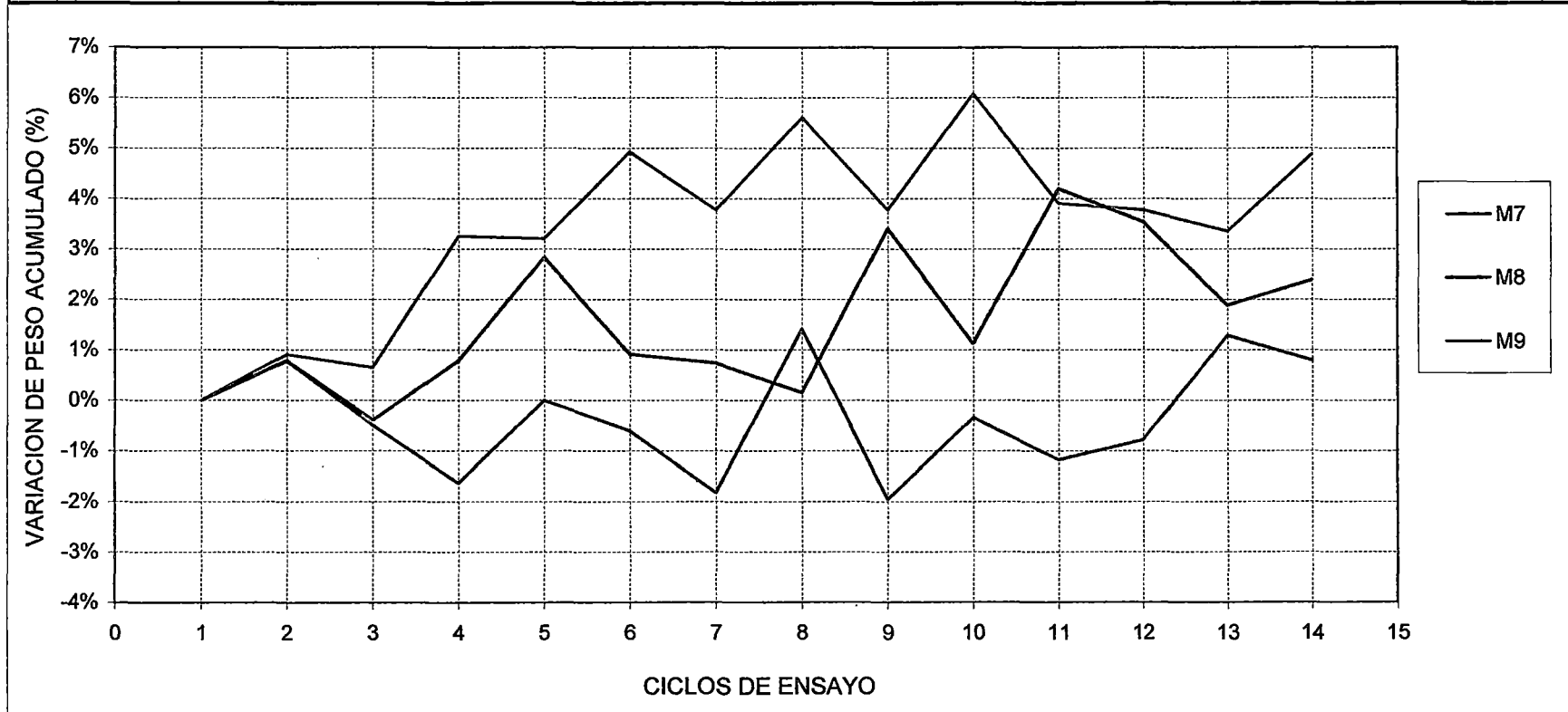


GRAFICO N° 9.1.3.15

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

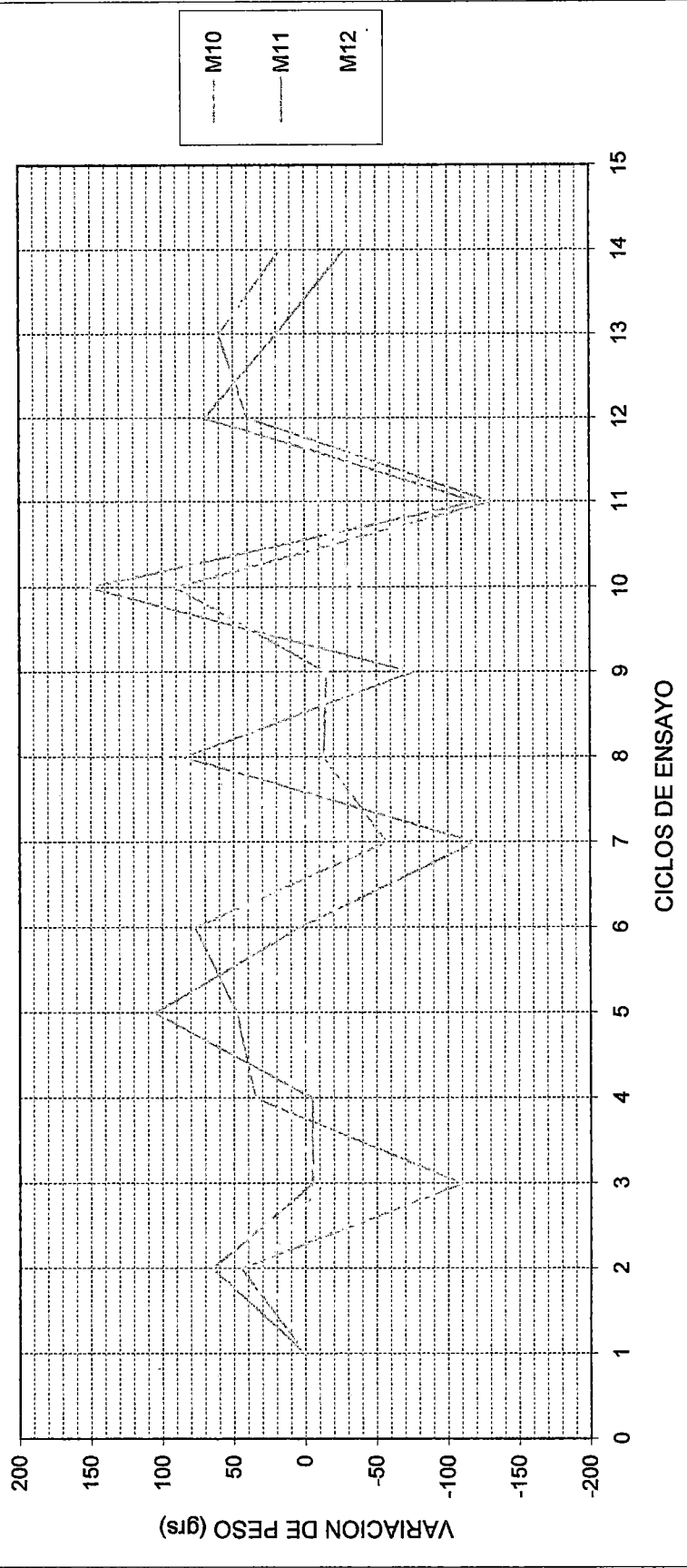
ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70



GRAFICO N° 9.1.3.16

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

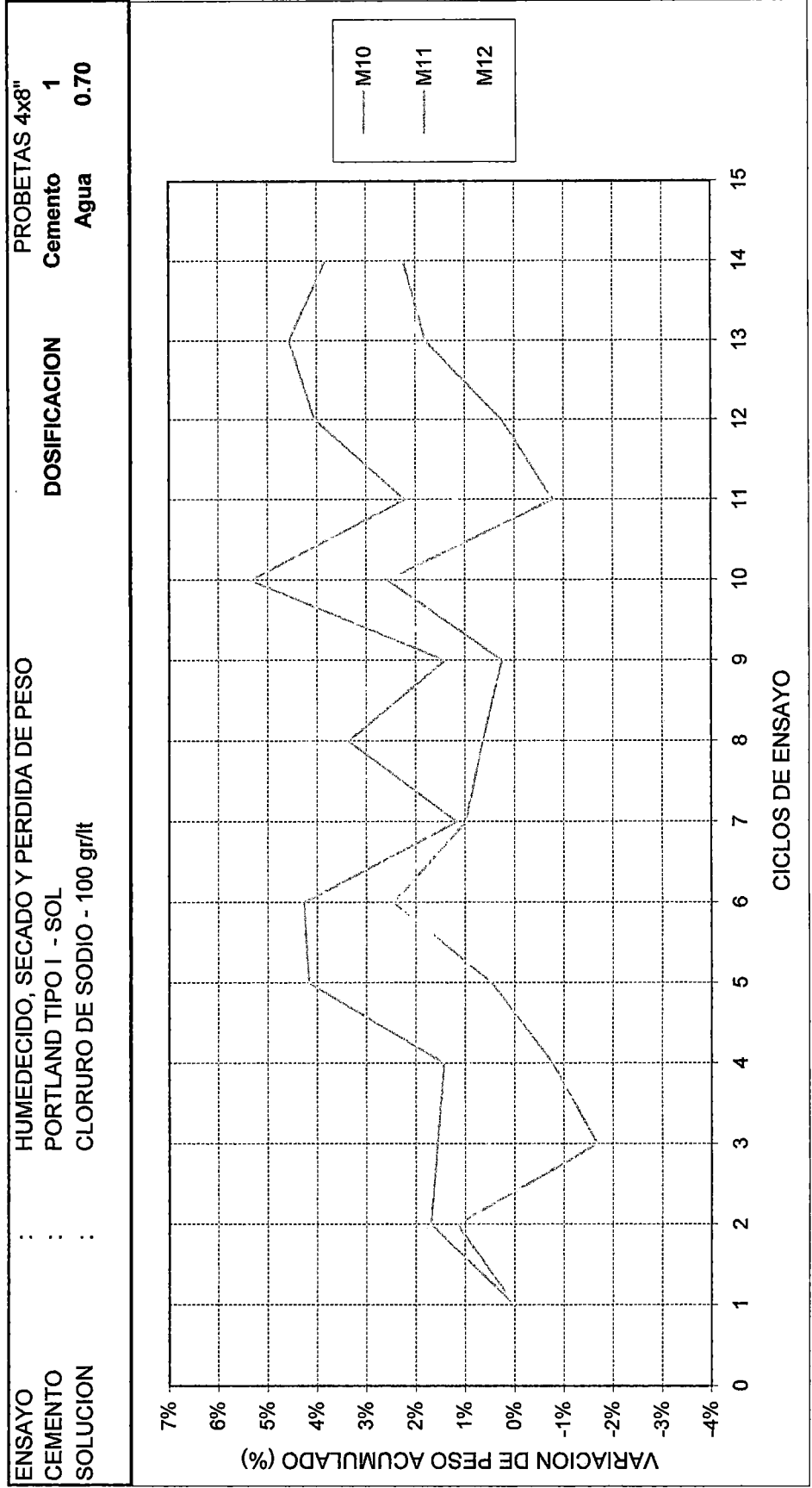
ENSAYO	: HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	: PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento
SOLUCION	: CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua
		1 0.70



Legenda: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

GRAFICO N° 9.1.3.17

VARIACION DE PESO ACUMULADO



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

GRAFICO N° 9.1.3.18

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

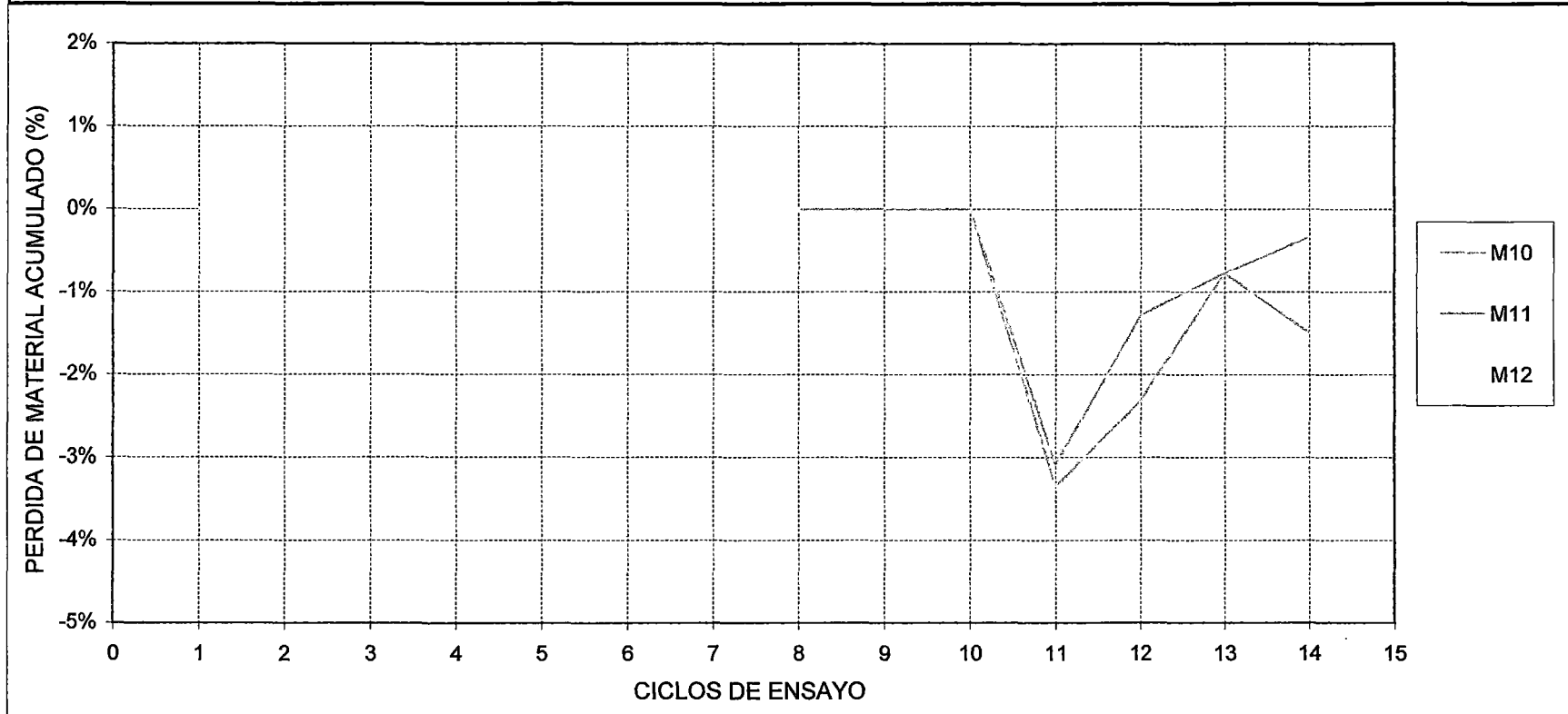


GRAFICO N° 9.1.3.19

VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

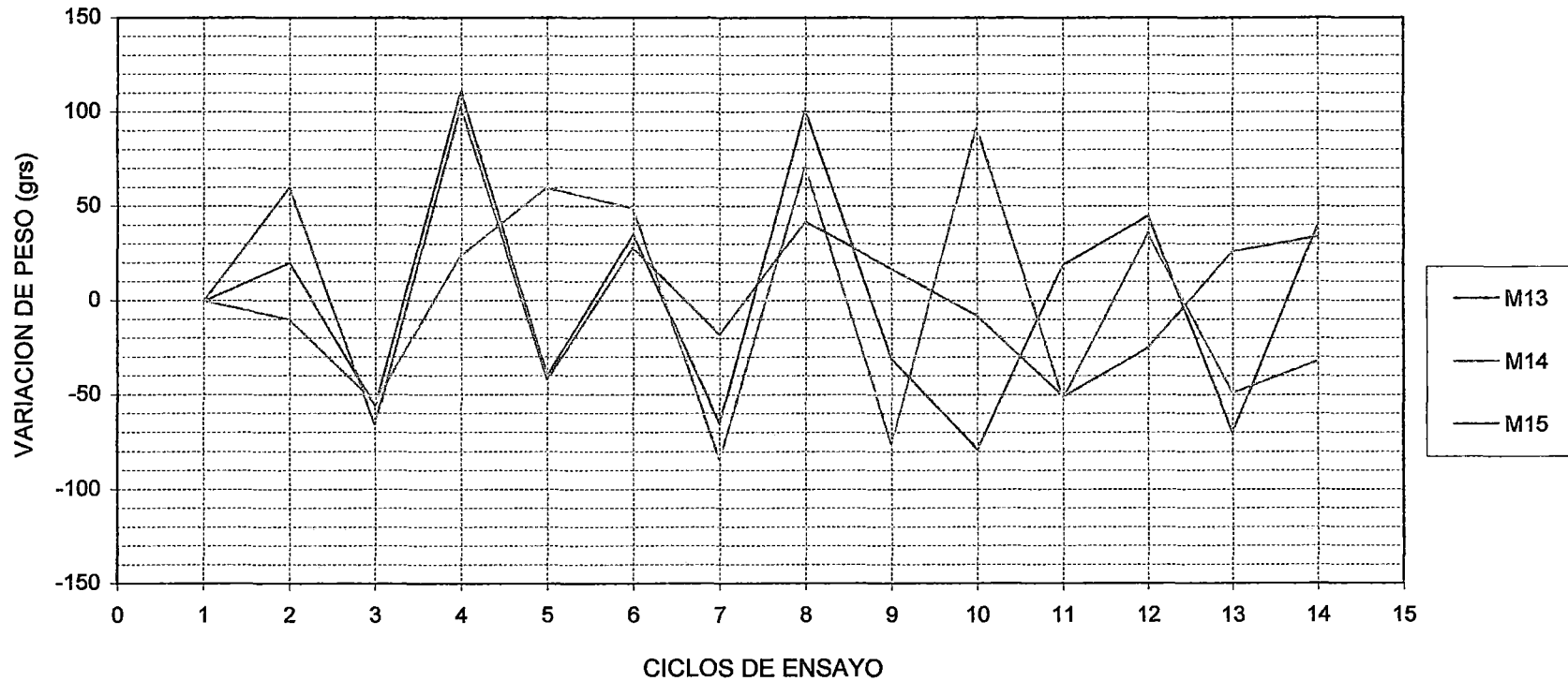


GRAFICO N° 9.1.3.20

VARIACION DE PESO ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	DOSIFICACION	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento	1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lt	Agua	0.70

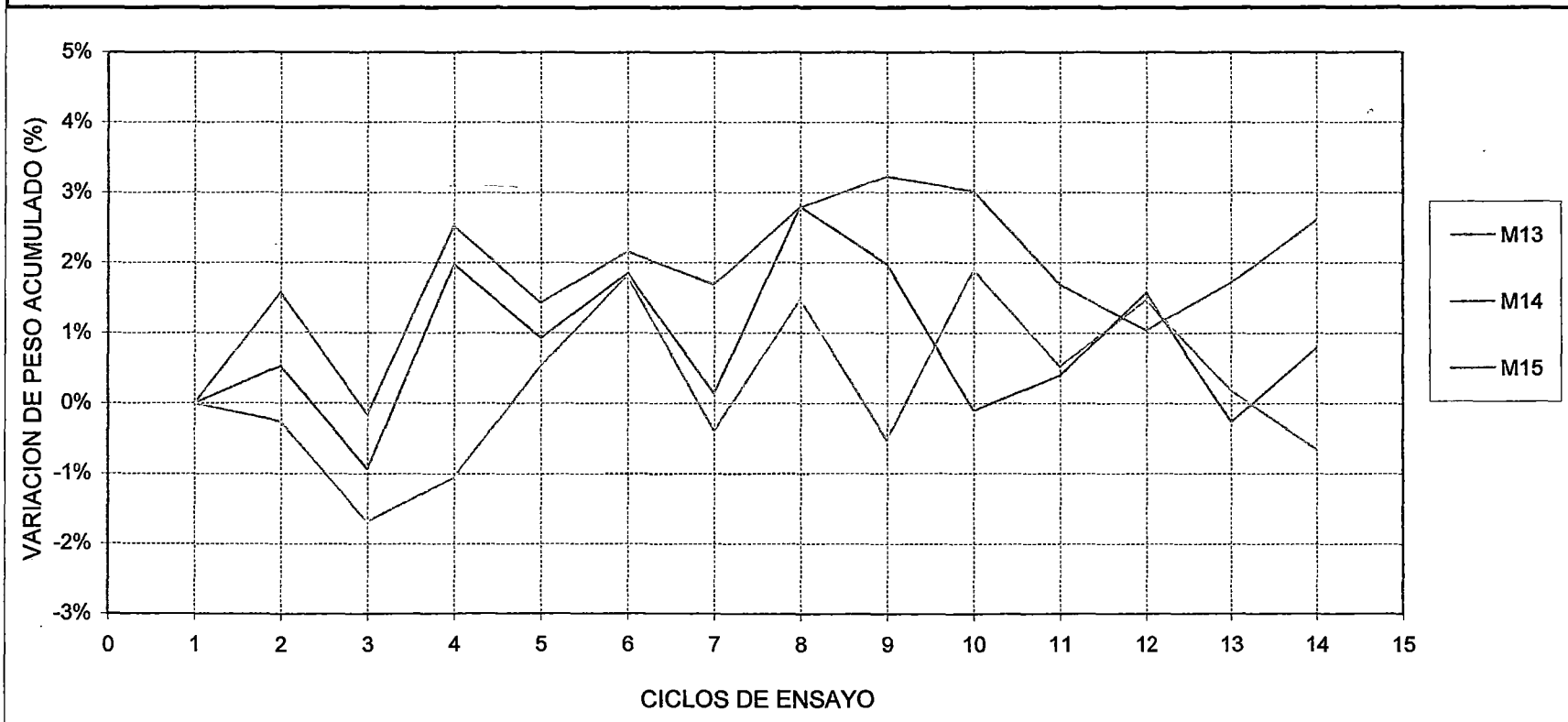
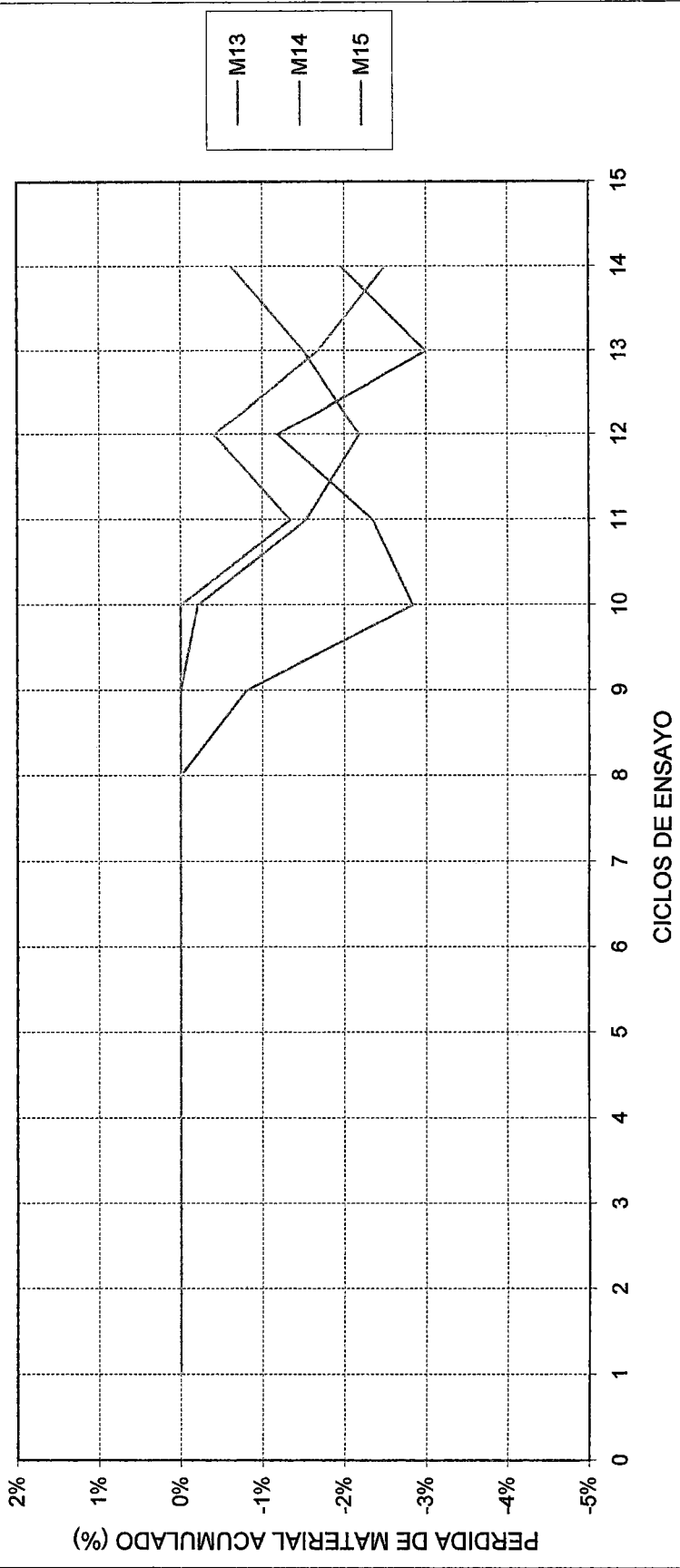


GRAFICO N° 9.1.3.21

PERDIDA DE MATERIAL ACUMULADO

ENSAYO	:	HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO	PROBETAS 4x8"
CEMENTO	:	PORTLAND TIPO I - SOL	Cemento 1
SOLUCION	:	CLORURO DE SODIO - 100 gr/lit	Agua 0.70



9.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO

CUADRO 9.2.1 **Resumen de resistencias a la compresión de probetas 4x8"**
Extrapolación de Resistencias a probetas de 6x12"

RESISTENCIA DE PROBETAS 4x8" INMERSAS EN SAL

EXTRAPOLACION DE RESISTENCIA A PROBETAS DE 6x12"

CUADRO N° 9.2.1

RELACION A/C	f_c (Kg/cm ²) Concreto Patrón (28 días) (A)	# DIAS DE INMERSION	f_c (Kg/cm ²) (B)	FACTOR A 28 días (C)	f_c (Kg/cm ²) (D)=(BxC)
0.60	353.19	30	370.39	1.053 (*)	390.02
		60	382.73		403.01
		90	420.74		443.04
		120	418.99		441.20
0.65	332.72	30	331.94	1.023 (*)	339.57
		60	379.52		388.25
		90	397.99		407.14
		120	388.46		397.39
0.70	305.05	30	323.93	1.005 (*)	325.55
		60	364.29		366.11
		90	346.66		348.39
		120	269.15		270.50

(*) El factor de relación obtenido se muestra en el CUADRO N° 9.2.7

Se aplica este factor a fin de extrapolar la Resistencia a la Compresión de Probetas de 4x8" a Probetas de 6x12"; puesto que los f_c (kg/cm²) correspondientes a la inmersión en Cloruro de Sodio obtenidos en el laboratorio fueron en probetas 4x8".

- (A) Probetas de 6x12"
- (B) Probetas de 4x8"
- (D) Resistencias de probetas 4x8" extrapoladas a resistencias de probetas 6x12"

Ver detalles de Calculo en el ANEXO B

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS DE 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO

CUADRO 9.2.2 Resistencia a la compresión de probetas 4x8",
Extrapoladas a resistencia de probetas de 6x12"
Relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70

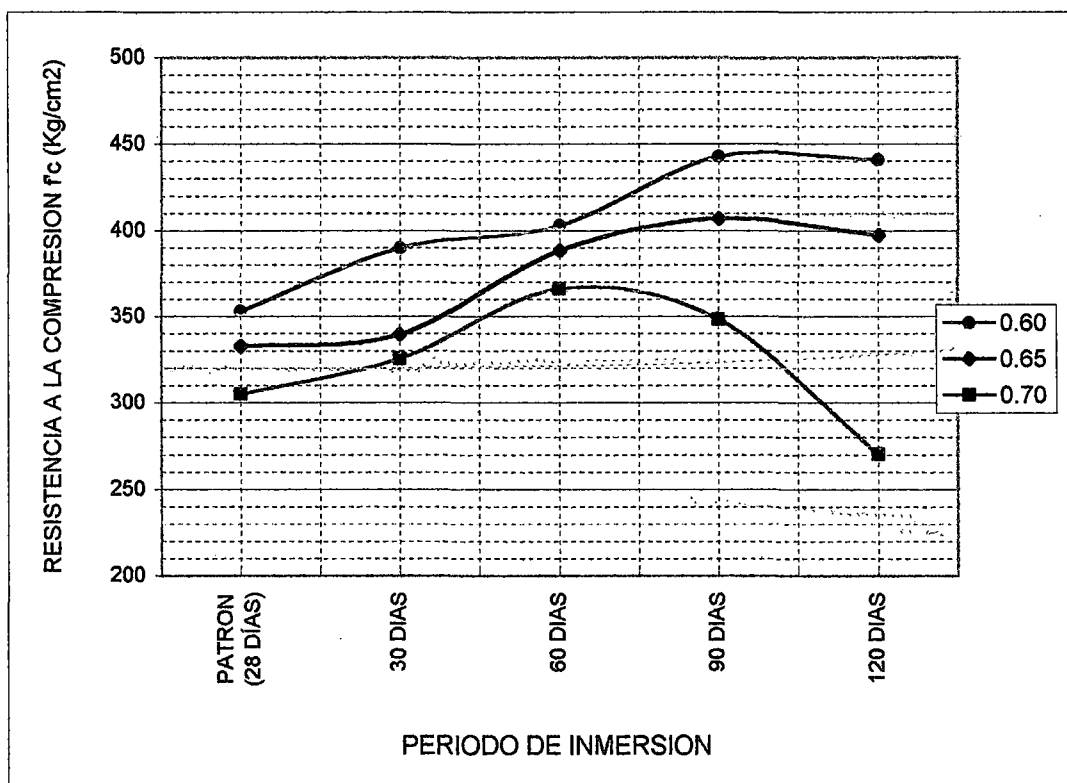
GRAFICO 9.2.1 Resistencia f_c (Kg/cm²) vs Días de Inmersión

RESISTENCIA DE CONCRETO INMERSO EN SOLUCION DE CLORURO DE SODIO 100gr/l

CUADRO N° 9.2.2

RELACION a/c	f _c (Kg/cm ²)				
	PATRON (28 DIAS)	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	120 DIAS
0.60	353.19	390.02	403.01	443.04	441.20
0.65	332.72	339.57	388.25	407.14	397.39
0.70	305.05	325.55	366.11	348.39	270.50

GRAFICO N° 9.2.1



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO

CUADRO 9.2.3 **Resumen del desarrollo porcentual de resistencias de probetas 4x8"**
Extrapolación de resistencias a probetas de 6x12"

**DESARROLLO PORCENTUAL DE RESISTENCIA DE PROBETAS 4X8"
INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

EXTRAPOLACION DE RESISTENCIA A PROBETAS DE 6x12"

CUADRO N° 9.2.3

RELACION a/c	f _c (Kg/cm ²) Concreto Patrón (28 días) (A)	# DIAS DE INMERSION	f _c (Kg/cm ²) (B)	FACTOR A 28 días (C)	f _c (Kg/cm ²) (D)=(BxC)	Desarrollo porcentual de (D) respecto (A)
0.60	353.19	30	370.39	1.053 (*)	390.02	110.43%
		60	382.73		403.01	114.11%
		90	420.74		443.04	125.44%
		120	418.99		441.20	124.92%
0.65	332.72	30	331.94	1.023 (*)	339.57	102.06%
		60	379.52		388.25	116.69%
		90	397.99		407.14	122.37%
		120	388.46		397.39	119.44%
0.70	305.05	30	323.93	1.005 (*)	325.55	106.72%
		60	364.29		366.11	120.02%
		90	346.66		348.39	114.21%
		120	269.15		270.50	88.67%

(*) El factor de relación obtenido se muestra en el CUADRO N° 9.2.7

Se aplica este factor a fin de extrapolar la Resistencia a la Compresión de Probetas de 4x8" a Probetas de 6x12"; puesto que los f_c(kg/cm²) correspondientes a la inmersión en Cloruro de Sodio obtenidos en el laboratorio son para probetas 4x8".

- (A) Probetas de 6x12"
- (B) Probetas de 4x8"
- (D) Resistencias de probetas 4x8" extrapoladas a resistencias de probetas 6x12"

Ver detalles de Calculo en el ANEXO B

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO

- CUADRO 9.2.4 Desarrollo porcentual de resistencia de probetas 4x8",
extrapoladas a resistencia de probetas 6x12"
Relación a/c 0.60
- CUADRO 9.2.5 Desarrollo porcentual de resistencia de probetas 4x8",
extrapoladas a resistencia de probetas 6x12"
Relación a/c 0.65
- CUADRO 9.2.6 Desarrollo porcentual de resistencia de probetas 4x8",
extrapoladas a resistencia de probetas 6x12"
Relación a/c 0.70
- GRAFICO 9.2.2 Desarrollo porcentual de resistencia vs Días de Inmersión
Relación a/c 0.60
- GRAFICO 9.2.3 Desarrollo porcentual de resistencia vs Días de Inmersión
Relación a/c 0.65
- GRAFICO 9.2.4 Desarrollo porcentual de resistencia vs Días de Inmersión
Relación a/c 0.70

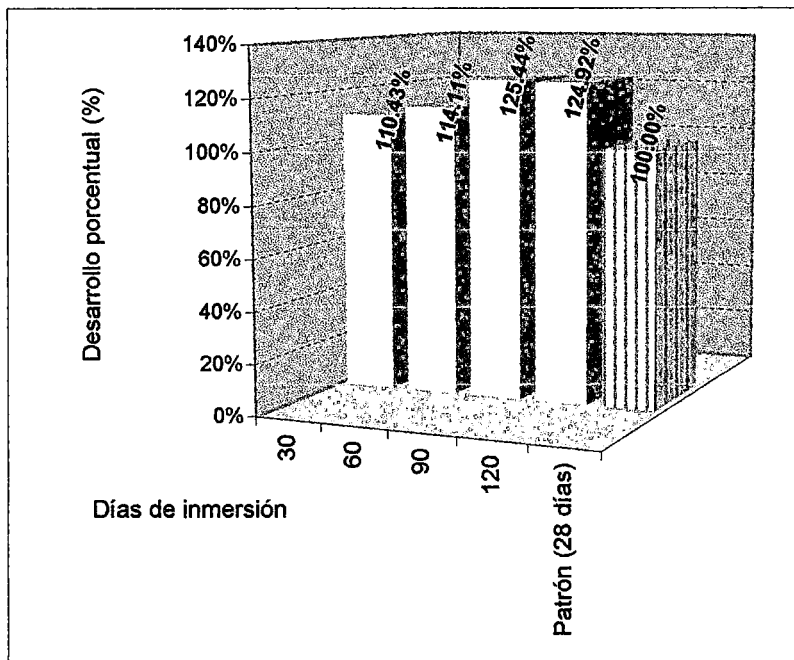
DESARROLLO PORCENTUAL DE RESISTENCIA DE PROBETAS 4x8"
INMERSAS EN CLORURO DE SODIO
EXTRAPOLADAS A PROBETAS DE 6x12"

RELACION a/c 0.60

CUADRO N° 9.2.4

DÍAS DE INMERSION	Desarrollo porcentual
30	110.43%
60	114.11%
90	125.44%
120	124.92%
Patrón (28 días)	100.00%

GRAFICO N° 9.2.2



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

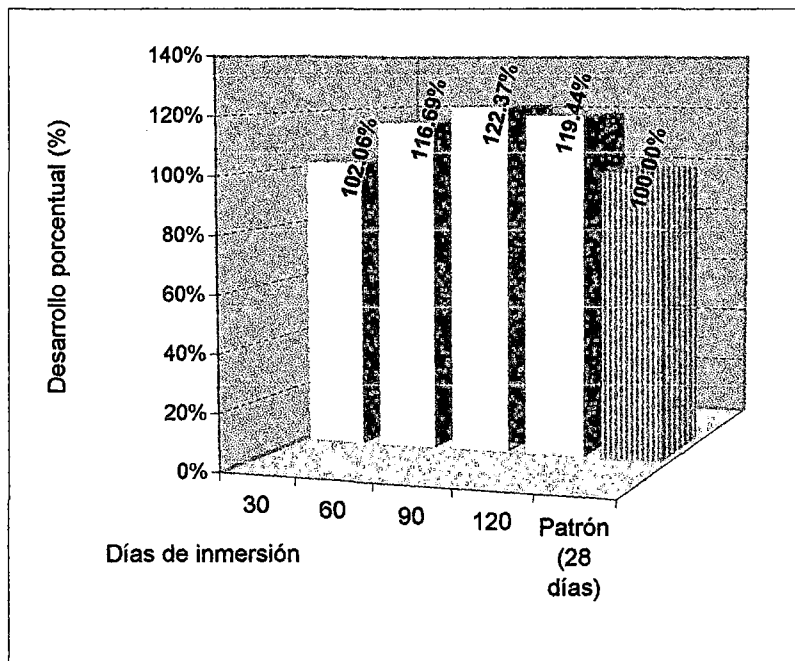
DESARROLLO PORCENTUAL DE RESISTENCIA DE PROBETAS 4x8"
INMERSAS EN CLORURO DE SODIO
EXTRAPOLADAS A PROBETAS DE 6x12"

RELACION a/c 0.65

CUADRO N° 9.2.5

DÍAS DE INMERSION	Desarrollo porcentual
30	102.06%
60	116.69%
90	122.37%
120	119.44%
Patrón (28 días)	100.00%

GRAFICO N° 9.2.3



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

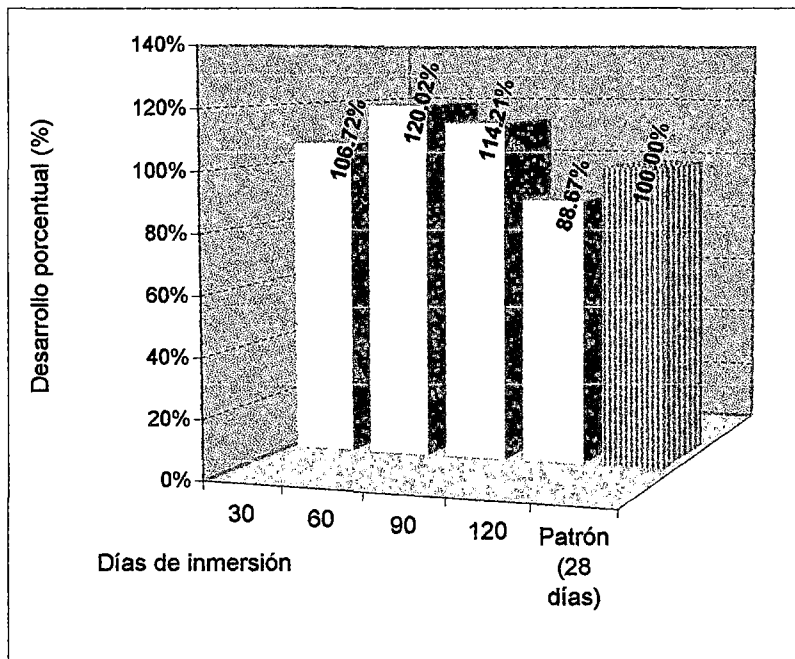
DESARROLLO PORCENTUAL DE RESISTENCIA DE PROBETAS 4x8"
INMERSAS EN CLORURO DE SODIO
EXTRAPOLADAS A PROBETAS DE 6x12"

RELACION a/c 0.70

CUADRO N° 9.2.6

DÍAS DE INMERSION	Desarrollo porcentual
30	106.72%
60	120.02%
90	114.21%
120	88.67%
Patrón (28 días)	100.00%

GRAFICO N° 9.2.4



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

FACTORES DE RELACIÓN ENTRE PROBETAS 4x8" Y PROBETAS DEL CONCRETO PATRON 6x12" (AMBAS PROBETAS A 28 DÍAS)

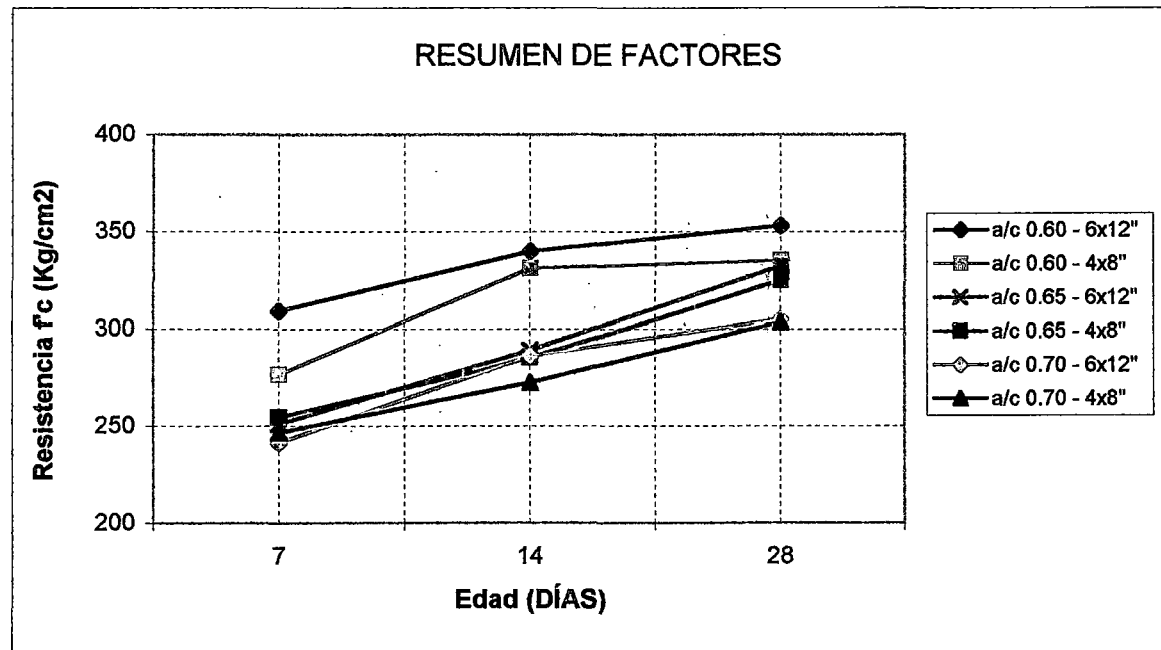
CUADRO 9.2.7	Resumen de factores de relación de Resistencia a la compresión
CUADRO 9.2.8	Factor de relación de resistencia $f_c(\text{Kg}/\text{cm}^2)$ Relación a/c 0.60
CUADRO 9.2.9	Factor de relación de resistencia $f_c(\text{Kg}/\text{cm}^2)$ Relación a/c 0.65
CUADRO 9.2.10	Factor de relación de resistencia $f_c(\text{Kg}/\text{cm}^2)$ Relación a/c 0.70
GRAFICO 9.2.5	Resumen de factores de relación
GRAFICO 9.2.6	Resistencia de Probetas 6x12" y 4x8" vs Días de Curado Relación a/c 0.60
GRAFICO 9.2.7	Resistencia de Probetas 6x12" y 4x8" vs Días de Curado Relación a/c 0.65
GRAFICO 9.2.8	Resistencia de Probetas 6x12" y 4x8" vs Días de Curado Relación a/c 0.70

CUADRO N° 9.2.7

FACTOR DE RELACION DE f_c (Kg/cm²) ENTRE PROBETAS DE 6x12" y 4x8"

EDAD	a/c 0.60			a/c 0.65			a/c 0.70		
	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION
7	309.18	276.82	1.117	251.07	254.64	0.986	241.54	246.77	0.979
14	340.05	331.13	1.027	289.10	285.49	1.013	286.43	272.75	1.050
28	353.19	335.35	1.053	332.72	325.29	1.023	305.05	303.66	1.005

GRÁFICO N° 9.2.5

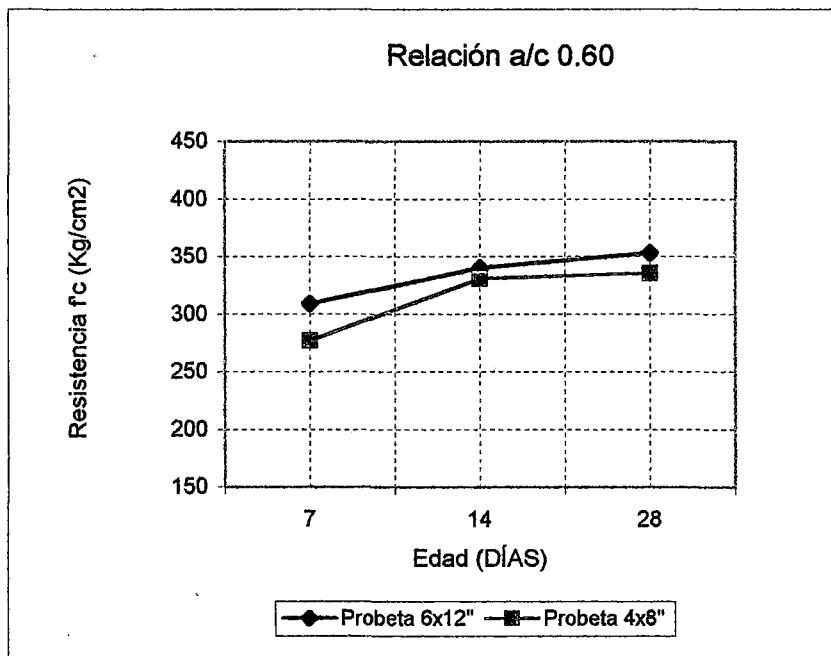


**FACTOR DE RELACION DE RESISTENCIA f_c (Kg/cm²)
PROBETAS DE 6x12" y 4x8"**

CUADRO N° 9.2.8

EDAD (días)	a/c 0.60		
	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION
7	309.18	276.82	1.117
14	340.05	331.13	1.027
28	353.19	335.35	1.053

GRAFICO N° 9.2.6

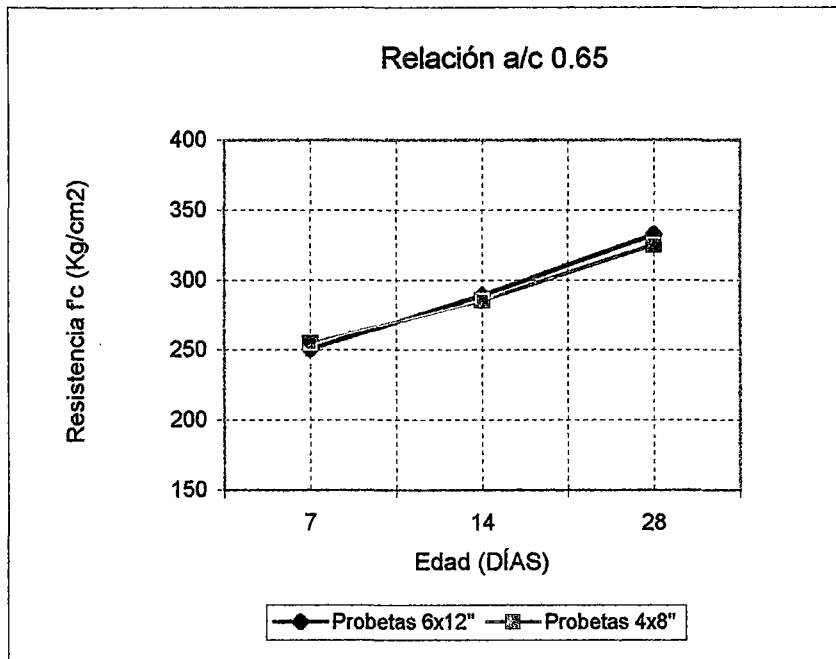


**FACTOR DE RELACION DE RESISTENCIA f_c (Kg/cm²)
PROBETAS DE 6x12" y 4x8"**

CUADRO N° 9.2.9

EDAD (días)	a/c 0.65		
	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION
7	251.07	254.64	0.986
14	289.10	285.49	1.013
28	332.72	325.29	1.023

GRAFICO N° 9.2.7

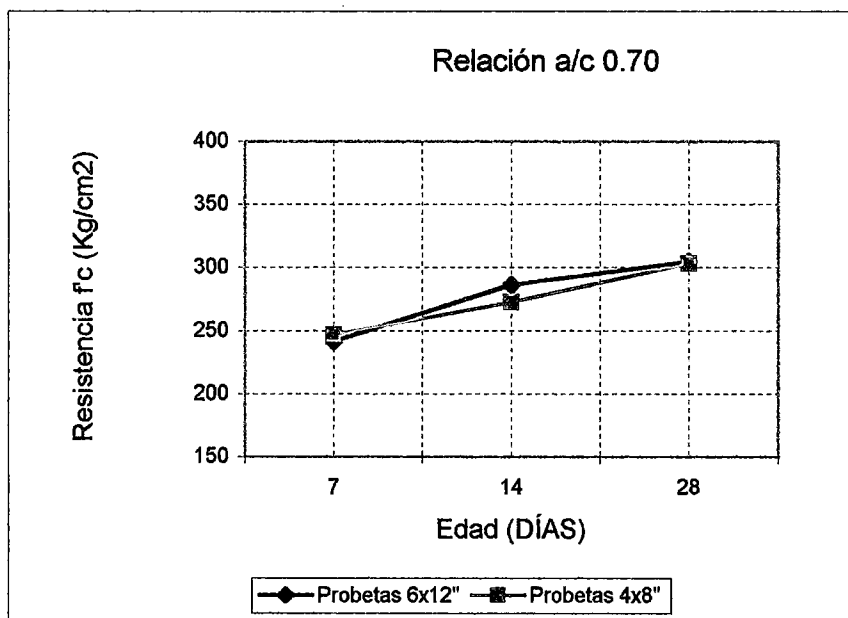


FACTOR DE RELACION DE RESISTENCIA f_c (Kg/cm²)
PROBETAS DE 6x12" y 4x8"

CUADRO N° 9.2.10

EDAD (días)	a/c 0.70		
	6x12"	4x8"	FACTOR RELACION
7	241.54	246.77	0.979
14	286.43	272.75	1.050
28	305.05	303.66	1.005

GRAFICO N° 9.2.8



CAPITULO 10

ANALISIS DE RESULTADOS

10.1 GENERALIDADES

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el grado de corrosión en los concretos de mediana a baja resistencia con cemento Portland Tipo I – Sol por acción del Cloruro de Sodio en solución 100gr/lt.

Para tal efecto se elaboró probetas de concreto de 4x8" para la relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70, con un porcentaje optimo de arena y piedra de 48 y 52% respectivamente. Dichas probetas serán sometidas a ensayos de corrosión acelerada; llámese ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de Peso, y ensayo de Resistencia a la Compresión.

Los ensayos de la presente tesis de investigación se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de la empresa concretera UNICON S.A., ubicadas en la planta Ancieta y San Juan.

Los materiales (agregado grueso, fino y cemento) y equipos para la elaboración de los diseños de mezclas fueron donados y suministrados por la empresa concretera UNICON S.A.

Con relación al estudio de las características de los agregados de acuerdo a la Norma ITINTEC (400.037), tenemos:

- **Características Físicas**

Los agregados fino (arena) y grueso (piedra) tienen valores de peso específico de 2.58 y 2.67 respectivamente.

La granulometría de la piedra cumple con el Huso N° 67 de la Norma ASTM C-33 y su modulo de finura fue de 6.79.

La granulometría de la arena cumple con los Limites C de la Norma ASTM C-33 y su modulo de finura fue de 2.91.

- **Sustancias perjudiciales**

El contenido del material que pasa la malla N° 200 de la arena (2.06%), es menor que el máximo permisible de la Norma de 5.0%.

Se realizaron los diseños de mezclas para la relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70 con un asentamiento de 3" a 4".

En el diseño de mezclas se empleo el método del Agregado Global, el cual consiste en determinar la optima relación porcentual entre el agregado fino y grueso; este método a su vez se vale de dos métodos para determinar dicha relación, llámese método de la "Compacidad" y el método de la resistencia máxima. El porcentaje optimo resulto en 48% de arena y 52% de piedra.

Las propiedades del concreto al estado endurecido (Resistencia a la Compresión, Módulo de Elasticidad Estático e Inmersión en solución de Cloruro de Sodio) y al estado fresco (Asentamiento, Fluidéz, Contenido de aire, Exudación, Peso Unitario y, Tiempo de Fragua) para la relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70 fueron determinadas mediante probetas de concreto de 6x12".

En la resistencia a la compresión del concreto patrón se obtuvo:

$$\begin{aligned}f_c (a/c 0.60)_{28 \text{ días}} &= 353.19 \text{ Kg/cm}^2 \\f_c (a/c 0.65)_{28 \text{ días}} &= 332.72 \text{ Kg/cm}^2 \\f_c (a/c 0.70)_{28 \text{ días}} &= 305.05 \text{ Kg/cm}^2\end{aligned}$$

El plazo preciso para el desarrollo de un cierto grado de corrosión crece en forma exponencial con las dimensiones de las probetas de concreto. Por esta razón y por los motivos que a continuación se exponen se opto por las probetas de concreto 4x8".

- Por el gran numero de probetas a emplearse en el ensayo de Humedecido, Secado y por Pérdida de peso, y el ensayo de la Resistencia a la Compresión,
- Cuanto menor es la probeta, mayor es su sensibilidad a la corrosión,
- Superficie de contacto entre la probeta de concreto y el agente agresivo,
- Facilidad de operación, ensayo y maniobrabilidad;
- Asimismo el empleo de probetas de mayores dimensiones y compacidad haría disminuir la velocidad del proceso de corrosión, y retrasaría la obtención de los datos o informaciones deseadas

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

En el ensayo acelerado por Resistencia a la Compresión se determinó la resistencia en probetas de 4x8", un grupo de ellas en condiciones normales⁽¹⁾ y otro grupo en condiciones de inmersión en Cloruro de Sodio⁽²⁾. Las primeras para tener un factor de extrapolación con las probetas del concreto patrón 6x12" y con este factor extrapolar las segundas a resistencias de probetas 6x12", y realizar los análisis de resultados respectivos en las mismas condiciones.

(1) Curado en agua durante 7, 14 y 28 días; y rotura posterior.

(2) Inmersas en Cloruro de Sodio, durante 30, 60, 90 y 120 días; y rotura posterior al cabo de los días mencionados.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

10.2 ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

Este ensayo es un proceso destructivo acelerado el cual se basa en la acción físico-mecánica producida por la cristalización de las sales dentro de la masa.

Es importante señalar en este ensayo que la zona de trabajo donde se ubique la poza de inmersión y el horno de secado deberá tener el área adecuada el cual signifique facilidad de trabajo, maniobrabilidad y seguridad. Asimismo la poza de inmersión y el horno de secado deben estar uno cerca del otro.

En la presente tesis de investigación la zona de trabajo estuvo fuera de las instalaciones del laboratorio por las razones antes expuestas.

Ver Foto N° 57 a Foto N° 60 del ANEXO D.

Es importante en la realización de este ensayo observar con detenimiento y tomar nota, así como las respectivas fotos, de las manifestaciones físicas que presentan las probetas en su superficie en cada ciclo de ensayo. Asimismo de realizar el pesado de las mismas a fin de determinar la relación que guardan estos pesos con las manifestaciones físicas presentadas por las probetas en cada ciclo de ensayo.

En la realización de este ensayo se elaboraron 30 unidades de probetas 4x8" para las dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70.

A) CUADRO DE RESULTADOS – RELACIÓN a/c 0.60, 0.65 y 0.70

En la presentación de los cuadros de resultados, se tomo solamente 15 probetas de las 30 muestras ensayadas, esto para las tres dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70; pero los cuadros 10.2.1, 10.2.2 y 10.2.3 fueron elaborados sobre la base de las 30 muestras de cada una de las tres relaciones.

En estos cuadros se muestra la frecuencia con que el Máximo y Mínimo Valor del Peso aparecen en determinado ciclo de ensayo.

A.1) RANGO DE FRECUENCIA DEL MAXIMO VALOR DEL PESO

En los cuadros correspondientes se muestra la frecuencia con que el máximo valor del peso aparece en determinado ciclo de ensayo.

CUADRO 10.2.1

RELACION a/c 0.60

Ciclo de Máximo Valor	Frecuencia
7	2
8	4
9	3
10	5
11	5
13	4
15	3
16	2
17	1
18	1
Total muestras	30 und

CUADRO 10.2.2

RELACION a/c 0.65

Ciclo de Máximo Valor	Frecuencia
8	3
9	4
10	5
11	2
12	8
13	6
14	2
Total muestras	30 und

CUADRO 10.2.3

RELACION a/c 0.70

Ciclo de Máximo Valor	Frecuencia
6	2
7	1
8	9
9	3
10	11
11	2
14	2
Total muestras	30 und

En los cuadros correspondientes al **Máximo Valor del peso** se observa que este parámetro en forma general ocurre en el rango del Ciclo 08 al Ciclo 13.

Para mayor detalle tenemos:

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

Relación a/c 0.60 ocurre en el rango del Ciclo 08 al Ciclo 13.

Relación a/c 0.65 ocurre en el rango del Ciclo 09 al Ciclo 13.

Relación a/c 0.70 ocurre en el rango del Ciclo 08 al Ciclo 10.

A.2) RANGO DE FRECUENCIA DEL MINIMO VALOR DEL PESO

En los cuadros correspondientes se muestra la frecuencia con que el mínimo valor aparece en determinado ciclo.

CUADRO 10.2.4

RELACION a/c 0.60

Ciclo de Mínimo Valor	Frecuencia
1	12
2	11
3	4
4	2
12	1
Total muestras	30 und

CUADRO 10.2.5

RELACION a/c 0.65

Ciclo de Mínimo Valor	Frecuencia
1	18
2	4
3	6
4	2
Total muestras	30 und

CUADRO 10.2.6

RELACION a/c 0.70

Ciclo de Mínimo Valor	Frecuencia
1	8
2	5
3	10
4	4
7	2
9	1
Total muestras	30 und

En los cuadros correspondientes al **Mínimo Valor del peso** se observa que este parámetro en forma general ocurre en el rango del Ciclo 01 al Ciclo 03.

Para mayor detalle tenemos:

Relación a/c 0.60 ocurre en el rango del Ciclo 01 al Ciclo 02.

Relación a/c 0.65 ocurre en el rango del Ciclo 01 al Ciclo 03.

Relación a/c 0.70 ocurre en el rango del Ciclo 01 al Ciclo 03.

En el ANEXO B-9.6, B-9.7 y B-9.8, se muestra la relación de los máximos y mínimos valores para cada muestra y el ciclo correspondiente donde se produce; esto para la dosificación a/c 0.60, 0.65 y 0.70.

A.3) MAXIMOS Y MINIMOS VALORES DEL PESO

CUADRO N° 10.2.7

RELACIÓN a/c	VALORES DEL PESO (grs)		VARIACIÓN (grs)
	MÁXIMO (*)	MINIMO (*)	
0.60	3900.0	3710.0	190.0
0.65	3895.0	3715.0	180.0
0.70	3880.0	3725.0	155.0

(*) Los valores tanto Máximo como Mínimo para cada dosificación se hallaron sobre la base de la frecuencia o la tendencia que habían a ciertos valores en las muestras de ensayo, el mismo que se verifico mediante un promedio ponderado de los valores más significativos.

B) GRAFICOS CORRESPONDIENTES A RELACION a/c 0.60

B.1) GRAFICOS VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

En la elaboración de los gráficos se tomo las 30 probetas ensayadas.

Gráfico N° 9.1.1.1 al Gráfico N° 9.1.1.6.

En la elaboración de los gráficos se tomo los pesos de las probetas en cada ciclo de ensayo y cada gráfico representa 05 muestras.

El numero de ciclos que comprendió el proceso corrosivo para esta dosificación mediante el ensayo de Humedecido, Secado y por Pérdida de peso fue de 18 ciclos de ensayo.

En los gráficos se observa el incremento del peso en los ciclos de ensayo hasta alcanzar el Máximo Valor del Peso, el cual se da dentro del rango del Ciclo 08 al Ciclo 13. Después de producirse el Máximo Valor del Peso sigue un proceso de disminución y aumento de peso, cuya variación en peso se da en el rango del

Máximo Valor y el Valor Medio (Valor Medio es aproximadamente el promedio del Máximo y Mínimo Valor del Peso). A su vez esto origina un gráfico casi constante dentro del rango del Máximo Valor y Ciclo Final con características similares. Este proceso prosigue hasta el ciclo 18 y se ha dado por finalizado por la fisuración de la probeta.

El gráfico en los primeros ciclos de ensayo (Ciclo 01 al Ciclo 09) tiene una tendencia bien "parada" a comparación con los otros gráficos de las dosificaciones a/c 0.65 y 0.70.

Para mayor ilustración se muestra el Esquema E.01

Se puede afirmar que el rápido incremento de peso se origina por la penetración de la solución en los poros de la probeta hasta acumularse y llegar a un estado de saturación que origina un Máximo Valor del peso. Luego de producirse esto el gráfico presenta una variación casi constante en el peso, esto debido principalmente a que las sales ya se acumularon en su interior producto de la evaporación del agua de la solución de Cloruro de Sodio durante la realización del ensayo de Humedecido y secado; y como es de prever estas sales al cristalizar logran producir tensiones, fisurando la muestra, para posteriormente agrietarse.

Finalmente en los gráficos se observa que la probeta tiene un incremento de peso final (Ciclo 18) con respecto al peso inicial (Ciclo 01), el cual es del orden de 130.0 grs (Detalle de Cálculo ANEXO B-9.9).

El Máximo Valor del peso oscila en el rango de 3860.0 a 3900.0 grs.

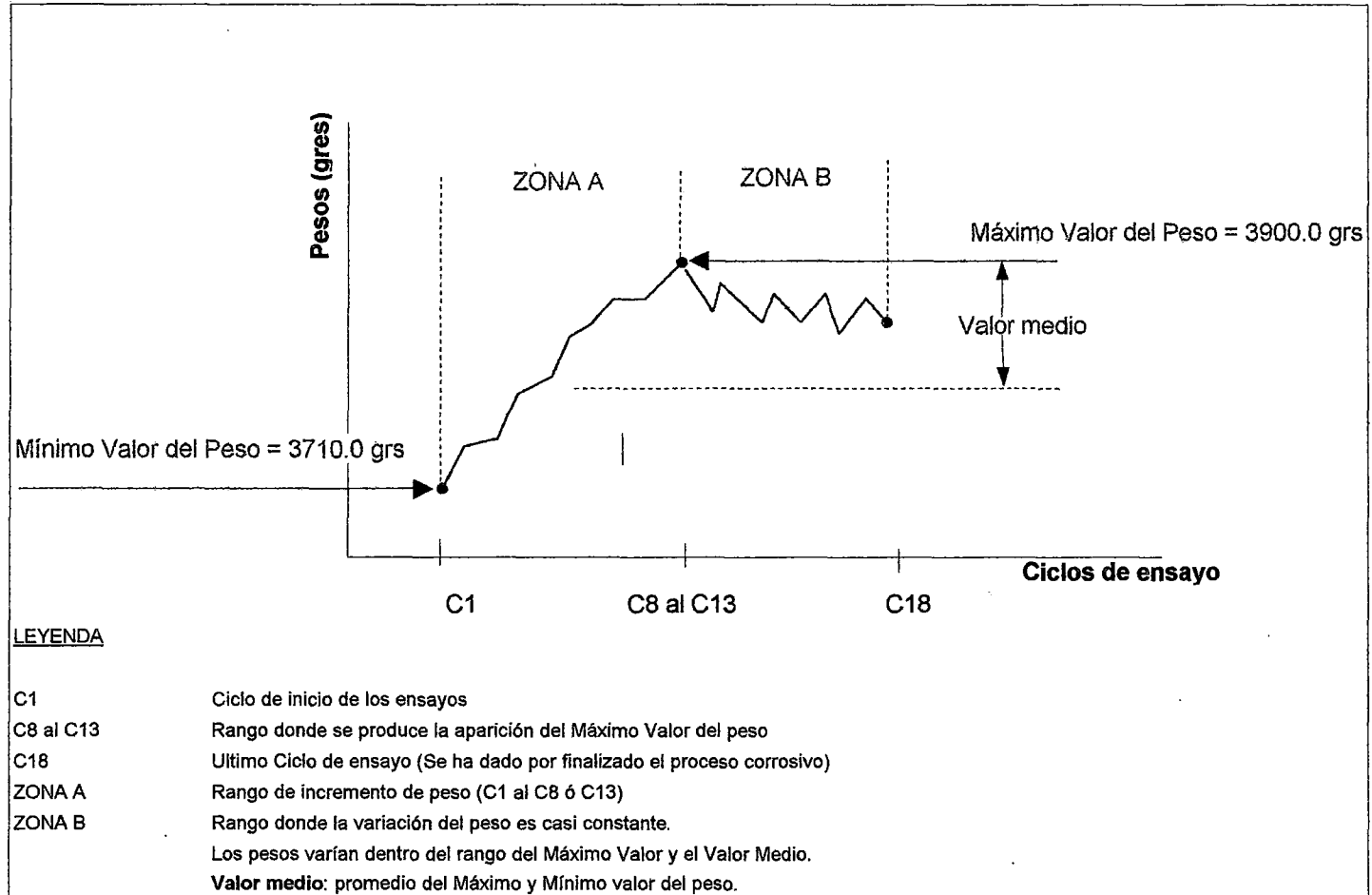
B.2) GRÁFICO DE VARIACION DE PESO POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.7, 9.1.1.10, 9.1.1.13, 9.1.1.16 y Gráfico N° 9.1.1.19.

Si bien el nombre del gráfico es el mismo que el anterior, los valores tomados para la elaboración de los gráficos correspondientes son diferentes; en este caso se

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.60

ESQUEMA E.01



tomó como valores la variación de pesos de dos ciclos consecutivos, tanto negativos como positivos. Estos datos corresponden a la pérdida o aumento de peso de las probetas en los ciclos de ensayo.

Los datos se aprecian en el ANEXO B-9.1.

En la presentación de los respectivos gráficos se tomó únicamente 15 muestras de las 30 probetas ensayadas.

A continuación se muestra el Cuadro N° 10.2.8 donde se observa que los pesos se encuentran dentro del rango de Máxima Variación Positiva (+) 80 y Máxima Variación Negativa (-) 120grs.

Los valores de Máxima Variación (+) y (-) han sido tomados teniendo presente la frecuencia y la tendencia de los valores hacia estos dos parámetros.

CUADRO N° 10.2.8

RELACION a/c 0.60

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M01	60	-60
M02	65	-85
M03	80	-100
M04	65	-105
M05	115	-110
M06	75	-65
M07	60	-75
M08	130	-95
M09	115	-125
M10	80	-60
M11	78	-135
M12	90	-85
M13	97	-140
M14	88	-55
M15	70	-75

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M16	140	-70
M17	80	-110
M18	65	-45
M19	155	-100
M20	90	-95
M21	49	-50
M22	49	-73,5
M23	80	-75
M24	135	-90
M25	110	-65
M26	78	-170
M27	77	-33
M28	70	-77
M29	72	-50
M30	70	-91

La mayor parte de los valores que se presentan en los gráficos se encuentran dentro del rango de (+) 60 a (-) 100grs, a excepción de los puntos de Máxima variación (+) y Mínima variación (-).

Ver Esquema E.02

Asimismo no hay mucha variación, desfases, en el desarrollo de los gráficos, es decir no hay puntos que se disparen y tengan una gran diferencia uno con respecto a otro. Las variaciones entre dos ciclos consecutivos son casi constantes.

La aparición del Máximo Valor (+) y Máximo Valor del peso(-) se produce entre el Ciclo 13 y Ciclo 17. Esto es como consecuencia de que en los Gráficos del 9.1.1.1 al Gráfico 9.1.1.6 en este intervalo se observa un incremento y disminución significativo en el peso de las probetas, luego de haber alcanzado el Máximo Valor del peso.

Se puede afirmar que la penetración de la solución en los poros de las probetas ha sido en forma gradual, dada por la variación que se aprecia en los gráficos.

B.3) VARIACIÓN DEL PESO ACUMULADO POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.1.8, 9.1.1.11, 9.1.1.14, 9.1.1.17 y N° 9.1.1.20.

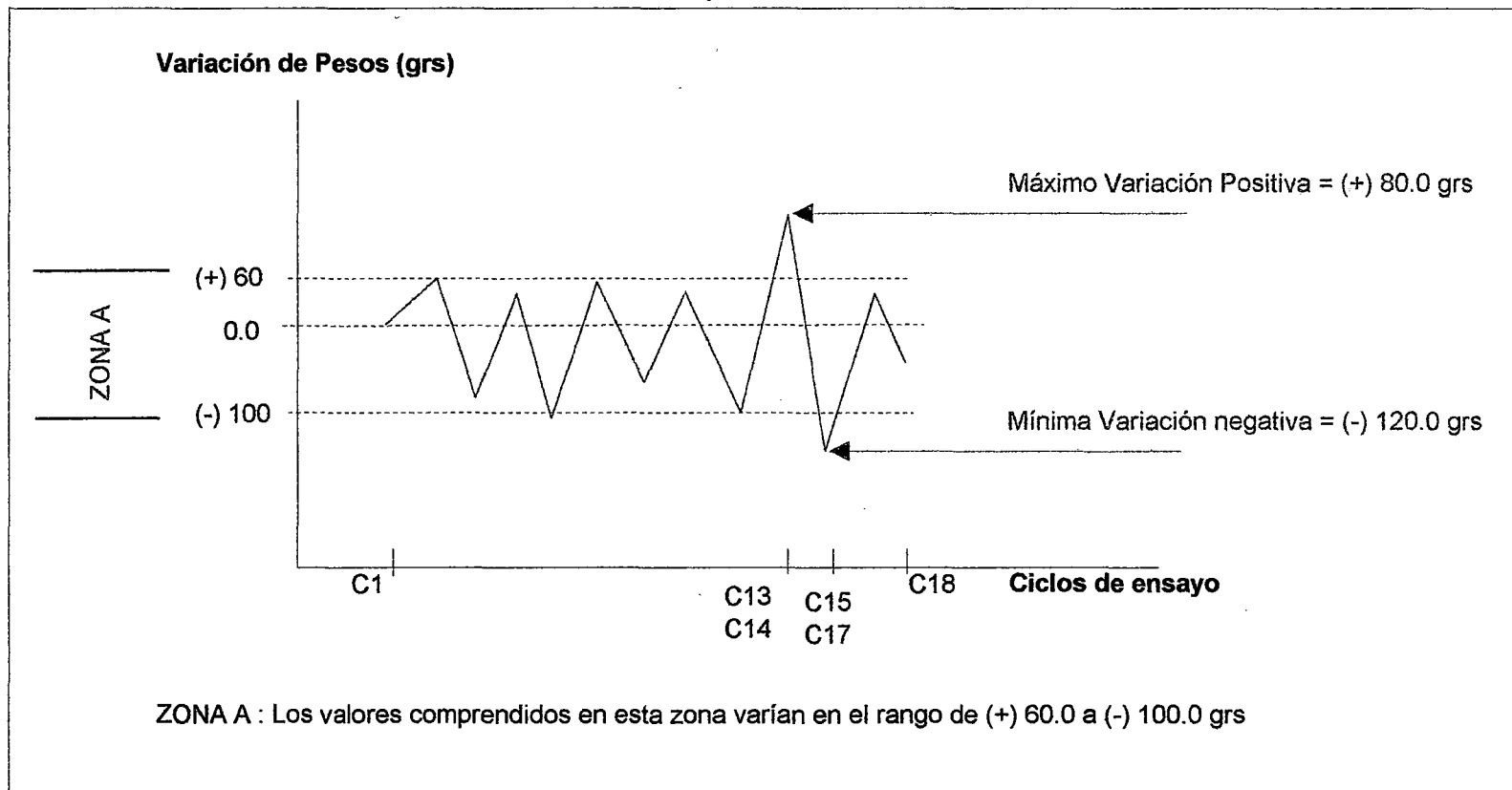
Los valores considerados son los mismos de los gráficos del Item B.1, en este caso están expresados porcentualmente y acumulados.

Por lo anteriormente expuesto, los gráficos correspondientes tienen características similares a los del Item B.1.

De acuerdo a los gráficos los porcentajes máximos de peso acumulado se dan en el ciclo donde se produce los Máximos Valores del Peso. Los gráficos a partir de este máximo valor porcentual tienen características similares entre dos ciclos consecutivos. Lo que lleva a afirmar que durante el proceso corrosivo es en este periodo donde se produce la fisuración de la probeta.

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.60

ESQUEMA E.02



B.4) PÉRDIDA DE PESO ACUMULADO (%) por ciclos de ensayo

Gráfico N° 9.1.1.9, 9.1.1.12, 9.1.1.15, 9.1.1.18 y N° 9.1.1.21.

Estos gráficos se realizaron sobre la base de la Pérdida de peso de las probetas a partir del Máximo Valor del peso. Valores expresados en porcentaje de peso acumulado.

En estos gráficos se puede observar claramente la Pérdida de peso después de haber alcanzado el Máximo Valor del Peso.

La Pérdida acumulada máxima varía dentro del rango del (-) 2% a (-) 3% con respecto al Máximo Valor.

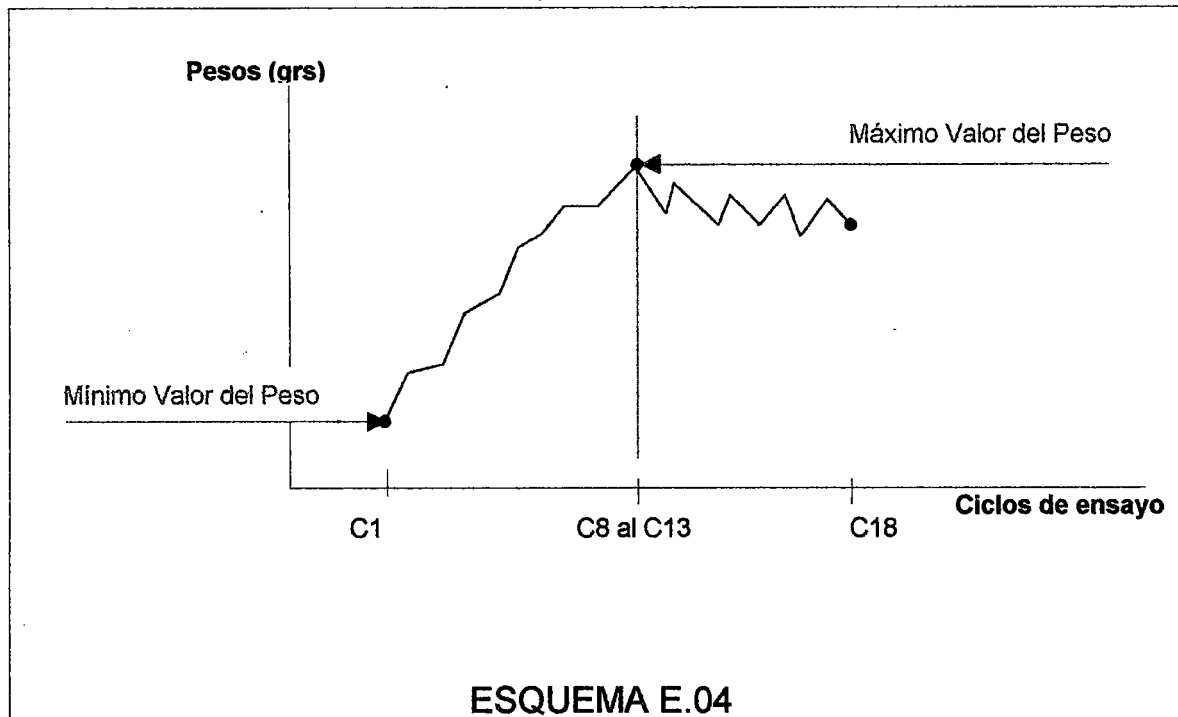
La Pérdida acumulada final en el último ciclo de ensayo, ciclo 18, varía en el rango del (-)0.3% al (-)1.4%, donde las sales representan aproximadamente 11.70 grs y 54.60 grs respectivamente.

Es importante señalar que en los gráficos no solo se aprecia Pérdida de peso sino también aumento de peso en algunos ciclos, tal como se aprecia en los dos Esquemas E.03 y E.04.

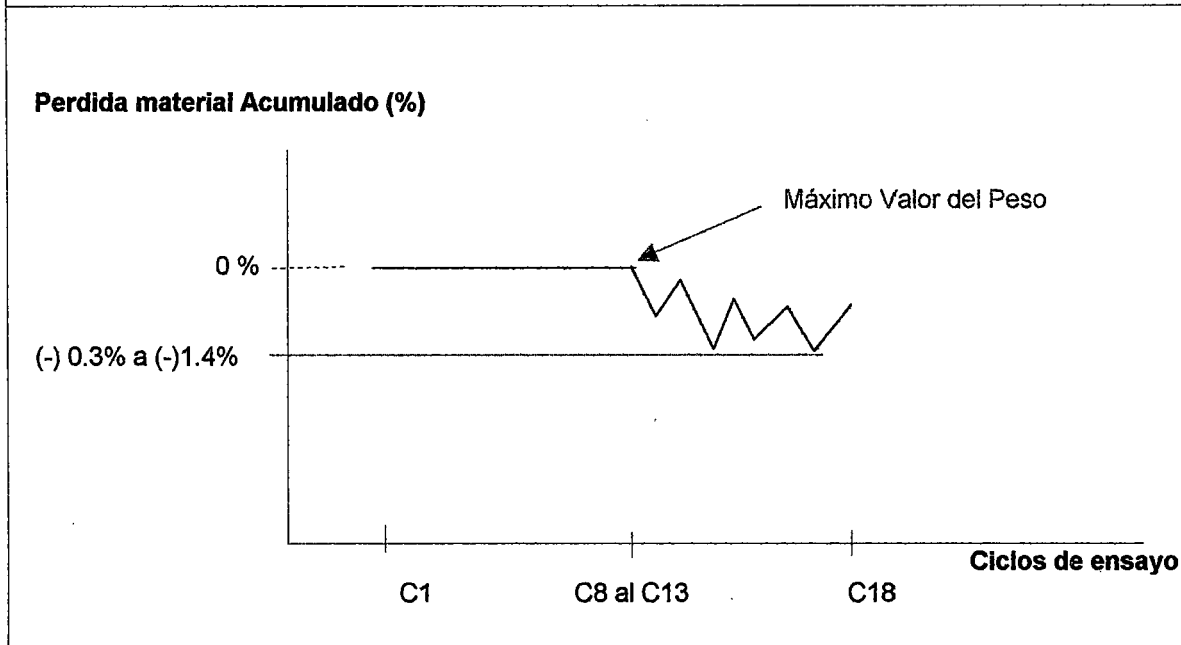
Esto significa que la probeta no sufre una destrucción total, es decir no se produce desprendimiento de material; podemos afirmar que el proceso corrosivo en esta dosificación ha sido dado por la fisuración y el agrietamiento que se origina en la probeta y no por la Pérdida de material; ya que si fuera por Pérdida de material el gráfico analizado sería de acuerdo al Esquema E.05.

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO RELACION a/c 0.60

ESQUEMA E.03



ESQUEMA E.04



LEYENDA :

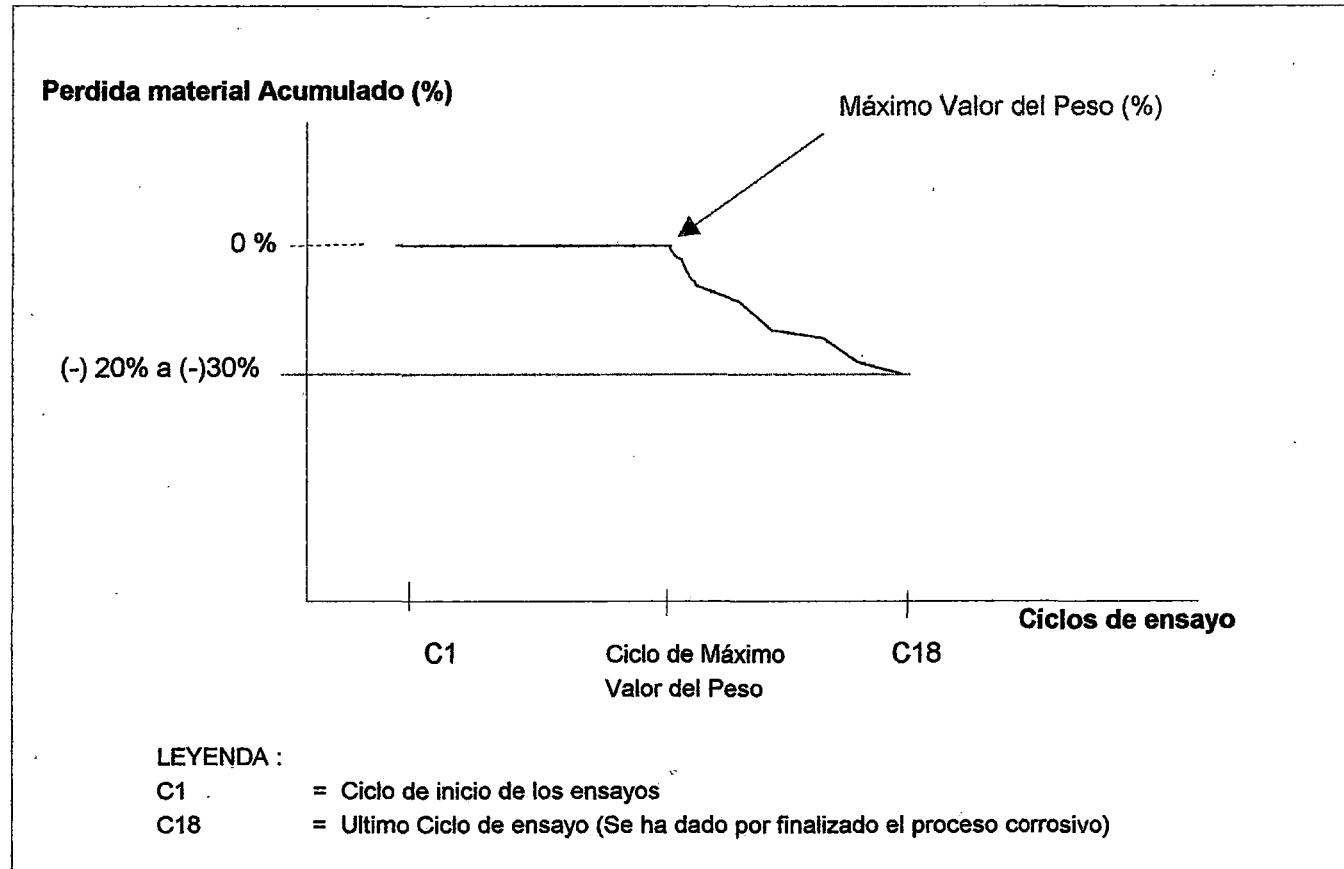
C1 = Ciclo de inicio de los ensayos

C8 al C13 = Rango donde se produce la aparición del Máximo Valor del peso

C18 = Último Ciclo de ensayo (Se ha dado por finalizado el proceso corrosivo)

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.60

ESQUEMA E.05



C) GRAFICOS CORRESPONDIENTES A RELACION a/c 0.65

C.1) GRAFICO DE VARIACIÓN DE PESOS POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.2.1 al Gráfico N° 9.1.2.6.

En la elaboración de los gráficos se tomo los pesos de cada muestra en cada ciclo de ensayo.

El numero de ciclos que comprendió el proceso corrosivo para esta dosificación mediante el ensayo de Humedecido, secado y por Pérdida de peso fue de 15 ciclos de ensayo.

Existe incremento de peso en los ciclos de ensayo hasta alcanzar el Máximo Valor del Peso, el cual se da dentro del rango del Ciclo 09 al Ciclo 13. Después de producirse el Máximo Valor del Peso sigue un proceso de disminución y aumento de peso, cuya variación en peso se da en el rango del Máximo Valor y 1.5 veces el Valor Medio (Valor Medio es aproximadamente el promedio del Máximo y Mínimo Valor del Peso), es decir con tendencia hacia el Máximo Valor. A su vez esto origina un gráfico casi constante, dentro de este rango. Este proceso prosigue hasta el Ciclo 15 y se ha dado por finalizado por la fisuración de la probeta.

Respecto al mismo gráfico, este guarda una diferencia marcada en los incrementos de peso en los primeros ciclos de ensayo llámese del C1 al C9 ó C13; en el gráfico del a/c 0.60 estos inicios tiene una tendencia mas "parada" es decir continuamente se incrementa, esto porque la disminución no es significativa comparada con el incremento.

Mientras que en el gráfico del a/c 0.65 existe incremento y disminución de peso, ambos casi iguales en valor lo que en el gráfico origina una especie de picos, subidas y bajadas; pero al final de ciclo del rango (C1 al C9-C12) el incremento es mayor que la disminución y se llega al Máximo Valor del Peso.

Asimismo en el gráfico del a/c 0.65, las características del gráfico en los primeros ciclos se reflejan después de producirse el Valor Máximo del Peso.

Para mayor ilustración ver Esquema E.06

Finalmente las probetas tienen un incremento de peso final (Ciclo 15) con respecto al peso inicial (Ciclo 01), el cual es del orden de 140.0 grs (Detalle de cálculo en el ANEXO B-9.9).

El Máximo Valor del peso oscila en el rango de 3845.0 a 3895.0 grs.

C.2) GRAFICO DE VARIACION DE PESOS POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.2.1.7, 9.1.2.10, 9.1.2.13, 9.1.2.16 y Gráfico N° 9.1.2.19.

Si bien el nombre del gráfico es el mismo que el anterior, los valores tomados para la elaboración de los gráficos correspondientes son diferentes; en este caso se tomó como valores la variación de los pesos de dos ciclos consecutivos, valores tanto negativos como positivos. Estos datos corresponden a la pérdida o aumento de peso de las probetas en los ciclos de ensayo, los cuales se aprecian en el ANEXO B-9.1.

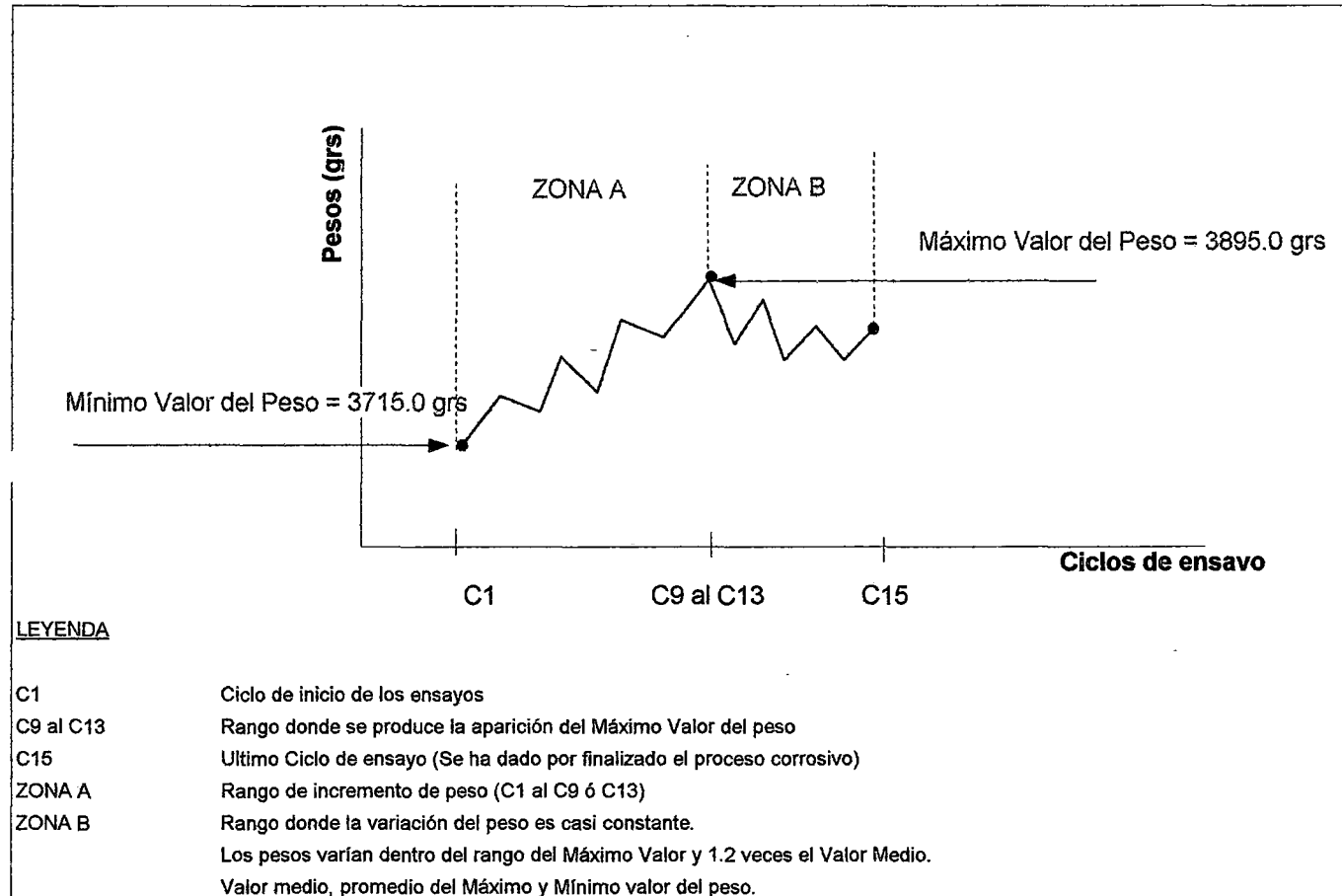
En la presentación de los gráficos solo se tomo 15 muestras de las 30 probetas ensayadas.

El detalle de la variación de los pesos de las probetas se muestra en el Cuadro N° 10.2.9.

En el Cuadro N° 10.2.9 la variación de los pesos se da en el rango de Máxima Variación Positiva (+) 110 a Máxima Variación Negativa (-) 100grs.

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.65

ESQUEMA E.06



CUADRO N° 10.2.9**RELACION a/c 0.65**

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M01	85.0	-58.8
M02	90.0	-77.0
M03	68.8	-55.2
M04	125.0	-145.0
M05	115.9	-81.3
M06	100.0	-80.0
M07	105.0	-66.3
M08	110.0	-120.0
M09	80.0	-50.9
M10	95.0	-105.0
M11	82.0	-104.0
M12	125.0	-90.0
M13	83.0	-96.0
M14	88.0	-79.0
M15	100.0	-110.0

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M16	94.3	-103.0
M17	91.0	-75.0
M18	75.0	-95.0
M19	88.9	-62.0
M20	110.0	-61.8
M21	65.0	-58.0
M22	102.6	-115.0
M23	102.0	-133.2
M24	44.0	-50.0
M25	80.0	-55.0
M26	100.0	-101.0
M27	133.0	-105.0
M28	111.0	-96.0
M29	100.0	-66.0
M30	81.0	-62.0

En los gráficos respectivos se observa que la mayor parte de los valores se encuentran dentro de un rango de (+) 90 a (-) 60grs, a excepción de los puntos de máximo variación (+) y mínima variación (-).

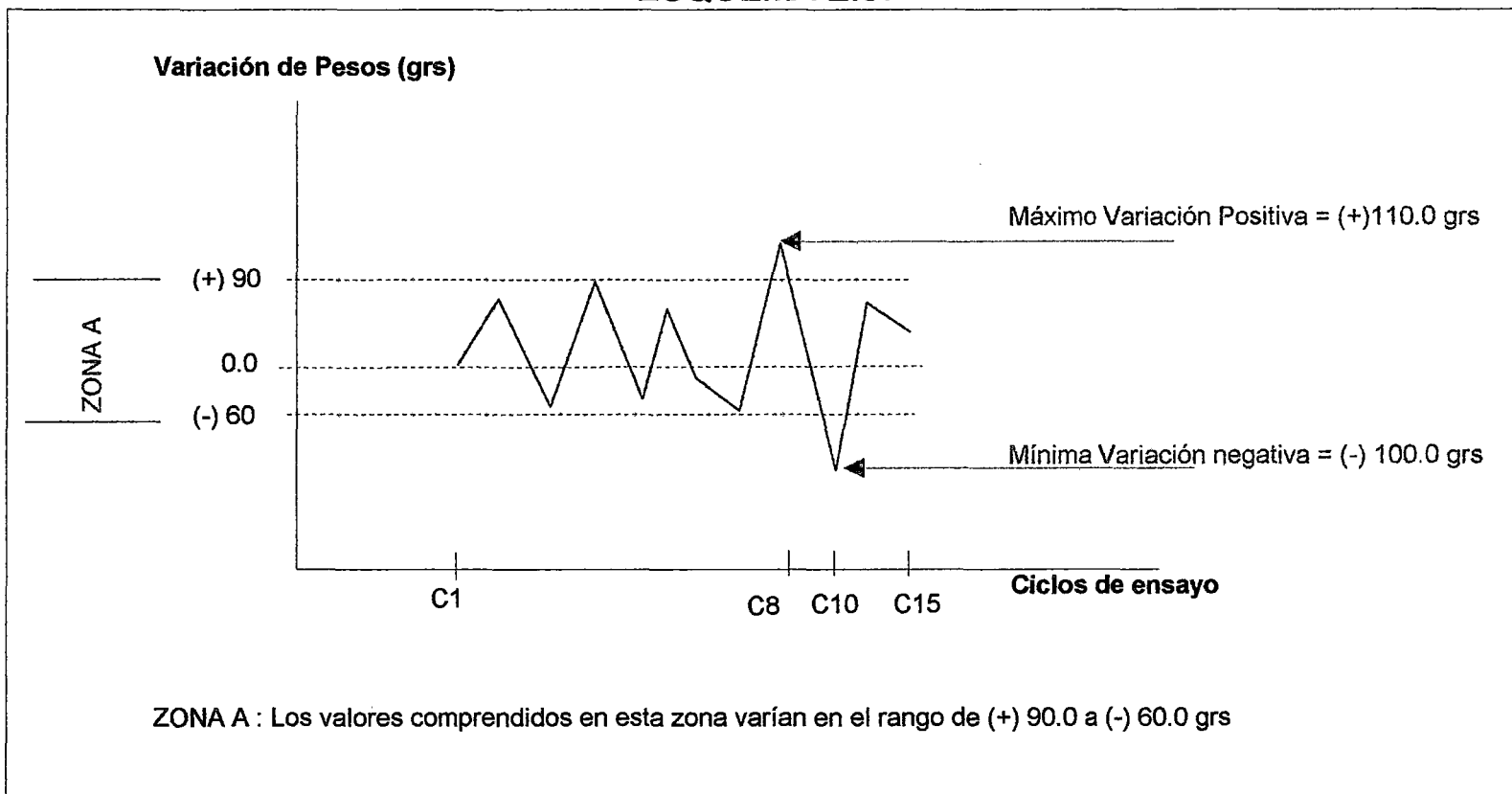
Ver Esquema E.07

Los gráficos respectivos presentan características similares a los gráficos del a/c 0.60, a excepción del rango de variación del Valor Máximo (+) y (-) y el número de ciclos de ensayo correspondiente.

La aparición del Valor Máximo (+) y Valor Máximo del peso (-) se produce entre el Ciclo 10 y Ciclo 13. Esto es como consecuencia de que en los Gráficos del 9.1.2.1 al Gráfico 9.1.2.6 se observa en este intervalo un incremento y disminución significativo en el peso de las probetas, luego de haber alcanzado el Valor Máximo del peso.

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.65

ESQUEMA E.07



De acuerdo a los gráficos se puede afirmar que la penetración de la solución en los poros de las probetas ha sido en forma gradual.

C.3) VARIACIÓN DEL PESO ACUMULADO POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.2.8, 9.1.2.11, 9.1.2.14, 9.1.2.17 y N° 9.1.2.20.

Al igual que los gráficos del a/c 0.60, los valores corresponden a los tomados en el ítem C.1, en este caso están expresados porcentualmente y en forma acumulada.

De acuerdo a los gráficos los porcentajes máximos de peso acumulado se dan en el ciclo donde se produce los Valores Máximos del Peso. Los gráficos a partir de este valor máximo tienen características similares en cada dos ciclos consecutivos. Lo que lleva a afirmar que durante el proceso en este estado se llega a la fisuración de la probeta.

La tendencia del gráfico en el proceso de desarrollo del Ensayo de Humedecido y Secado es similar al de la Relación a/c 0.60.

La diferencia es que los ciclos de ensayo para esta dosificación a/c 0.65 es de 15. ciclos, mientras que en el a/c 0.60 es de 18 ciclos

Ante esto podemos afirmar que el mayor número de ciclos depende de la calidad del concreto, es decir de la relación a/c.

C.4) PÉRDIDA DE PESO ACUMULADO (%) POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.2.9, 9.1.2.12, 9.1.2.15, 9.1.2.18 y N° 9.1.2.21.

Estos gráficos se realizaron sobre la base de las Pérdidas de peso de las probetas a partir del Valor Máximo del peso. Valores expresados en porcentaje de peso acumulado.

En estos gráficos se puede observar claramente la "pérdida" de pesos después de haber alcanzado el Valor Máximo.

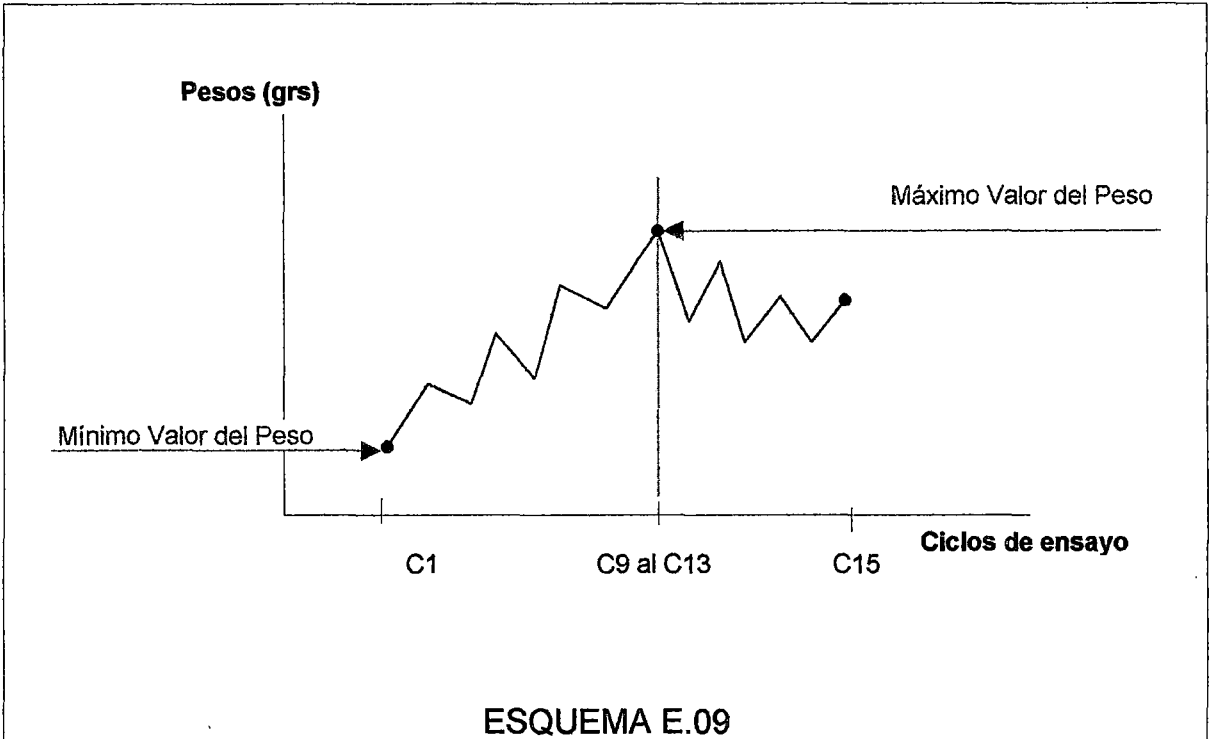
La disminución acumulada final en el ultimo ciclo de ensayo, ciclo 15, varia en el rango de (-) 0.25% a (-) 1.38%.

Se produce el mismo efecto que en las probetas del a/c 0.60, referido a la corrosión del concreto, el cual se manifiesta como fisuración de la muestra y no como la Pérdida de material.

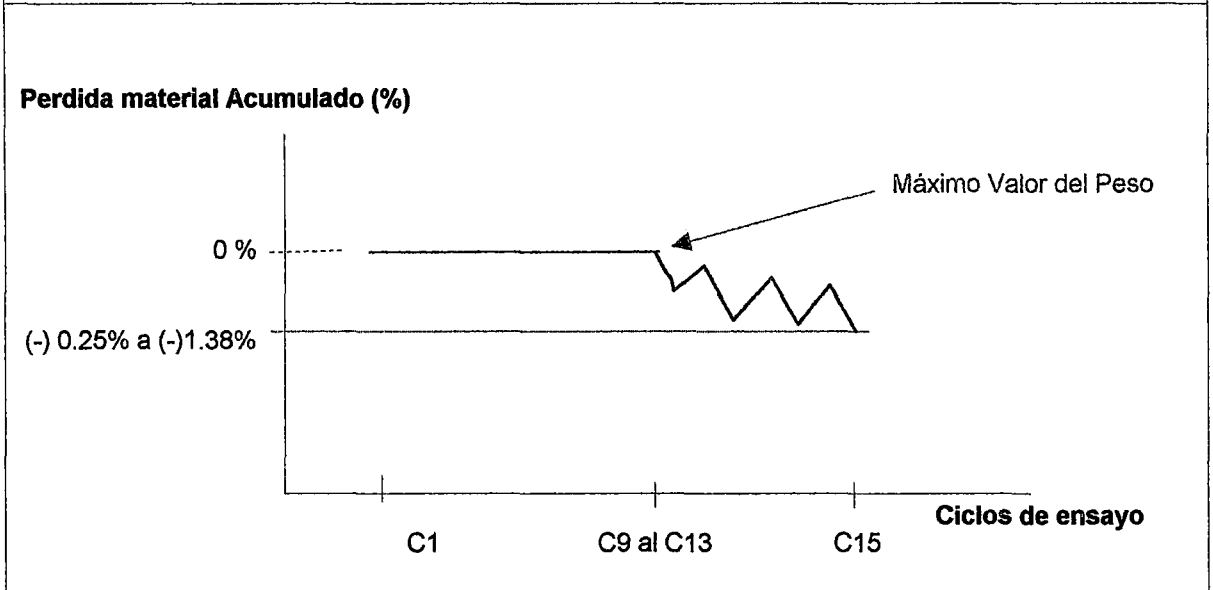
Ver Esquema E.08, E.09 y E.10.

**ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO
RELACION a/c 0.65**

ESQUEMA E.08



ESQUEMA E.09

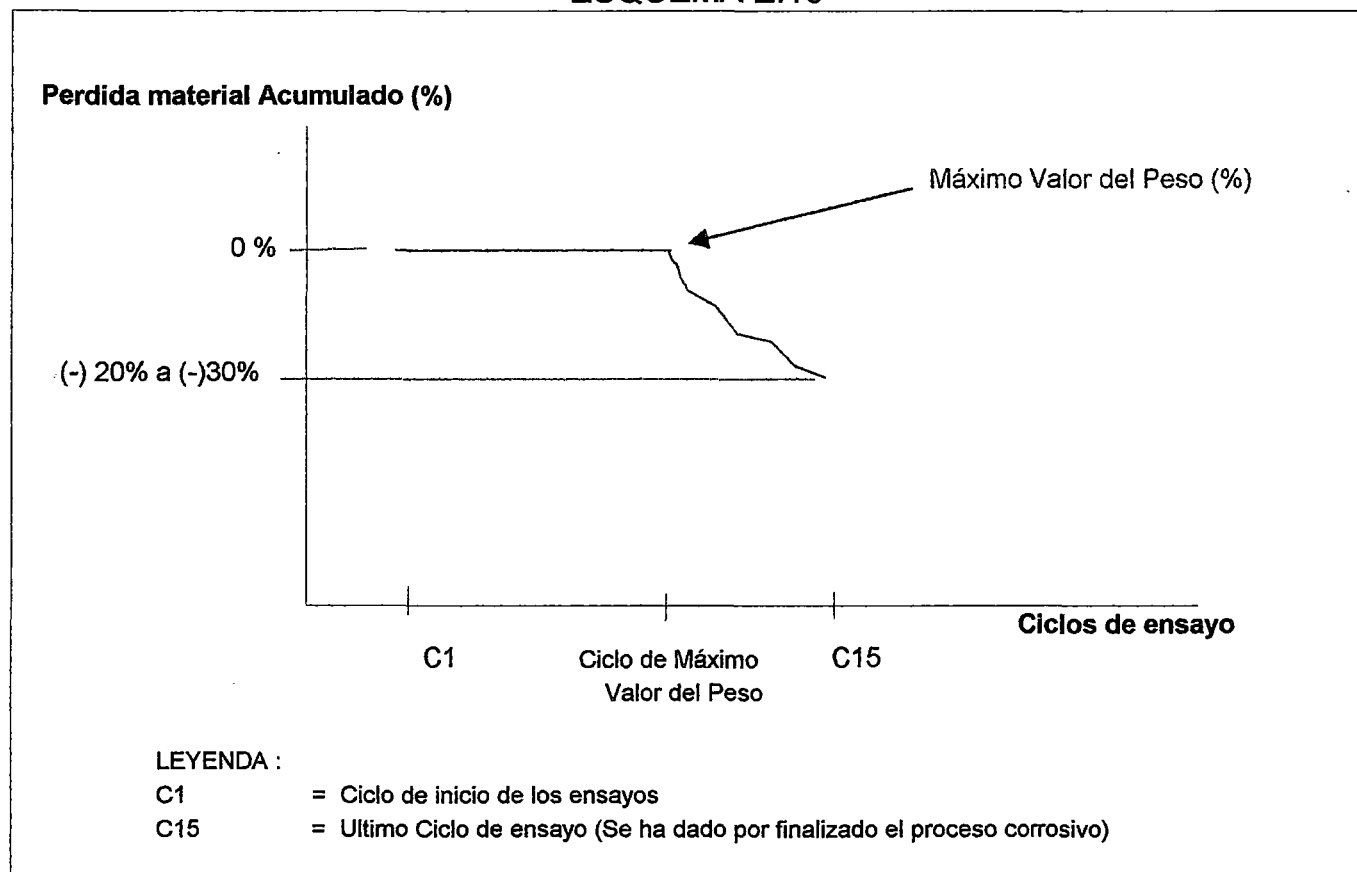


LEYENDA

- C1 Ciclo de inicio de los ensayos
- C9 al C13 Rango donde se produce la aparición del Máximo Valor del peso
- C15 Último Ciclo de ensayo (Se ha dado por finalizado el proceso corrosivo)

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.65

ESQUEMA E.10



D) GRAFICOS CORRESPONDIENTES A RELACION a/c 0.70**D.1) GRAFICO DE VARIACIÓN DE PESOS POR CICLOS DE ENSAYO**

Gráfico N° 9.1.3.1 al Gráfico N° 9.1.3.6.

En la elaboración de estos gráficos se tomo los pesos de cada ciclo.

Los ciclos del proceso corrosivo de esta dosificación mediante el ensayo de Humedecido, Secado y por Pérdida de peso fueron de 14 ciclos.

El incremento de peso se da hasta alcanzar el Valor Máximo del Peso, el cual aparece dentro del Ciclo 08 - Ciclo 10. Luego de ello sigue un proceso de disminución y aumento de peso, el cual continua hasta la fisuración en la probeta; en esta dosificación resulta en el Ciclo 14.

Cabe señalar que los gráficos presentan una tendencia mas "echada" es decir mas tendida a comparación con los gráficos de las dos dosificaciones anteriores a/c 0.60 y 0.65.

Esta misma tendencia "tendida" o "echada" se da también después de alcanzar el máximo valor del peso.

Ver Esquema E.11

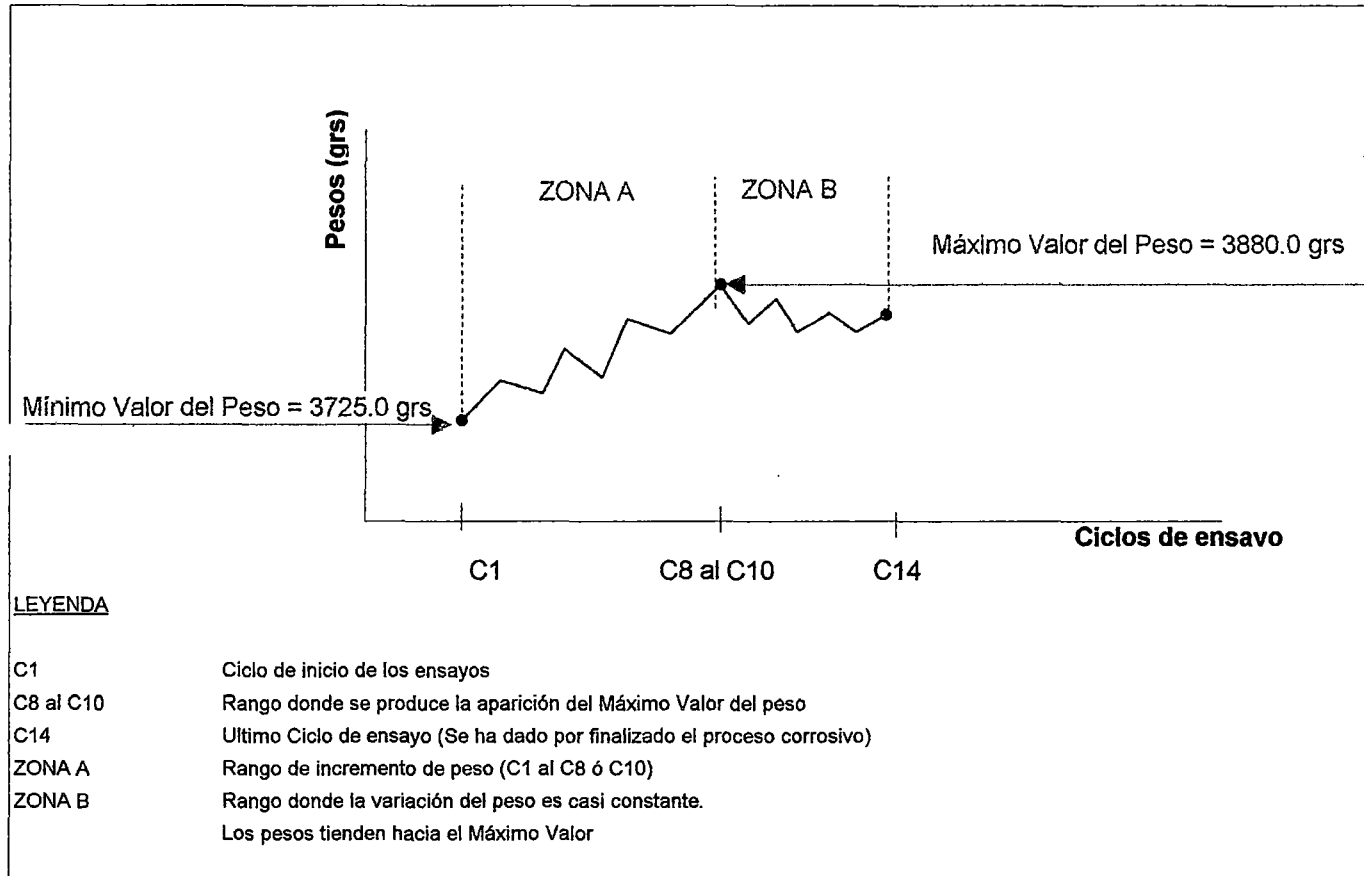
El incremento de peso en los primeros ciclos es menor en comparación con las dos dosificaciones a/c 0.60 y 0.65.

Las muestras tienen un incremento de peso final (Ciclo 14) con respecto al peso inicial (Ciclo 01) de 125.0 grs (Detalle de calculo en el ANEXO B-9.9).

El Máximo Valor del Peso oscila en el rango de 3870.0 a 3880.0 grs.

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.70

ESQUEMA E.11



D.2) GRÁFICO DE VARIACION DE PESOS POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.3.1.7, 9.1.3.10, 9.1.3.13, 9.1.3.16 y Gráfico N° 9.1.3.19.

En la realización de estos gráficos se tomó como valores la variación de pesos entre dos ciclos consecutivos, valores tanto negativos como positivos. Estos datos corresponden a la pérdida o aumento de peso de las probetas en los ciclos de ensayo, se aprecian en el ANEXO B-9.1.

En el Cuadro N° 10.2.10 la variación de los pesos se da en el rango del Máximo Positivo (+) 100 a Máximo Negativo (-) 95grs.

CUADRO N° 10.2.10

RELACION a/c 0.70

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M01	85.0	-58.8
M02	90.0	-77.0
M03	68.8	-55.2
M04	125.0	-145.0
M05	115.9	-81.3
M06	100.0	-80.0
M07	105.0	-66.3
M08	110.0	-120.0
M09	80.0	-50.9
M10	95.0	-105.0
M11	82.0	-104.0
M12	125.0	-90.0
M13	83.0	-96.0
M14	88.0	-79.0
M15	100.0	-110.0

Muestra	Variación del Peso (grs)	
	Máxima (+)	Mínima (-)
M16	94.3	-103.0
M17	91.0	-75.0
M18	75.0	-95.0
M19	88.9	-62.0
M20	110.0	-61.8
M21	65.0	-58.0
M22	102.6	-115.0
M23	102.0	-133.2
M24	44.0	-50.0
M25	80.0	-55.0
M26	100.0	-101.0
M27	133.0	-105.0
M28	111.0	-96.0
M29	100.0	-66.0
M30	81.0	-62.0

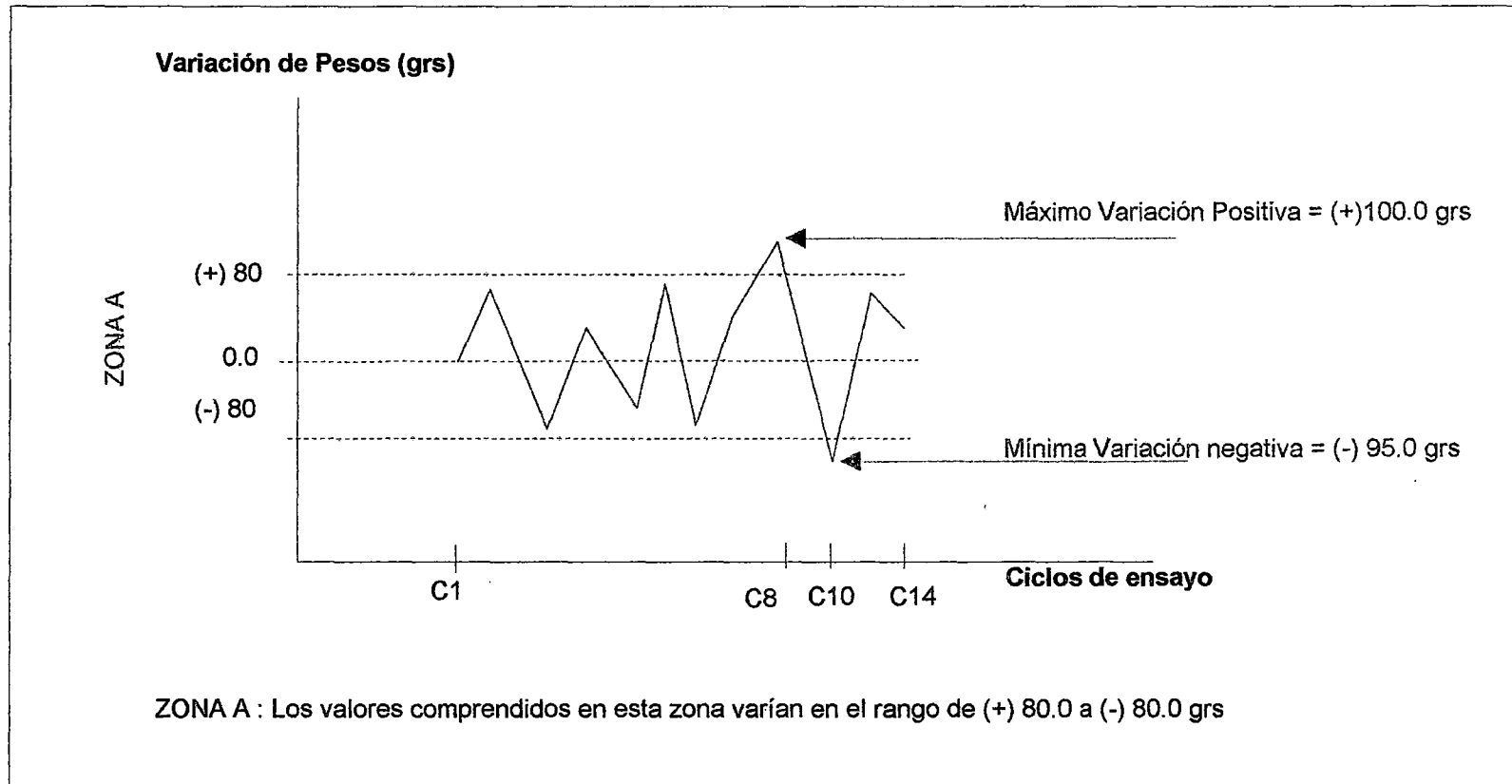
En los gráficos respectivos se observa que la gráfica se encuentra dentro de un rango de (+) 80 a (-) 80grs, a excepción de los puntos de máximo variación (+) y mínima variación (-). La similitud en los valores de la variación es porque el gráfico como dijimos en el Ítem D.1 se repite después de alcanzar el Máximo Valor.

Ver Esquema E.12

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.70

ESQUEMA E.12



De acuerdo a los gráficos se puede afirmar que la penetración de la solución en los poros de las probetas ha sido en forma lenta.

D.3) VARIACIÓN DEL PESO ACUMULADO POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.3.8, 9.1.3.11, 9.1.3.14, 9.1.3.17 y N° 9.1.3.20.

Los datos para los gráficos son los pesos acumulados en porcentaje producto de las variaciones de peso de las probetas en los ciclos de ensayo.

El numero de ciclos para llegar a la fisuración fue de 14 ciclos, en este ciclo se ha dado por finalizado el proceso corrosivo.

Esto corrobora lo anteriormente dicho referente a que el numero de ciclos que comprende el proceso de corrosión depende de la calidad del concreto, es decir de la relación a/c.

D.4) PÉRDIDA DE PESO ACUMULADO (%) POR CICLOS DE ENSAYO

Gráfico N° 9.1.3.9, 9.1.3.12, 9.1.3.15, 9.1.3.18 y N° 9.1.3.21.

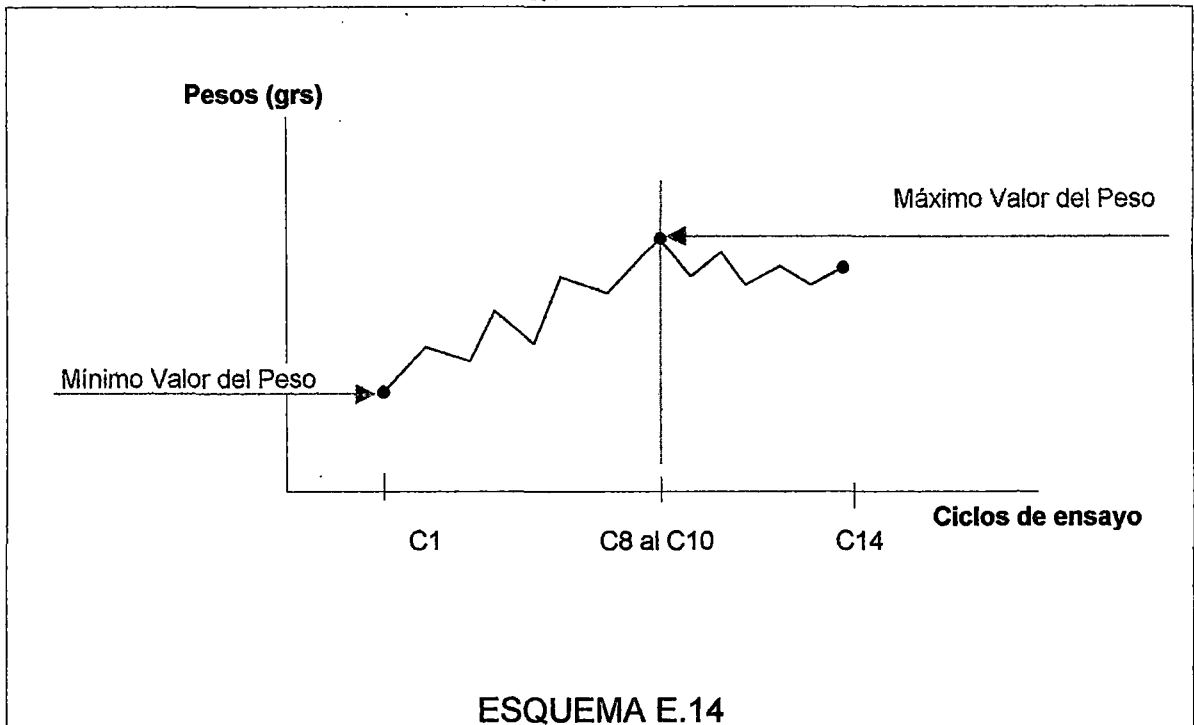
La disminución acumulada final, ultimo ciclo de ensayo, ciclo 14, varia en el rango de (-) 0.50% al (-) 1.6%.

Se produce el mismo efecto que en las probetas del a/c 0.60, referido a la corrosión del concreto, el cual se manifiesta como fisuración y posterior agrietamiento de las muestras.

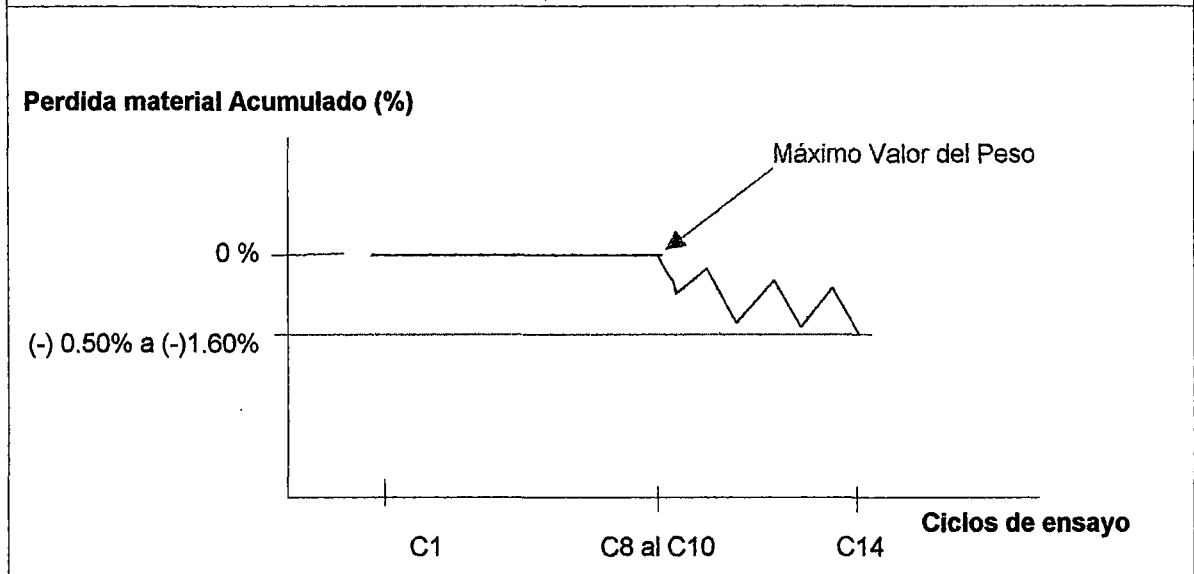
Para mayor ilustración ver Esquema E.13, E.14 y E.15

**ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO
RELACION a/c 0.70**

ESQUEMA E.13



ESQUEMA E.14

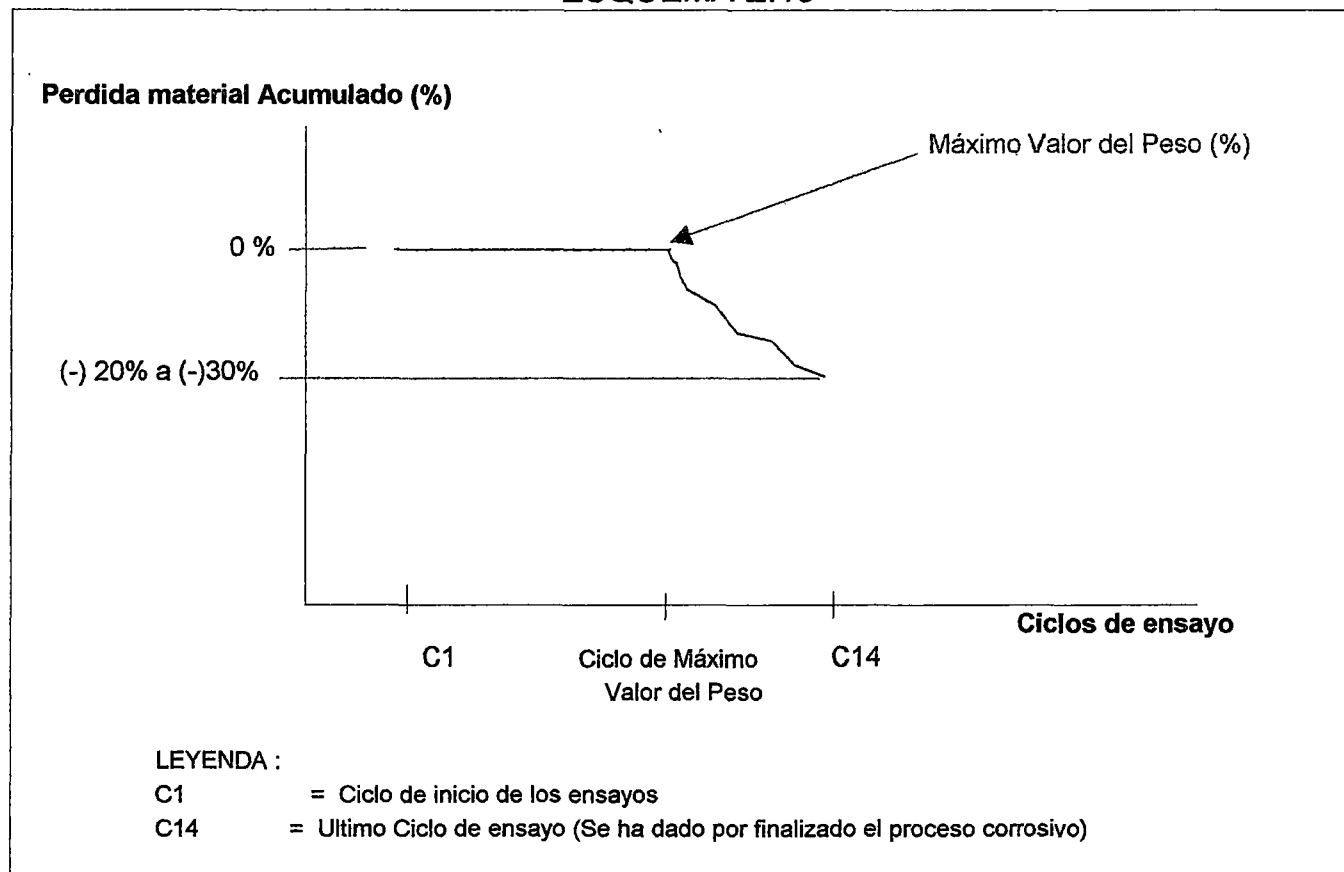


LEYENDA

- C1 Ciclo de inicio de los ensayos
- C8 al C10 Rango donde se produce la aparición del Máximo Valor del peso
- C14 Último Ciclo de ensayo (Se ha dado por finalizado el proceso corrosivo)

ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO - RELACION a/c 0.70

ESQUEMA E.15



E) MANIFESTACIONES FÍSICAS SOBRE LA SUPERFICIE DE LAS PROBETAS DURANTE EL PROCESO DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PÉRDIDA DE PESO

Generalidades

Las manifestaciones físicas que se presentan sobre la superficie de las probetas en los ciclos de ensayo durante el proceso del ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso han sido resumidas en periodos.

En el ANEXO C se encuentra el detalle correspondiente a las características que se presentan en cada ciclo de ensayo para las dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70.

En este capítulo se presenta un resumen de dichos ciclos; dicho resumen consiste en la agrupación correlativa de los ciclos por periodos. Esta agrupación esta hecha sobre la base de las características similares que presentan las probetas en los ciclos de ensayo.

Cada grupo de ciclos consta de 3 a 5 ciclos.

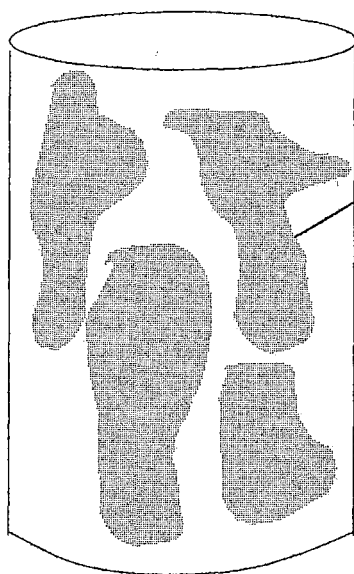
Se presenta un panel de fotos donde se visualiza los efectos producidos en las probetas por el Cloruro de Sodio, al realizarse el ensayo de Humedecido y Secado, este panel de fotos es únicamente para la Relación a/c 0.60.

El detalle por ciclos y el resumen respectivo por periodo para las Relaciones a/c 0.65 y a/c 0.70 se presentan en el ANEXO C y en este capítulo respectivamente; mas no el panel de fotos correspondiente; dicho panel de fotos será únicamente para la Relación a/c 0.60, ya que las características dadas en el panel de fotos para la Relación a/c 0.60 se presentan en la Relación a/c 0.65 y a/c 0.70.

E.1) RELACION a/c 0.60 (CICLOS DE ENSAYO 23)**CICLO 01 AL CICLO 05**

- Aparición de eflorescencias algodonosas en algunas probetas, estas no son tan notorias, ya que cubre solo algunas partes de la superficie lateral de la probeta. Las eflorescencias tienen consistencia suave (similar al algodón), color semiblanco, no desprenden olor, espesor variable entre 1mm a 3.5mm, esta eflorescencia es similar en forma a la pelusa -hongo- que se forma en los comestibles cuando están en proceso de descomposición.

En los ciclos iniciales de este periodo las probetas presentan caliche adherido a su superficie lateral. Esto es producto del desprendimiento de cal en el proceso de hidratación de la probeta de concreto, la cual se ha calcinado producto del ensayo de Humedecido, secado y por Pérdida de peso. Ver Esquema E. 16

ESQUEMA E.16**CALICHE:**

Color blanco oscuro, presenta una superficie lisa al tacto.

Caliche adherido a la superficie de la probeta.

- En los ciclos finales de este periodo aparecen eflorescencias blancas en poca cantidad. Se manifiestan como pequeños puntos de color blanco, dispersos en la superficie lateral de la probeta; presentan consistencia dura al tacto y no presenta olor.

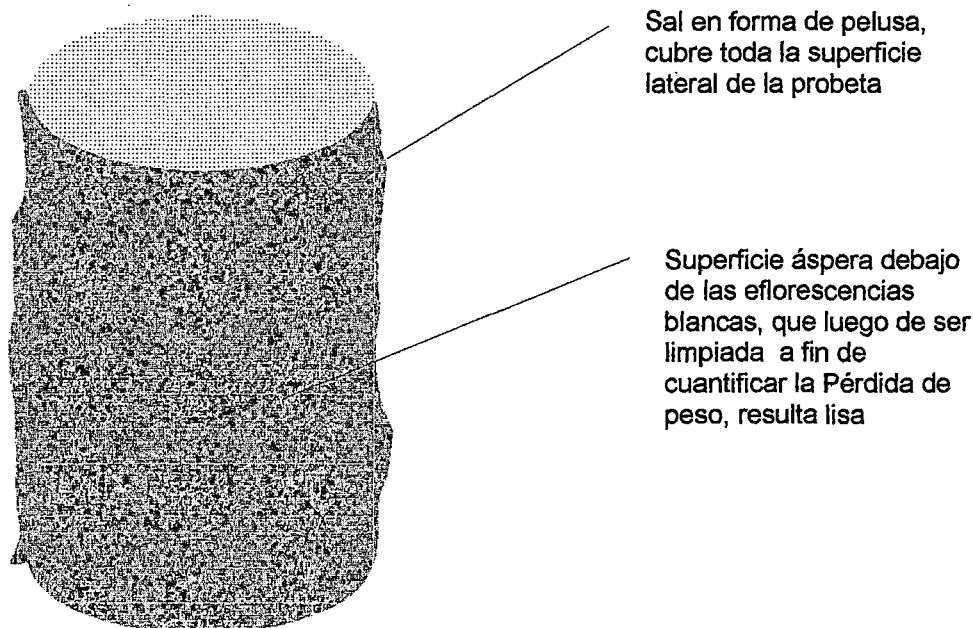
Ver Foto N° 01 al N° 02 (ANEXO D)

CICLO 06 AL CICLO 09

- En los ciclos iniciales de este periodo se acentúa la presencia de eflorescencias algodonosas (descritas en el primer párrafo del periodo anterior), permanece el espesor de las mismas hasta 3.5mm. Estas eflorescencias cubren casi toda la superficie lateral de la probeta.

Ver Esquema E.17

ESQUEMA E.17



- En los ciclos finales de este periodo las eflorescencias algodonosas disminuyen relativamente en algunas probetas.
- Las eflorescencias blancas permanecen, no presentan incremento significativo.
- En algunas probetas donde se aprecia eflorescencias blancas existe poca cantidad de eflorescencias algodonosas, las cuales cubren o permanecen alrededor de las blancas.

Ver Foto N° 03 al N° 08 (ANEXO D)

CICLO 10 AL CICLO 14

- En los tres primeros ciclos de este periodo se observan formación de figuras en forma de polígonos cerrados como piel de cocodrilo en la superficie lateral de la probeta.
- En los dos ciclos intermedios de este periodo se acentúa la formación de piel de cocodrilo, esta se manifiesta en mayor parte de las probetas.
- A la par de la aparición de la formación de piel de cocodrilo, algunas probetas experimentan el incremento en gran numero de las eflorescencias blancas que dan lugar a "manchas blancas" de consistencia dura al tacto; dándose este efecto mayormente en los últimos ciclos de este periodo.
- En los dos últimos ciclos de este periodo se observa en algunas probetas la formación de fisuras no visibles.

Ver Foto N° 09 al N° 23 (ANEXO D)

CICLO 15 AL CICLO 18

- Disminuye considerablemente la eflorescencia algodonosa, hasta $e=1\text{mm}$.
- Se acentúa la formación de fisuras no visibles en los primeros ciclos de este periodo.
- En los ciclos finales de este periodo se desarrollan y acentúan las fisuras visibles, por lo que se ha dado por finalizado el proceso del ensayo de humedecido y secado.

Ver Foto N° 24 al N° 43 (ANEXO D)

CICLO 19 AL CICLO 23

- Agrietamiento de las muestras.

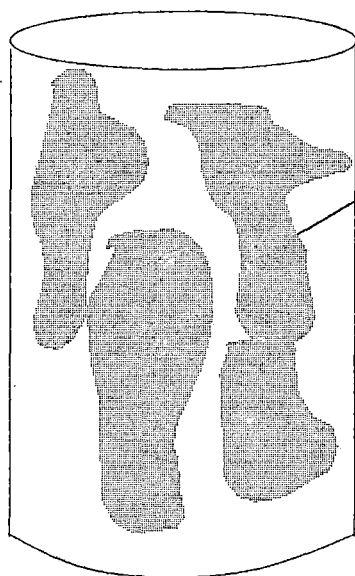
Ver Foto N° 45 al N° 53 (ANEXO D)

E.2) RELACION a/c 0.65 (CICLOS DE ENSAYO 19)**CICLO 01 AL CICLO 05**

- Formación de eflorescencias algodonosas en poca cantidad en algunas probetas, cubre solo algunas partes de la superficie lateral de la probeta.

Las eflorescencias tienen consistencia suave (similar al algodón), color semiblanco, no desprenden olor; esta eflorescencia es similar en forma a la pelusa -hongo- que se forma en los comestibles cuando están en proceso de descomposición.

En los ciclos iniciales de este periodo las probetas presentan caliche adherido a su superficie lateral. Ver Esquema E.18

ESQUEMA E.18**CALICHE:**

Color blanco oscuro, presenta una superficie lisa al tacto.

Caliche adherido a la superficie de la probeta.

- En los ciclos finales de este periodo aparecen eflorescencias blancas en poca cantidad. Se manifiestan como pequeños puntos de color blanco, dispersos en la superficie lateral de la probeta; presentan consistencia dura al tacto y no presenta olor.

Ver Foto N° 01 al N° 02 (ANEXO D)

CICLO 06 AL CICLO 08

- Superficie áspera al tacto.
- Incremento en poco numero de Eflorescencias blancas.
- Formación de figuras, polígonos cerrados como piel de cocodrilo.
- Formación de fisuras no visibles en gran numero.

Ver Foto N° 03 al N° 08 (ANEXO D)

CICLO 09 AL CICLO 12

- Se acentúa la formación de piel de cocodrilo.
- Superficie lateral con manchas blancas producto del incremento en gran numero de las eflorescencias blancas.
- Se mantiene la superficie áspera.
- Se acentúa la formación de fisuras no visibles.

Ver Foto N° 09 al N° 23 (ANEXO D)

CICLO 13 AL CICLO 15

- Disminuye significativa de la eflorescencia algodonosa.
- Eflorescencias blancas en poco numero.
- Algunas probetas presentan fisuras no visibles en los ciclos iniciales que luego al final de los ciclos de este periodo originan fisuras visibles.
- Se desarrolla y acentúa la formación de fisuras visibles verticales y horizontales.

Ver Foto N° 24 al N° 43 (ANEXO D)

CICLO 16 AL CICLO 19

- Agrietamiento de las muestras.

Ver Foto N° 45 al N° 53 (ANEXO D)

E.3) RELACION a/c 0.70 (CICLOS DE ENSAYO 18)**CICLO 01 AL CICLO 05**

- Formación de eflorescencias algodonosas en poca cantidad, en algunas probetas cubre solo algunas partes de la superficie lateral de la probeta.
- En los ciclos iniciales aparece el caliche adherido a la superficie lateral de la probeta.
- Superficie áspera.

Ver Foto N° 01 al N° 02 (ANEXO D)

CICLO 06 AL CICLO 08

- Eflorescencia algodonosa permanece en poco espesor.
- Aparece en algunas probetas la piel de cocodrilo.
- Superficie similar a una pared recién tarrajada, es decir al pasar suavemente la mano sobre esta la arena cae inmediatamente.

Ver Foto N° 03 al N° 08 (ANEXO D)

CICLO 09 AL CICLO 11

- Se acentúa la formación de piel de cocodrilo, figuras en forma de polígonos cerrados, líneas de color rubio cubiertas de pelusa en toda su longitud.
- Eflorescencias blancas.
- Disminución significativa de las eflorescencias algodonosas, tanto en espesor como en cantidad.
- Formación de fisuras no visibles.

Ver Foto N° 09 al N° 23 (ANEXO D)

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CICLO 12 AL CICLO 14

- Se acentúa la aparición de eflorescencias blancas.
- Aparición de pequeñas fisuras no visibles en los ciclos iniciales que luego al final de los ciclos de este periodo originan fisuras visibles.
- Superficie arenosa con poca presencia de eflorescencia algodonosa.
- Cabe señalar que en el periodo anterior no se observo fisuras no visibles en gran numero pero en este periodo aparecieron fisuras visibles en las probetas.

Ver Foto N° 24 al N° 43 (ANEXO D)

CICLO 15 AL CICLO 18

- Agrietamiento de las muestras.

Ver Foto N° 45 al N° 53 (ANEXO D)

F) RESUMEN DEL ANALISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

1. Los ciclos de ensayo que comprende el proceso corrosivo en las muestras ensayadas de acuerdo a las dosificaciones de mezcla son las siguientes:

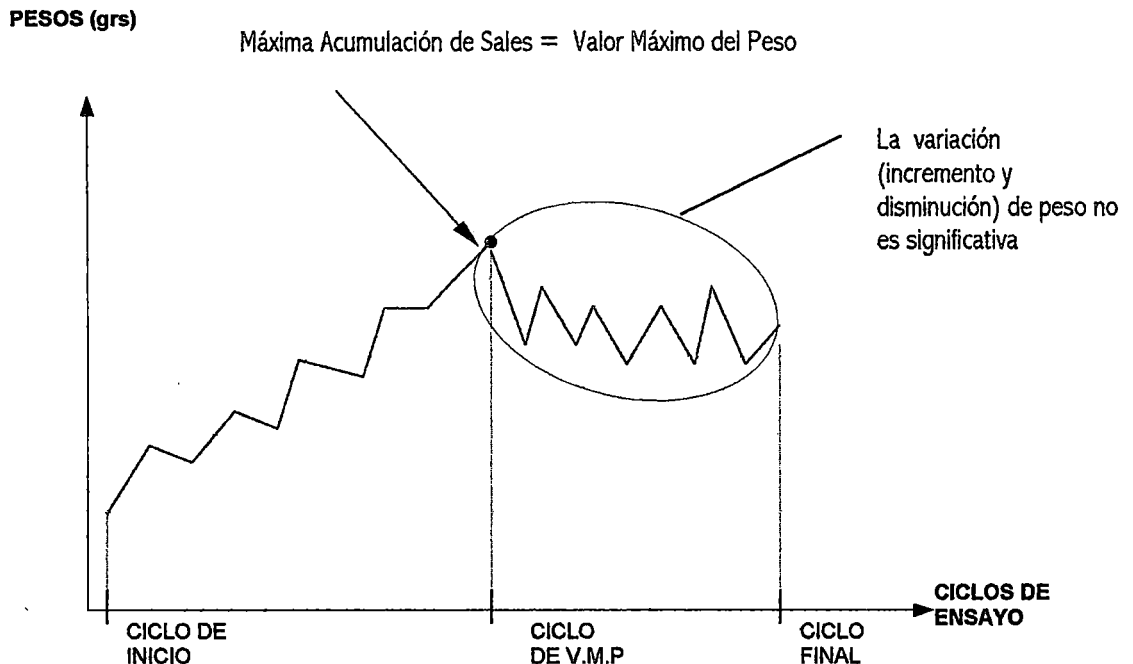
CUADRO N° 10.2.11

RELACION a/c	NUMERO CICLOS DE ENSAYO
0.40	23
0.45	21
0.50	20
0.55	18
0.60	18
0.65	15
0.70	14

Nota: Resultados de la relación a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 proporcionadas por el Bach. Luis Carlos Orozco, mayor detalle ver ANEXO B-9.10

2. El proceso corrosivo se ha dado por finalizado por la fisuración de las muestras y posterior agrietamiento de las muestras. En el ciclo final de ensayo para las tres dosificaciones a/c 0.60, 0.65 y 0.70 el 80% a 90% de las muestras, presentan fisuramiento.
3. El proceso corrosivo de las muestras de concreto esta dado por:
 - Penetración de sales (humedecido de la muestra).
 - Acumulación de las sales al interior de la muestra, hasta llegar a saturarse (incremento de peso).
 - Cristalización de las sales en la muestra, por evaporación del agua (secado de la muestra).
 - Expansión de las sales durante el proceso de cristalización.
 - Fisuramiento de las muestras.
 - Agrietamiento de las muestras.

4. ESQUEMA E.19



- Penetración y acumulación de sales

La penetración y acumulación de sales se produce en el tramo [CICLO INICIO-CICLO V.M.P]; la penetración de sales esta dado por el incremento de peso de las muestras que origina acumulación de sales en su interior hasta llegar a saturarse, manifestándose en el Esquema E.19 como el Valor Máximo del Peso.

Las muestras presentan manifestaciones físicas en su superficie en este tramo [CICLO INICIO-CICLO V.M.P], aparecen eflorescencias algodonosas que cubre casi toda la superficie lateral de la muestra, y blancas (pequeños puntos blancos a manera de incrustaciones) en poca cantidad; ambas señales que la sal esta penetrando al interior de la muestra.

- **Cristalización, Expansión de sales y Fisuramiento de la muestra**

La cristalización y expansión de sales se da en los finales del tramo [CICLO INICIO - CICLO V.M.P.] y en el tramo [CICLO V.M.P - CICLO FINAL], es decir después de alcanzar el Valor Máximo del Peso.

La cristalización de sales origina un aumento de volumen de la muestra (expansión) con el consiguiente fisuramiento de las muestras. La expansión se manifiesta por la aparición de fisuras no visibles que posteriormente dan origen a las fisuras visibles en la superficie.

5. **Se distingue dos tipos de fisura en las muestras:**

- **Fisuras no visibles**

Llamadas también fisuras en formación, no muy notorias visualmente, se pueden observar pero con detenimiento, son fisuras leves. Estas se pueden apreciar desde una distancia de 10cm a 18cm y su longitud es variable, 2cm a 5cm.

- **Fisuras Visibles**

Son las fisuras que indican el termino del proceso corrosivo. Se observan desde una distancia de 30 a 40cm; estas pueden ser horizontales, verticales o inclinadas o la combinación de ellas.

6. **En el proceso del Ensayo de Humedecido y Secado las manifestaciones físicas que presentan las muestras sobre su superficie en cada ciclo de ensayo se presentan en cuatro periodos; cada periodo consta de 3 o 5 ciclos de ensayo, dichos ciclos son correlativos, y se agrupo sobre la base de las manifestaciones físicas similares que presentan.**

Los periodos considerados para relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son:

Primer periodo

1. En los ciclos iniciales aparición de eflorescencias en forma de algodón de espesor variable, cubre parte de la superficie lateral de la muestra.
2. En los ciclos finales aparición de eflorescencias blancas en poca cantidad.

Segundo Periodo

1. Incremento de las eflorescencias en forma de algodón, tanto en cantidad como en espesor, en los inicios de ciclos y disminuyendo relativamente en los ciclos finales.
2. Las eflorescencias blancas permanecen, no sufren incremento significativo.

Tercer Periodo

1. Aparición de la piel de cocodrilo en los inicios de ciclos, acentuándose en los finales.
2. Incremento de eflorescencias blancas, que se manifiestan como puntos blancos de consistencia dura al tacto.

Cuarto Periodo

1. Disminución significativa de la eflorescencia en forma de algodón.
2. Formación de fisuras al inicio de ciclo (fisuras no visibles) que luego al final de ciclo originan fisuras visibles.

CUADRO N° 10.2.12**RANGO DE CICLOS PARA LOS CUATRO PERIODOS**

RELACION a/c	PERIODO			
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
0.60	01 - 05	06 - 09	10 - 14	15 - 18
0.65	01 - 05	06 - 08	09 - 12	13 - 15
0.70	01 - 05	06 - 08	09 - 11	12 - 14

7. El proceso corrosivo de acuerdo a los periodos es el siguiente:

CUADRO N° 10.2.13

PERIODOS	PROCESO CORROSIVO
PERIODO 01	- Penetración de sales
PERIODO 02	- Acumulación de sales
INICIO DE PERIODO 03	- Inicio de la cristalización de sales
FINALES DEL PERIODO 03	- Se acentúa la cristalización de sales
PERIODO 04	- Expansión de sales - Fisuramiento de las muestras

8. El Cuadro N° 10.2.14 indica que el ciclo de saturación, Valor Máximo del Peso, no es un ciclo específico que se da en las muestras, varía dentro de un rango.

CUADRO N° 10.2.14

RELACION a/c	RANGO DE CICLOS DEL VALOR MÁXIMO DEL PESO
0.60	08 al 13
0.65	09 al 13
0.70	08 al 10

9. El Valor Máximo y Mínimo del Peso para la relación a/c 0.60, 0.65 y 070, no es el mismo valor para todas las muestras, varían de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 10.2.15

RELACION a/c	Valores del Peso (grs)	
	Máximo	Mínimo
0.60	3860-3900	3710-3680
0.65	3845-3895	3715-3690
0.70	3870-3880	3725-3700

10. Las muestras experimentan un incremento de peso, peso final (Ciclo final) con respecto a su estado inicial (Ciclo de inicio) del orden de:

CUADRO N° 10.2.16

RELACION a/c	INCREMENTO (grs)
0.60	130.0
0.65	140.0
0.70	125.0

Esto corrobora la penetración de sales al interior del concreto.

11. Al continuar sometiendo a las probetas al ensayo de Humedecido y Secado después de producirse el fisuramiento, las probetas sufren agrietamientos tanto verticales, horizontales e inclinadas. Estas grietas se extienden hasta la cara superior e inferior de la probeta. En ningún momento se produce desprendimiento material.

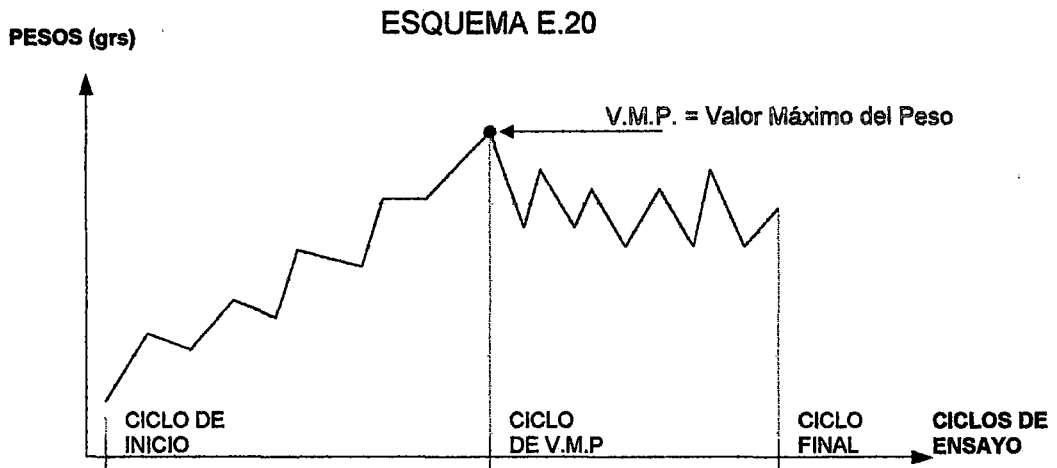
Ver Foto N° 45 al N° 53 del ANEXO D.

12. Un ciclo de ensayo dura aproximadamente de 2 a 3 días.
- 01 día de inmersión de la muestra en solución de cloruro de Sodio 100gr/lt,
 - 01 o 02 días que comprende: enfriamiento de la muestra, limpieza y pesado de la muestra, tomar fotos de las características físicas que presenta.
13. Concreto de mediana a alta resistencia, a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55, tiene mayor resistencia al ataque de la solución de Cloruro de Sodio 100 gr/lt, que el concreto de mediana a baja resistencia, a/c 0.60, 0.65 y 0.70.

Ver Cuadro N° 10.2.1.

Esto indica que las muestras de menor relación a/c son más compactas, con menos vacío y entonces la solución de Cloruro de Sodio tarda en ocupar los poros de la misma.

14. Manifestaciones físicas sobre la superficie del concreto.



- a. Eflorescencias en forma de algodón, no cubren el total de la superficie lateral de la probeta, y se manifiesta en poco espesor 1.5mm.
- b. Eflorescencias blancas, que se manifiestan como pequeños puntos blancos de consistencia dura al tacto, en poca cantidad.
- c. Superficie áspera.
- d. Se acentúa la presencia de eflorescencia algodonosa, se incrementa su espesor hasta 3.5mm y aparece en todas las probetas.
- e. Se observa líneas que forman polígonos cerrados, no es tan notoria.

- a. Disminuye la eflorescencia blanca.
- b. Inicio de la formación de la piel de cocodrilo para acentuarse posteriormente.
- c. Paralelamente a la formación de la piel de cocodrilo se incrementa la presencia de eflorescencia blanca (puntos blancos) que originan manchas blancas cubriendo la superficie de la probeta. Esto origina una superficie áspera.
- d. Aparición de fisuras no visibles.
- e. Aparición de fisuras visibles producto del desarrollo de las fisuras no visibles.

- a. Final del proceso corrosivo las probetas se han fisurado. Las características que a continuación se dan suceden cuando se somete a 4 o 6 ciclos mas después de haberse fisurado la probeta. Probetas presentan agrietamientos considerables que bordean la superficie lateral de la probeta, se manifiestan en forma vertical, horizontal e inclinada. No se produce desprendimiento de material.

10.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION

PROBETAS DE CONCRETO 4x8" INMERSAS EN SOLUCION DE CLORURO DE SODIO 100gr/l

El fenómeno de corrosión no siempre involucra un cambio de peso o un deterioro visible a simple vista, ya que en muchas formas de corrosión se manifiestan por un cambio de las propiedades de los materiales, disminuyendo su resistencia.

El ensayo de resistencia a la compresión para probetas de 4x8" se realiza después de permanecer durante 30, 60, 90 y 120 días inmersas en una solución de Cloruro de Sodio con concentración de 100gr/l.

Asimismo se determinó la resistencia de probetas 4x8" en condiciones normales, llámese curado a los 7, 14 y 28 días en agua potable; esto con el fin de tener un factor de extrapolación con las resistencias del concreto patrón 6x12" y poder extrapolar las probetas de 4x8" inmersas en Cloruro de Sodio a resistencias de probetas de 6x12". El factor de extrapolación considerado fue a los 28 días de curado.

Para el ensayo de resistencia a la compresión se elaboró para cada relación agua/cemento 24 probetas de 4x8", que fueron ensayadas en número de 06 probetas para cada periodo de inmersión (30, 60, 90 y 120 días).

Posteriormente las resistencias determinadas en probetas 4x8" fueron extrapoladas a resistencia de probetas 6x12" con el fin de realizar los análisis respectivos en las mismas condiciones.

1. RESISTENCIA DEL CONCRETO PATRON A LOS 28 DIAS DE CURADO

CUADRO N° 10.3.1

Relación a/c	f _c (Kg/cm ²)
0.40	423.77
0.45	413.21
0.50	400.76
0.55	351.22
0.60	353.19
0.65	332.72
0.70	305.05

La resistencia es inversamente proporcional a la relación a/c.

Nota: Resistencias de relación a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55 proporcionadas por el Bach. Luis Carlos Orozco, mayor detalle ver ANEXO B-9.10

2. RESISTENCIA DE PROBETAS DE CONCRETO INMERSAS EN SOLUCION DE CLORURO DE SODIO 100gr/l

CUADRO N° 10.3.2

RELACIÓN a/c	CONCRETO PATRON f _c (A)	NUMERO DE DÍAS DE INMERSION	f _c (Kg/cm ²) INMERSION EN NaCl (B)	DESARROLLO PORCENTUAL DE (B) RESPECTO (A)
0.40	423.77	30	465.46	109.84%
		60	488.84	115.35%
		90	555.16	131.00%
0.45	413.21	30	425.31	102.91%
		60	439.10	106.27%
		90	498.42	120.62%
0.50	400.76	30	419.53	104.68%
		60	438.40	109.39%
		90	469.18	117.07%
0.55	351.32	30	400.12	113.89%
		60	420.26	119.62%
		90	462.78	131.73%

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

RELACIÓN a/c	CONCRETO PATRON f_c (A)	NUMERO DE DÍAS DE INMERSION	f_c (Kg/cm ²) INMERSION EN C1Na (B)	DESARROLLO PORCENTUAL DE (B) RESPECTO (A)
0.60	353.19	30	390.02	110.43%
		60	403.01	114.11%
		90	443.04	125.44%
		120	441.20	124.92%
0.65	332.72	30	339.57	102.06%
		60	388.25	116.69%
		90	407.14	122.37%
		120	397.39	119.44%
0.70	305.05	30	325.55	106.72%
		60	366.11	120.02%
		90	348.39	114.21%
		120	270.50	88.67%

A) RELACIÓN a/c 0.40

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 31.00%; siendo el mínimo de 9.84% a los 30 días de inmersión.
3. Hasta los 90 días de inmersión no se observa disminución de resistencia.

B) RELACION a/c 0.45

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 20.62%; siendo el mínimo de 2.91% a los 30 días de inmersión.
3. Hasta los 90 días de inmersión no se observa disminución de resistencia.

C) RELACION a/c 0.50

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 17.07%; siendo el mínimo de 4.68% a los 30 días de inmersión.
3. Hasta los 90 días de inmersión no se observa disminución de resistencia.

D) RELACION a/c 0.55

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 31.73%; siendo el mínimo de 13.89% a los 30 días de inmersión.
3. Hasta los 90 días de inmersión no se observa disminución de resistencia.

E) RELACION A/C 0.60

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 25.44%; siendo el mínimo de 10.43% a los 30 días de inmersión.
3. Analizando la columna (B) para a/c 0.60 la resistencia comienza a disminuir a los 120 días de inmersión (441.20 Kg/cm²) la cual es menor que la resistencia a los 90 días (443.04 Kg/cm²).

F) RELACION a/c 0.65

1. Los valores de resistencia para los diferentes días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 90 días de inmersión y es de 22.37%; siendo el mínimo de 2.06% a los 30 días de inmersión.
3. Analizando la columna (B) para a/c 0.65 la resistencia comienza a disminuir a los 120 días de inmersión (397.39 Kg/cm²) la cual es menor que la resistencia a los 90 días (407.14 Kg/cm²).

G) RELACION a/c 0.70

1. Los valores de resistencia durante los 30, 60 y 90 días de inmersión son mayores con respecto al concreto patrón. A los 120 días comienza a disminuir en un 11.33%.
2. El incremento porcentual máximo se da a los 60 días de inmersión y es de 20.02%; siendo el mínimo de 6.72% a los 30 días de inmersión.
3. Analizando la columna (B) para a/c 0.70 la resistencia comienza a disminuir a los 90 días de inmersión (348.39 Kg/cm²) la cual es menor que la resistencia a los 60 días (366.11 Kg/cm²).

3. FACTOR DE EXTRAPOLACION DE RESISTENCIA DE PROBETA DE CONCRETO 4x8" A RESISTENCIA DE PROBETA DE CONCRETO PATRON 6x12"

Los factores de extrapolación a los 28 días son mayores o ligeramente menores que la unidad. Esto significa que no necesariamente al realizar el ensayo de resistencia la compresión en probetas 4x8" va a ser igual que la resistencia de probetas 6x12", por lo que se afirma que la resistencia de probetas 6x12" es mayor o ligeramente menor que la resistencia de probetas 4x8".

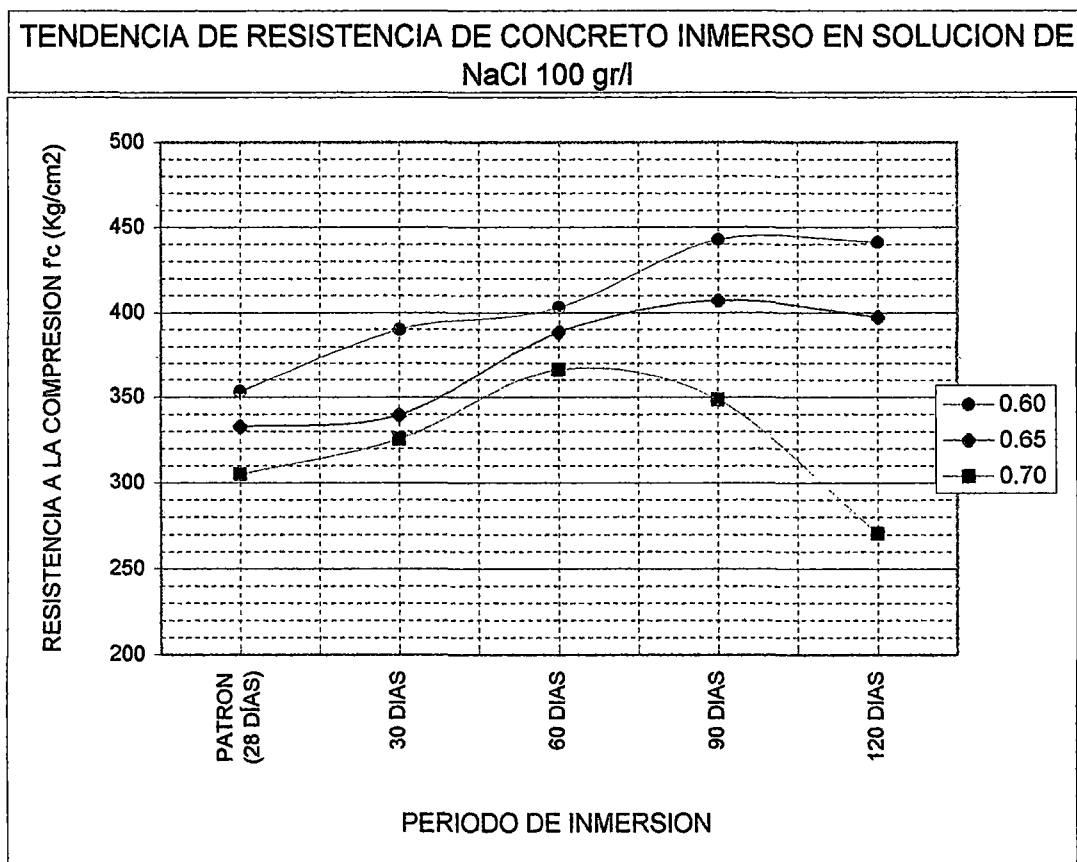
$$\text{Factor de Extrapolación} = \frac{\text{Resistencia}_{\text{probetas 6x12''}}}{\text{Resistencia}_{\text{probetas 4x8''}}}$$

CUADRO N° 10.3.3

EDAD	RELACIÓN a/c	FACTOR EXTRAPOLACION
28 DIAS	0.40	0.989
	0.45	0.988
	0.50	1.013
	0.55	1.029
	0.60	1.053
	0.65	1.023
	0.70	1.005

4. El Cloruro de Sodio en solución incrementa la resistencia del concreto después de un periodo de inmersión (30, 60, 90 y 120 días) para luego disminuir hasta llegar a ser menor que la resistencia del concreto patrón.
5. La disminución de resistencia para la relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70 ocurren después de alcanzar el máximo incremento de resistencia.

Ver el siguiente gráfico.



CAPITULO 11

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 GENERALIDADES

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el grado de corrosión en los concretos de mediana a baja resistencia (relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70) con cemento Portland Tipo I – Sol por acción del Cloruro de Sodio en solución 100gr/l.

Para tal efecto se elaboró probetas de concreto de 4x8" para la relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70, y con un porcentaje óptimo de arena y piedra de 48 y 52% respectivamente. Dichas probetas fueron sometidas a ensayos de corrosión acelerada; llámese ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso, y ensayo de resistencia a la Compresión.

Breve descripción de los ensayos acelerados.

- Ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso

El concreto (probetas de 4x8") fue sometido a ciclos de humedecido (24 horas) en una solución de Cloruro de Sodio con una concentración de 100gr/l, y secado en un horno (3h a 4h con temperatura de 105°C-110°C).

El proceso del ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso finalizó, después de 18 a 23 ciclos, con la fisuración y posterior agrietamiento del concreto.

- Ensayo por resistencia a la Compresión

El concreto (probetas de 4x8") luego de ser curadas 28 días en agua fue sumergido en una solución de Cloruro de Sodio con concentración de 100gr/l y

luego se procedió a la rotura del mismo al cabo de 30, 60, 90 y 120 días de ser sumergidas.

En este ensayo se determinó la resistencia a la Compresión en probetas 4x8", 54 unidades en condiciones normales (curado a 7, 14 y 28 días en agua) y 84 unidades, previa curación de 28 días en agua, en condiciones de inmersión en una solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l.

Las primeras para tener un factor de extrapolación con las probetas del concreto patrón 6x12" (28 días de curado) y con este factor extrapolar las probetas 4x8" sumergidas en solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l a resistencias a la Compresión de probetas 6x12".

11.2 CONCLUSIONES

1. La corrosión del concreto de mediana a baja resistencia (relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70) por acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l mediante los ciclos de humedecido y secado es del tipo físico-mecánico. Este proceso corrosivo se desarrolla de la manera siguiente:

- Penetración de sales en los poros del concreto (humedecido del concreto).
- Acumulación de las sales al interior del concreto, hasta llegar a saturar sus poros (incremento de peso).
- Cristalización de las sales al interior del concreto, por evaporación del agua (secado del concreto).
- Expansión de las sales durante el proceso de cristalización.
- Fisuración y posterior agrietamiento del concreto.

2. El concreto de menor relación agua-cemento tiene mayor resistencia que el concreto de mayor relación agua-cemento frente al ataque del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l mediante los ciclos de humedecido y secado.

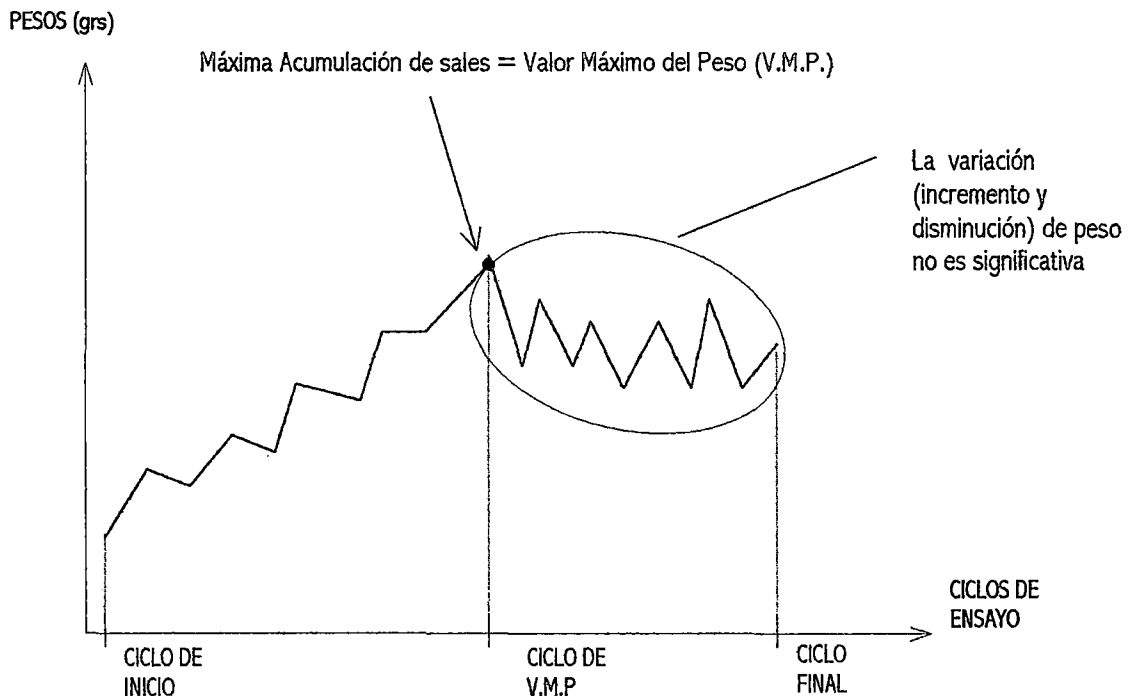
Esta respuesta del concreto al ataque del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l se manifiesta por el número de ciclos empleados al finalizar el ensayo de Humedecido y Secado, siendo de 23, 19 y 18 ciclos para la relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente.

3. La corrosión del concreto de mediana a baja resistencia (a/c 0.60, 0.65 y 0.70) por acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l, mediante los ciclos de humedecido y secado, produce diferentes manifestaciones físicas que aparecen sobre la superficie del concreto; éstas se dan en cuatro periodos:

PERIODO			
PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
Mitad del periodo, aparece las eflorescencias algodonosas, espesor variable, cubre parte de la superficie del concreto.	Incremento de eflorescencias algodonosas, en cantidad y espesor, disminuyendo al final del periodo.	Aparece la piel de cocodrilo al inicio y se acentúa al final del periodo.	Disminución de la eflorescencia algodonosa en cantidad y espesor.
Finales del periodo aparición de eflorescencias blanquecinas en poca cantidad.	Eflorescencias blanquecinas permanecen, no se incrementan.	Incremento de eflorescencias blanquecinas, son puntos blancos de consistencia dura al tacto.	Fisuras al inicio del periodo que lleva a la fisuración y agrietamiento del concreto.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

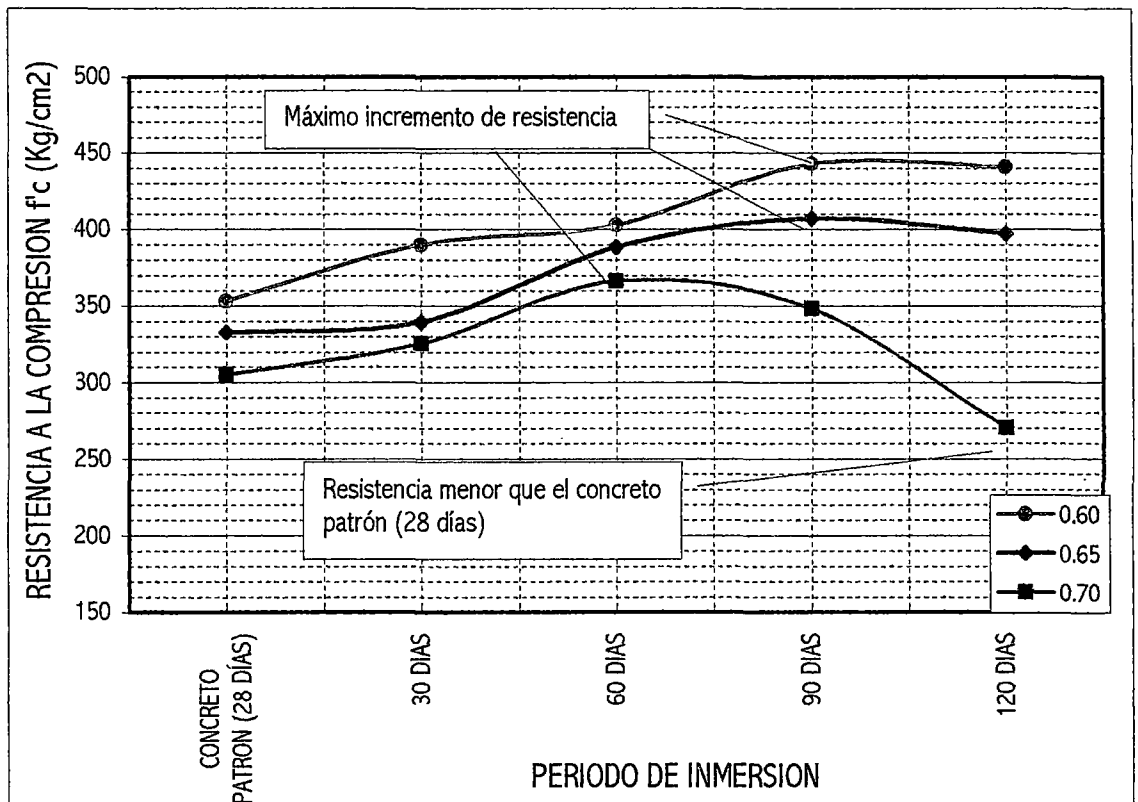
4. La corrosión del tipo físico-mecánico que se produce en el concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70, y las manifestaciones físicas que aparecen sobre la superficie del concreto, ambos como consecuencia de la acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l sobre el concreto mediante los ciclos de humedecido y secado, gráficamente se desarrollan de la siguiente manera:



Proceso de la Corrosión Físico-Mecánico	Penetración, acumulación y saturación de sales en los poros del concreto.	Saturación, cristalización, expansión e inicio de la fisuración.	Fisuración y posterior agrietamiento del concreto.
Manifestaciones físicas sobre la superficie del concreto	Eflorescencias algodonosas de espesor variable, incrementándose al final; también aparición de Eflorescencias blanquecinas.	Piel de cocodrilo. Incremento de eflorescencias blanquecinas de consistencia dura al tacto. Disminución de eflorescencias algodonosas.	Se observa eflorescencia algodonosa en poca cantidad y espesor, eflorescencia blanquecina permanece.

5. En el proceso de la corrosión del tipo físico-mecánico que se produce en el concreto de mediana a baja resistencia, producto de la acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l mediante los ciclos de humedecido y secado, la fisuración del concreto se inicia por la expansión de las sales cristalizadas al interior de los poros del mismo. Tal efecto físico se produce aproximadamente después de 10 a 14 ciclos de humedecido y secado por la penetración de la solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l al interior del concreto.
6. En el proceso del ensayo de Humedecido y Secado se produce acumulación de sales al interior de los poros del concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70 siendo de 4.88%, 5.02% y 4.15% respectivamente, porcentajes en peso con respecto al peso del concreto en el primer ciclo de ensayo.
7. El concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70 sometido a ciclos de humedecido y secado presente fisuración y posterior agrietamiento del concreto sin desprendimiento del material, llámese arena, piedra o pasta. Tales efectos se presentan después de 23, 19 y 18 ciclos de humedecido y secado para la relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70 respectivamente.
8. La resistencia a la Compresión del concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70, al cabo de 30 días de ser sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio 100gr/l, se incrementa en un 10.43%, 2.06% y 6.72% respectivamente con respecto al concreto patrón (28 días de curado).
9. La resistencia a la Compresión del concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70, al cabo de 60 días de ser sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio 100gr/l, se incrementa en un 14.11%, 16.69% y 20.02% respectivamente con respecto al concreto patrón (28 días de curado).

10. La resistencia a la Compresión del concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70, al cabo de 90 días de ser sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio 100gr/l, se incrementa en un 25.44%, 22.37% y 14.21% respectivamente con respecto al concreto patrón (28 días de curado).
11. La resistencia a la Compresión del concreto de mediana a baja resistencia relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70, al cabo de 120 días de ser sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio 100gr/l, es de 24.92% (*incremento*), 19.44% (*incremento*) y 11.33% (*disminución*) respectivamente con respecto al concreto patrón (28 días de curado).
12. La resistencia a la Compresión del concreto de mediana a baja resistencia (relación agua-cemento 0.60, 0.65 y 0.70) realizado el ensayo de rotura al cabo de 30, 60, 90 y 120 días de ser sumergidas en una solución de Cloruro de Sodio 100gr/l, para las tres relaciones agua-cemento mencionadas, presenta la siguiente tendencia gráfica:



13. Los resultados de los ensayos de corrosión acelerada, llámese ensayo de resistencia a la Compresión y ensayo de Humedecido, Secado y Pérdida de peso por acción del Cloruro de Sodio en solución 100 gr/l, nos muestran que la porosidad del concreto tiene una relación con su permeabilidad y por consiguiente en la durabilidad de la estructura.

11.3 RECOMENDACIONES

1. Extender el estudio a concretos diseñados con y sin aditivo, inmersos y bajo presión de una solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l.
2. En investigaciones posteriores incrementar los días de inmersión del concreto para el ensayo por resistencia a la Compresión a más de 120 días, a fin de cuantificar la disminución de esta resistencia con respecto a la resistencia del concreto patrón (28 días de curado).
3. Los concretos, morteros y pastas en obras civiles expuestas a un medio agresivo en solución debe ser protegida interna y externamente de estas sustancias, a fin de evitar la penetración de estos agentes y por consiguiente evitar la corrosión de los mismos.
4. El estado del concreto en obras ya existentes puede comprobarse, a grandes rasgos, de la forma siguiente:
 - Por la inspección visual de la superficie del concreto. En el acta correspondiente deberán indicarse las eflorescencias e incrustaciones de sales, su espesor, su forma (compacta, porosa, ramificada, etc.), color, si están secas o húmedas, y, en algunos casos, si son transparentes o si desprenden olor.
 - Estimando la resistencia del concreto y sus propiedades físicas, mediante un martillo y un cincel, con un esclerometro, con aparato de ultrasonido, etcétera.
5. El concreto expuesto a severas condiciones debe ser durable, para ello debe tener una baja permeabilidad, contenido de cemento 400 kg por m³ de concreto (valor mínimo), la relación agua-cemento no debe ser mayor de 0.45, una buena granulometría del agregado (granulometría continua, ya que permiten lograr concretos más densos), y un curado por humedad de por lo menos 7 días.

6. El diseño de una estructura de concreto requiere una investigación del entorno microclimático en el que va a funcionar. La investigación deberá realizarse al comienzo del proyecto.
7. En el proceso constructivo de las estructuras de concreto para asegurar la correcta ejecución de los procedimientos de diseño y de las especificaciones en la construcción se debe contar con el personal de obra capacitado; ya que el tiempo y dinero gastados para entrenar a los obreros produce buenas ganancias para el contratista, especialmente cuando se compara con los costos de reparación, o la remoción y el reemplazo del concreto que se ha deteriorado prematuramente.
8. En los concretos expuestos a agentes y/o ambientes agresivos usar aditivo plastificante a fin de reducir la porosidad y la absorción, y por consiguiente evitar la corrosión de los mismos.
9. La vida útil de la estructura debe ser garantizada por las normas de diseño y construcción, y por el servicio de mantenimiento que se implemente, posterior a la construcción de la estructura y cuando está proceda a entrar en operación.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-4.1	Diseño de mezcla de prueba para a/c 0.60
ANEXO A-4.2	Diseño de mezcla de prueba para a/c 0.65
ANEXO A-4.3	Diseño de mezcla de prueba para a/c 0.70
ANEXO A-5.1	Ensayo de Consistencia del concreto fresco
ANEXO A-5.2	Ensayo de Exudación del concreto fresco
ANEXO A-5.3	Ensayo de Peso Unitario del concreto fresco
ANEXO A-5.4	Ensayo de Tiempo de Fraguado del concreto fresco
ANEXO A-5.5	Ensayo de Fluidéz del concreto fresco
ANEXO A-6.1	Resistencia a la compresión probetas patrón 6x12" Relación a/c 0.60
ANEXO A-6.2	Resistencia a la compresión probetas patrón 6x12" Relación a/c 0.65
ANEXO A-6.3	Resistencia a la compresión probetas patrón 6x12" Relación a/c 0.70
ANEXO A-6.4	Resistencia a la compresión diametral
ANEXO A-6.5	Modulo Elástico a/c 0.60, 0.65 y 0.70

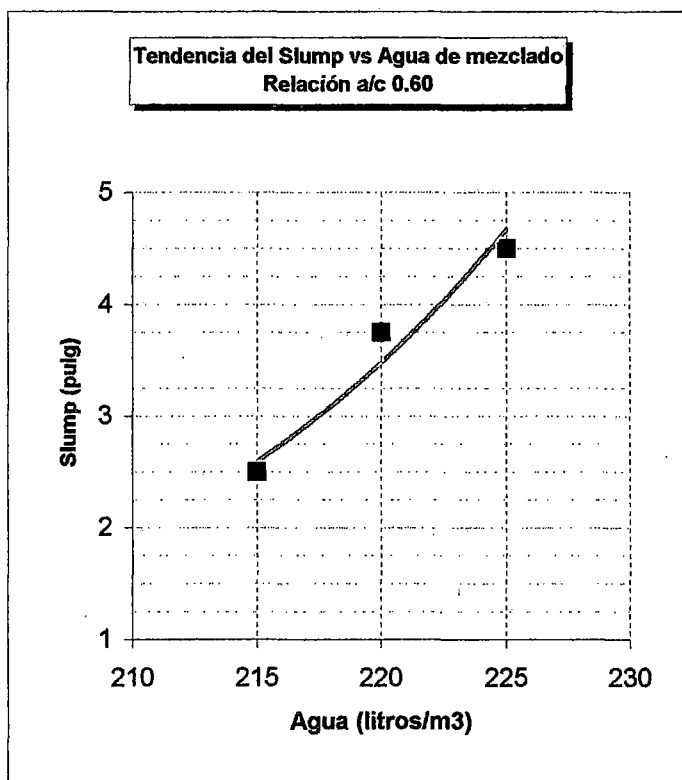
DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA PARA RELACION $a/c = 0.60$

1. Dosificación de mezclas de prueba

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)			UND
	Peso seco			Peso Húmedo			
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Cemento	359.00	367.00	375.00	7.18	7.34	7.50	Kg.
Agua	215.00	220.00	225.00	4.18	4.28	4.38	Litros
Piedra	906.00	892.00	884.00	18.16	17.88	17.72	Kg.
Arena	805.00	798.00	787.00	16.64	16.50	16.26	Kg.
Aire atrapado	2.0%	2.0%	2.0%				
Slump				2 1/2	3 3/4	4 1/2	Pulg.

2. Gráfico para la obtención de agua de mezcla óptima

Agua (l/m ³)	Slump (pulg)
215	2 1/2
220	3 3/4
225	4 1/2



3. Agua de Mezcla obtenida:

Del gráfico mostrado se observa que para un Slump de 3 1/2" se requiere 220 litros de agua.

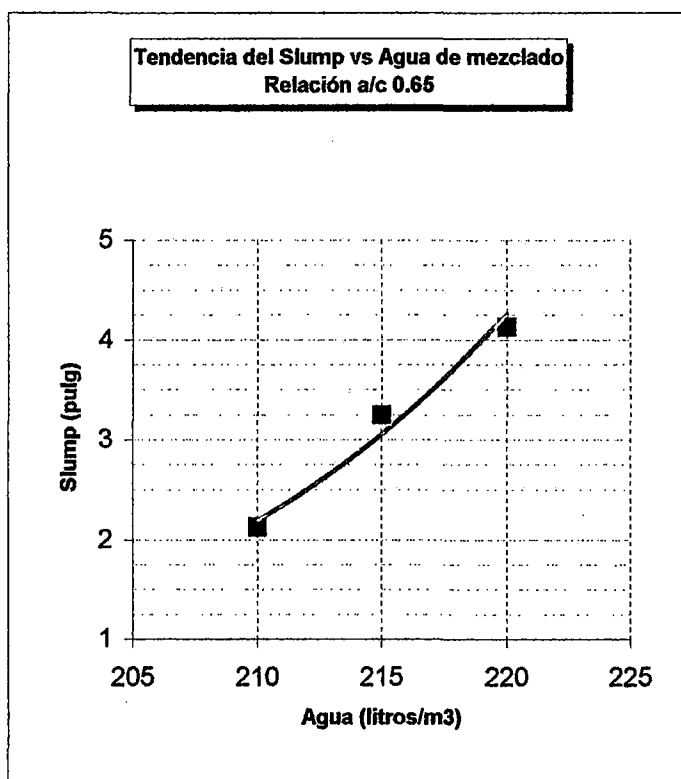
DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA PARA RELACION $a/c = 0.65$

1. Dosificación de mezclas de prueba

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)			UND
	Peso seco			Peso Húmedo			
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Cemento	324.00	331.00	339.00	6.48	6.62	6.78	Kg.
Agua	210.00	215.00	220.00	4.08	4.18	4.28	Litros
Piedra	927.00	916.00	906.00	18.58	18.36	18.16	Kg.
Arena	826.00	818.00	808.00	17.08	16.90	16.70	Kg.
Aire atrapado	2.0%	2.0%	2.0%				
Slump				2 1/8	3 1/4	4 1/8	Pulg.

2. Gráfico para la obtención de agua de mezcla optima

Agua (l/m ³)	Slump (pulg)
210	2 1/8
215	3 1/4
220	4 1/8



3. Agua de Mezcla obtenida:

Del gráfico mostrado se observa que para un Slump de 3 1/2" se requiere 217 litros de agua.

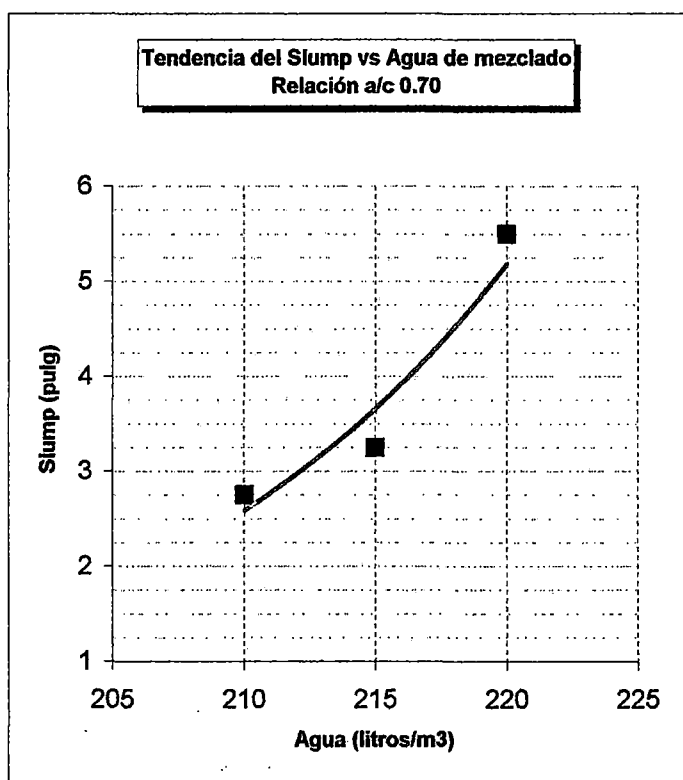
DISEÑO DE MEZCLA DE PRUEBA PARA RELACION $a/c = 0.70$

1. Dosificación de mezclas de prueba

Material	DISEÑO POR M ³ DE CONCRETO			Tanda (0.02 m ³)			UND
	Peso seco			Peso Húmedo			
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
Cemento	300.00	308.00	315.00	6.00	6.16	6.30	Kg.
Agua	210.00	215.00	220.00	4.08	4.18	4.28	Litros
Piedra	938.00	927.00	916.00	18.80	18.58	18.36	Kg.
Arena	836.00	826.00	818.00	17.28	17.08	16.90	Kg.
Aire atrapado	2.0%	2.0%	2.0%				
Slump				2 3/4	3 1/4	5 1/2	Pulg.

2. Gráfico para la obtención de agua de mezcla optima

Agua (l/m ³)	Slump (pulg)
210	2 3/4
215	3 1/4
220	5 1/2



3. Agua de Mezcla obtenida:

Del gráfico mostrado se observa que para un Slump de 3 1/2" se requiere 214 litros de agua.

ENSAYO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO

(Método del Cono Abrams)

Datos & Resultados	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70

Datos del diseño seco por M ³				
Cemento	Kg.	367	334	306
Agua	litros	220	217	214
Arena	Kg.	892	914	930
Piedra	Kg.	798	813	829
Peso Unitario Diseño	Kg/m ³	2277	2278	2279

Datos del diseño húmedo por M ³				
Cemento	Kg.	367	334	306
Agua	litros	214	211	208
Arena	Kg.	894	916	932
Piedra	Kg.	825	840	857
Peso Unitario Diseño	Kg/m ³	2300	2301	2303

Slump obtenido	Pulgada	3 1/2	3 1/2	3 1/2
----------------	---------	-------	-------	-------

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO RELACION $a/c = 0.60$

Materiales	Diseño / m ³		Datos & Resultados	
	Seco	Húmedo		
Cemento Sol Tipo I	367	367	Slump	3 1/2
Agua	220	214	Termino de alisado	10:27
Arena Fina	892	894	Muestra (Kg.)	50
Piedra	798	825		
		2300	Agua en muestra (Kg)	4.65

HORA	TIEMPO (min)		VOL. EXC. (cm ³)	
	parcial	acumulado	parcial	acumulado
10:27	0:00	0:00	0.0	0.0
10:37	0:10	0:10	4.0	4.0
10:47	0:10	0:20	4.0	8.0
10:57	0:10	0:30	6.0	14.0
11:07	0:10	0:40	4.0	18.0
11:37	0:30	1:10	17.0	35.0
12:07	0:30	1:40	12.0	47.0
12:37	0:30	2:10	1.0	48.0
13:07	0:30	2:40	0.0	48.0

Agua de la muestra

4652.17 cm³

Exudación total

48.0 cm³

Porcentaje de exudación	1.03%
-------------------------	-------

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO RELACION $a/c = 0.65$

Materiales	Diseño / m ³		Datos & Resultados	
	Seco	Húmedo		
Cemento Sol Tipo I	334	334	Slump	3 1/2
Agua	217	211	Termino de alisado	8:20
Arena Fina	914	916	Muestra (Kg.)	50
Piedra	813	840		
		2301	Agua en muestra (Kg)	4.58

HORA	TIEMPO (min)		VOL. EXC. (cm ³)	
	parcial	acumulado	parcial	acumulado
8:20	0:00	0:00	0.0	0.0
8:30	0:10	0:10	3.0	3.0
8:40	0:10	0:20	5.0	8.0
8:50	0:10	0:30	9.0	17.0
9:00	0:10	0:40	15.0	32.0
9:30	0:30	1:10	18.0	50.0
10:00	0:30	1:40	2.0	52.0
10:30	0:30	2:10	2.0	54.0
11:00	0:30	2:40	1.0	55.0
11:30	0:30	3:10	0.0	55.0

Agua de la muestra 4584.96 cm³
 Exudación total 55.0 cm³

Porcentaje de exudación	1.20%
-------------------------	-------

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO RELACION $a/c = 0.70$

Materiales	Diseño / m ³		Datos & Resultados	
	Seco	Húmedo		
Cemento Sol Tipo I	306	306	Slump	3 1/2
Agua	214	208	Termino de alisado	3:10
Arena Fina	930	932	Muestra (Kg.)	50
Piedra	829	857		
		2303	Agua en muestra (Kg)	4.52

HORA	TIEMPO (min)		VOL. EXC. (cm ³)	
	parcial	acumulado	parcial	acumulado
3:25	0:00	0:00	1.0	0.0
3:35	0:10	0:10	5.0	5.0
3:45	0:10	0:20	5.0	10.0
3:55	0:10	0:30	6.0	16.0
4:25	0:30	1:00	18.0	34.0
4:55	0:30	1:30	16.0	50.0
5:25	0:30	2:00	2.0	52.0
5:55	0:30	2:30	1.0	53.0
6:25	0:30	3:00	0.0	53.0

Agua de la muestra 4515.85 cm³
 Exudación total 53.0 cm³

Porcentaje de exudación	1.17%
-------------------------	-------

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

$$V_{\text{balde}} = 1/2p^3$$

Datos & Resultados	Unidad	Relación a/c		
		0.60	0.65	0.70
Peso del balde	Kg.	8.50	8.50	8.50
Peso del balde + concreto	Kg.	41.8	41.7	41.75
Peso del concreto	Kg.	33.3	33.2	33.25
Volumen del balde	m ³	0.014158	0.014158	0.014158
Contenido aire (%)		2.21%	1.87%	1.93%
Peso Unitario Real	Kg/m ³	2351.96	2344.89	2348.43

Datos del diseño humedo por M ³				
Contenido Humedad (arena)	%	3.27	3.27	3.27
Cemento	Kg.	367	334	306
Agua	litros	214	211	208
Arena	Kg.	894	916	932
Piedra	Kg.	825	840	857
Peso Unitario Diseño	Kg/m ³	2300	2301	2303

Rendimiento

97.79%	98.13%	98.07%
--------	--------	--------

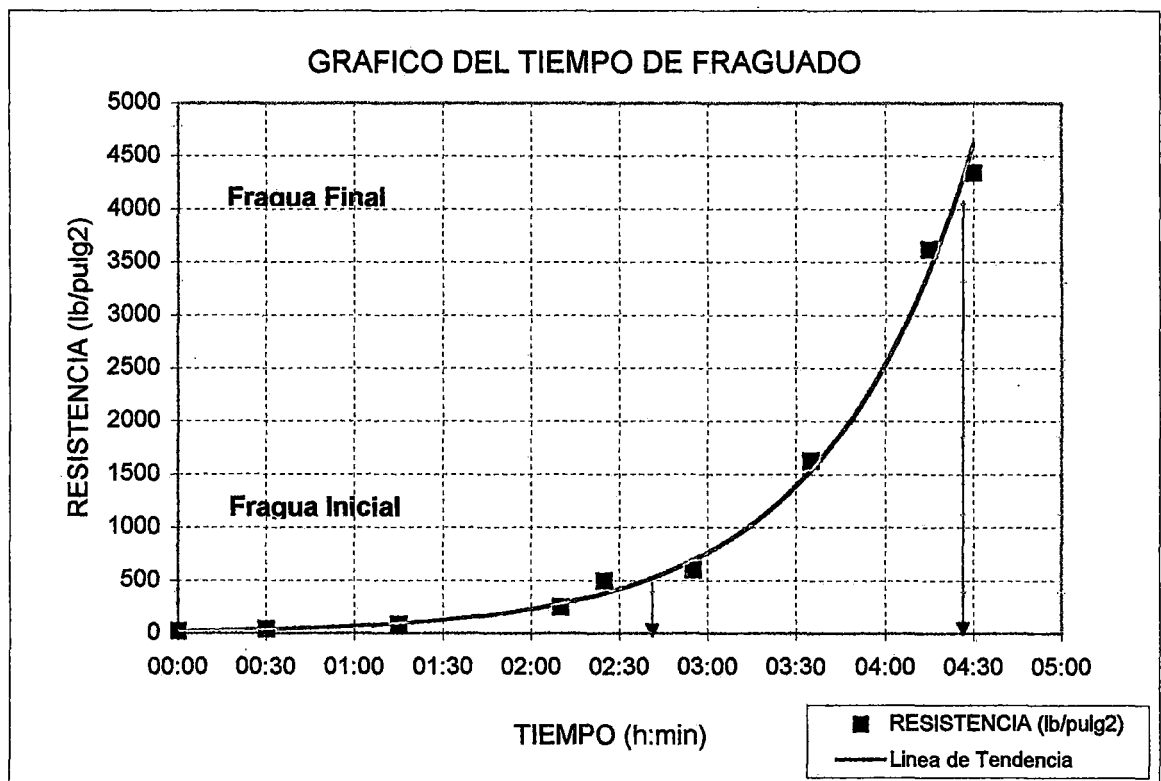
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO
RELACION a/c 0.60**

MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

HORA (h:min)	TIEMPO acumulado (h:min)	AGUJA		LECTURA Carga (lb)	RESISTENCIA (lb/pulg ²)
		Diam (pulg)	Area (pulg ²)		
01:45	00:00	1 1/8	0.994	22	22.13
02:15	00:30	1 1/8	0.994	38	38.23
03:00	01:15	1 1/8	0.994	85	85.51
03:55	02:10	9/16	0.249	62	249.49
04:10	02:25	5/16	0.077	38	495.44
04:40	02:55	5/16	0.077	46	599.75
05:20	03:35	4/16	0.049	80	1629.75
06:00	04:15	3/16	0.028	100	3621.66
06:15	04:30	3/16	0.028	120	4345.99

Tiempo de fragua inicial (500psi)	02:38
Tiempo de fragua final (4000psi)	04:22



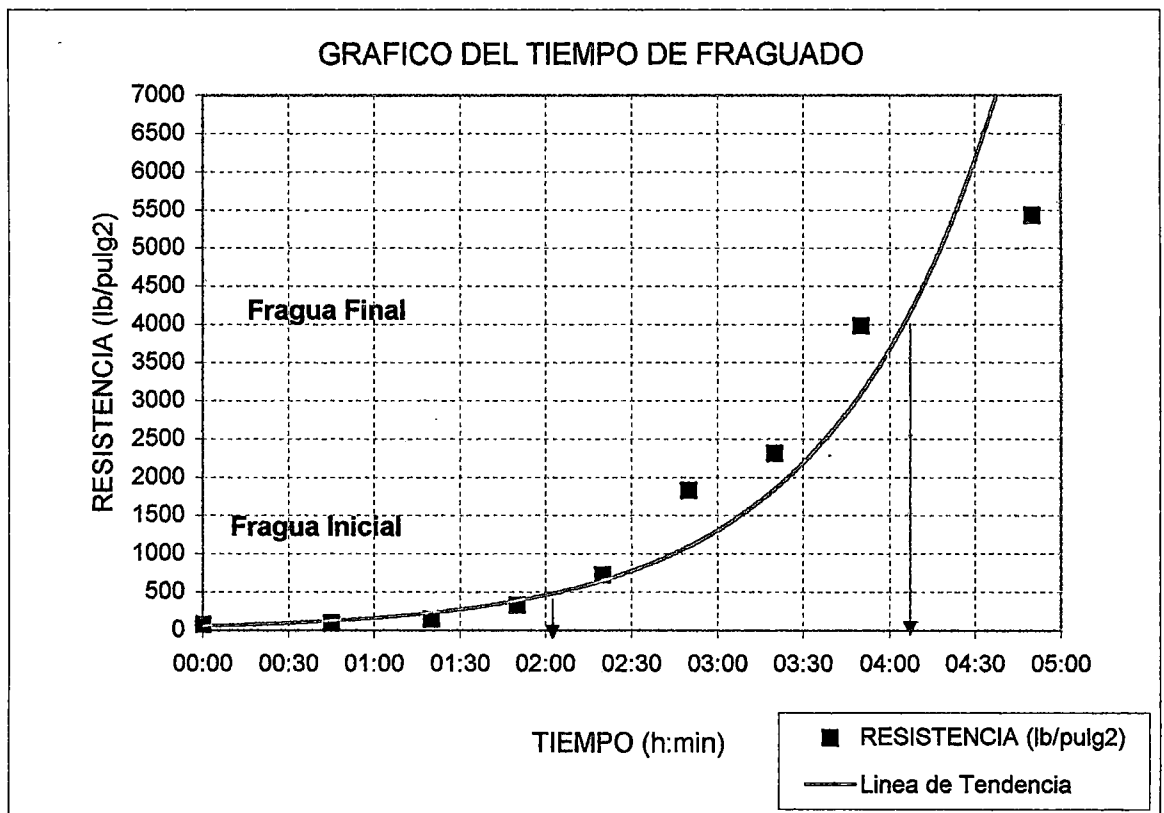
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO
RELACION a/c 0.65**

MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

HORA (h:min)	TIEMPO acumulado (h:min)	AGUJA		LECTURA Carga (lb)	RESISTENCIA (lb/pulg ²)
		Diam (pulg)	Area (pulg ²)		
02:40	00:00	1 1/8	0.994	78	78.47
03:25	00:45	13/16	0.518	50	96.43
04:00	01:20	13/16	0.518	78	150.44
04:30	01:50	9/16	0.249	82	329.97
05:00	02:20	5/16	0.077	56	730.13
05:30	02:50	4/16	0.049	90	1833.46
06:00	03:20	3/16	0.028	64	2317.86
06:30	03:50	3/16	0.028	110	3983.83
07:30	04:50	3/16	0.028	150	5432.49

Tiempo de fragua inicial (500psi)	02:00
Tiempo de fragua final (4000psi)	04:17



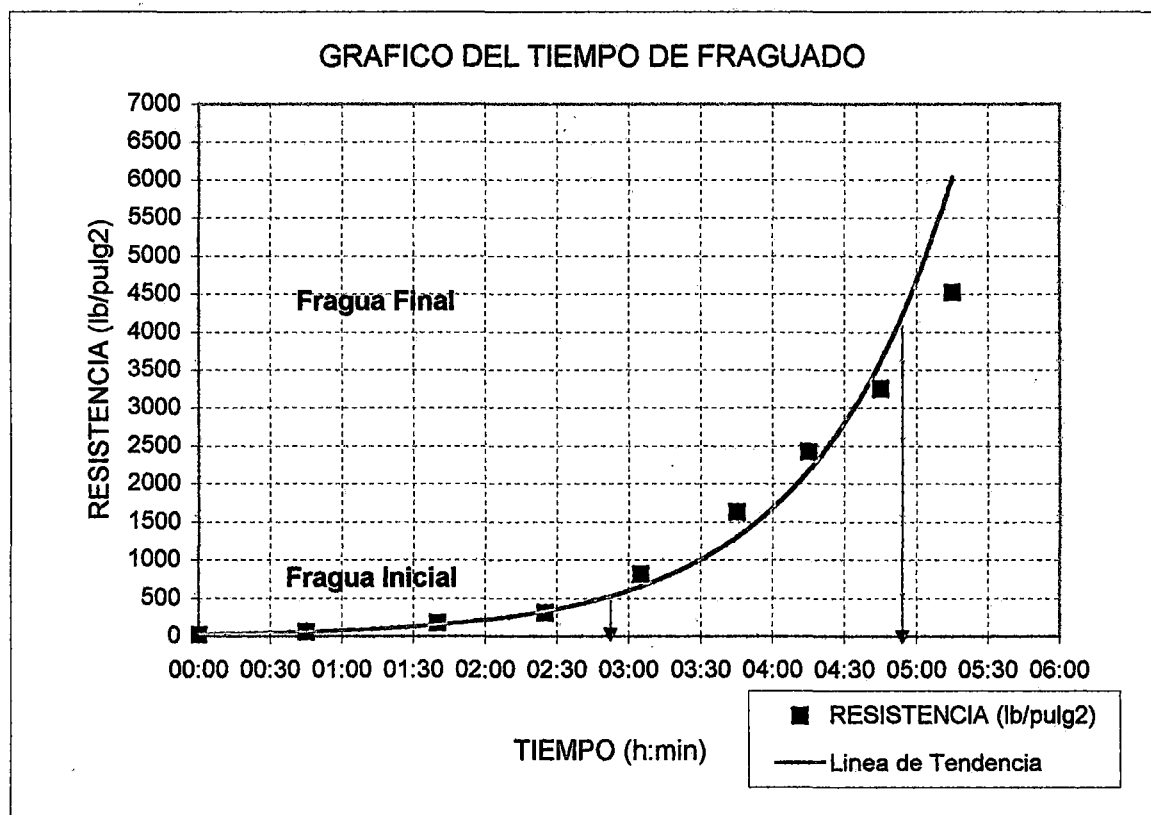
**ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO DEL CONCRETO
RELACION a/c 0.70**

MEDIANTE LA RESISTENCIA A LA PENETRACION

HORA (h:min)	TIEMPO acumulado (h:min)	AGUJA		LECTURA Carga (lb)	RESISTENCIA (lb/pulg ²)
		Diam (pulg)	Area (pulg ²)		
02:15	00:00	1 1/8	0.994	23	23.14
03:00	00:45	1 1/8	0.994	58	58.35
03:55	01:40	9/16	0.249	44	177.06
04:40	02:25	5/16	0.077	24	312.91
05:20	03:05	4/16	0.049	40	814.87
06:00	03:45	3/16	0.028	45	1629.75
06:30	04:15	3/16	0.028	67	2426.51
07:00	04:45	3/16	0.028	90	3259.49
07:30	05:15	3/16	0.028	125	4527.07

Tiempo de fragua inicial (500psi) 02:48

Tiempo de fragua final (4000psi) 04:50



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ENSAYO DE FLUIDEZ DEL CONCRETO

RELACION a/c	DIAMETRO							FLUIDEZ (%)
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	PROMEDIO	
0.60	49.2	49.4	49.0	49.5	49.3	49.0	49.23	96.9%
0.65	48.0	47.5	48.5	49.0	48.5	47.2	48.12	92.5%
0.70	46.8	47.0	46.5	48.0	47.6	47.8	47.28	89.1%

FLUIDEZ = f(%)

Factor de compactación

$$f(\%) = (D-25)*100/25$$

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON
Probetas 6x12"

A/C 0.60

Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm²)	f_c (Kg/cm²)	promedio
7	540.88	15.20	181.46	309.01	309.18
	529.10	15.10	179.08	306.31	
	546.48	15.20	181.46	312.21	
14	590.54	15.20	181.46	337.34	340.05
	582.84	15.00	176.71	341.90	
	596.80	15.20	181.46	340.91	
28	631.08	15.30	183.85	355.78	353.19
	606.48	15.10	179.08	351.04	
	633.70	15.30	183.85	357.25	
	589.90	15.20	181.46	336.97	
	603.14	15.30	183.85	340.05	
	650.28	15.40	186.27	361.83	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 * X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON
Probetas 6x12"

A/C 0.65					
Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
7	444.22	15.20	181.46	253.87	251.07
	436.38	15.20	181.46	249.40	
	437.30	15.20	181.46	249.93	
14	500.06	15.10	179.08	289.52	289.10
	505.24	15.20	181.46	288.68	
	468.72	15.00	176.71	275.05	
28	630.46	15.10	179.08	364.90	332.72
	572.58	15.20	181.46	327.09	
	560.50	15.10	179.08	324.46	
	566.56	15.30	183.85	319.45	
	536.38	15.30	183.85	302.46	
	581.24	15.30	183.85	327.72	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 * X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON
Probetas 6x12"

A/C 0.70

Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
7	397.80	15.00	176.71	233.51	241.54
	419.32	15.10	179.08	242.86	
	404.22	15.00	176.71	237.27	
	422.16	15.10	179.08	244.50	
14	480.86	15.20	181.46	274.77	286.43
	508.28	15.20	181.46	290.42	
	494.28	15.20	181.46	282.43	
28	521.56	15.00	176.71	306.00	305.05
	545.28	15.30	183.85	307.47	
	538.72	15.30	183.85	303.78	
	537.58	15.30	183.85	303.14	
	528.90	15.20	181.46	302.18	
	538.62	15.20	181.46	307.72	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 * X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Relación a/c	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Carga (KN)	RESISTENCIA A LA TRACCION	
				(Kg/cm ²)	PROMEDIO
0.60	15.00	30.52	199.68	28.86	28.50
	15.20	30.52	198.56	28.32	
	15.15	30.52	197.88	28.32	
0.65	15.20	30.51	166.76	23.82	24.12
	15.10	30.51	170.04	24.44	
	15.20	30.52	168.79	24.10	
0.70	15.20	30.52	158.68	22.66	22.16
	15.00	30.51	154.04	22.30	
	15.30	30.51	151.50	21.51	

**ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.60**

Edad 28 días

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	22.99	4.5	0.000225	0.0000225	0.23
60	6297.64	34.25	7.0	0.000350	0.0000350	0.35
80	8367.83	45.51	9.8	0.000490	0.0000490	0.49
100	10438.02	56.77	13.0	0.000650	0.0000650	0.65
120	12508.21	68.03	15.5	0.000775	0.0000775	0.78
140	14578.40	79.30	17.0	0.000850	0.0000850	0.85
160	16648.59	90.56	20.0	0.001000	0.0001000	1.00
180	18718.79	101.82	22.0	0.001100	0.0001100	1.10
200	20788.98	113.08	24.3	0.001215	0.0001215	1.22
220	22859.17	124.34	26.0	0.001300	0.0001300	1.30
240	24929.36	135.60	28.5	0.001425	0.0001425	1.43
260	26999.55	146.86	31.5	0.001575	0.0001575	1.58
280	29069.74	158.12	36.8	0.001840	0.0001840	1.84
300	31139.93	169.38	38.5	0.001925	0.0001925	1.93
320	33210.12	180.64	41.8	0.002090	0.0002090	2.09
340	35280.31	191.90	44.5	0.002225	0.0002225	2.23

Carga Máxima	610.00 (KN)	$S2 = 0.40 \times f_c$	137.56 (Kg/cm ²)
Diámetro	15.30 (cm)	e2 (para S2)	1.46 (x10E-4)
Area	183.85 (cm ²)	S1 (para e1)	46.21 (Kg/cm ²)
f _c	343.91 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = 955,395 Kg/cm²

**ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.60**

Edad 28 días

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	22.99	4.8	0.000240	0.0000240	0.24
60	6297.64	34.25	7.3	0.000365	0.0000365	0.37
80	8367.83	45.51	10.5	0.000525	0.0000525	0.53
100	10438.02	56.77	13.0	0.000650	0.0000650	0.65
120	12508.21	68.03	15.0	0.000750	0.0000750	0.75
140	14578.40	79.30	16.0	0.000800	0.0000800	0.80
160	16648.59	90.56	19.0	0.000950	0.0000950	0.95
180	18718.79	101.82	20.5	0.001025	0.0001025	1.03
200	20788.98	113.08	23.8	0.001190	0.0001190	1.19
220	22859.17	124.34	26.0	0.001300	0.0001300	1.30
240	24929.36	135.60	29.0	0.001450	0.0001450	1.45
260	26999.55	146.86	31.0	0.001550	0.0001550	1.55
280	29069.74	158.12	35.8	0.001790	0.0001790	1.79
300	31139.93	169.38	38.0	0.001900	0.0001900	1.90
320	33210.12	180.64	40.8	0.002040	0.0002040	2.04
340	35280.31	191.90	44.5	0.002225	0.0002225	2.23

Carga Máxima	650.30 (KN)	$S2 = 0.40 \times f'c$	146.64 (Kg/cm ²)
Diámetro	15.30 (cm)	e2 (para S2)	1.55 (x10E-4)
Area	183.85 (cm ²)	S1 (para e1)	43.40 (Kg/cm ²)
f _c	366.60 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = 985,083 Kg/cm²

Promedio 970,239 Kg/cm²

**ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.65**

Edad 28 dias

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	23.30	3.0	0.000150	0.0000150	0.15
60	6297.64	34.71	5.0	0.000250	0.0000250	0.25
80	8367.83	46.11	7.5	0.000375	0.0000375	0.38
100	10438.02	57.52	9.0	0.000450	0.0000450	0.45
120	12508.21	68.93	12.0	0.000600	0.0000600	0.60
140	14578.40	80.34	13.8	0.000690	0.0000690	0.69
160	16648.59	91.75	16.0	0.000800	0.0000800	0.80
180	18718.79	103.16	18.0	0.000900	0.0000900	0.90
200	20788.98	114.57	20.3	0.001015	0.0001015	1.02
220	22859.17	125.97	22.8	0.001140	0.0001140	1.14
240	24929.36	137.38	25.3	0.001265	0.0001265	1.27
260	26999.55	148.79	28.0	0.001400	0.0001400	1.40
280	29069.74	160.20	30.5	0.001525	0.0001525	1.53
300	31139.93	171.61	34.3	0.001715	0.0001715	1.72
320	33210.12	183.02	37.5	0.001875	0.0001875	1.88
340	35280.31	194.42	40.0	0.002000	0.0002000	2.00

Carga Maxima	576.70 (KN)	$S2 = 0.40 \times f_c$	131.78 (Kg/cm ²)
Diametro	15.20 (cm)	e2 (para S2)	1.21 (x10E-4)
Area	181.46 (cm ²)	S1 (para e1)	61.32 (Kg/cm ²)
f _c	329.44 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = 997,692 Kg/cm²

ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.65

Edad 28 dias

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	12.83	2.5	0.000125	0.0000125	0.13
60	6297.64	19.12	4.3	0.000215	0.0000215	0.22
80	8367.83	25.40	7.0	0.000350	0.0000350	0.35
100	10438.02	31.68	9.5	0.000475	0.0000475	0.48
120	12508.21	37.97	11.8	0.000590	0.0000590	0.59
140	14578.40	44.25	15.0	0.000750	0.0000750	0.75
160	16648.59	50.54	17.0	0.000850	0.0000850	0.85
180	18718.79	56.82	20.5	0.001025	0.0001025	1.03
200	20788.98	63.10	22.5	0.001125	0.0001125	1.13
220	22859.17	69.39	25.8	0.001290	0.0001290	1.29
240	24929.36	75.67	28.5	0.001425	0.0001425	1.43
260	26999.55	81.96	30.8	0.001540	0.0001540	1.54
280	29069.74	88.24	34.3	0.001715	0.0001715	1.72
300	31139.93	94.52	37.8	0.001890	0.0001890	1.89
320	33210.12	100.81	40.5	0.002025	0.0002025	2.03
340	35280.31	107.09	44.5	0.002225	0.0002225	2.23

Carga Maxima	567.42 (KN)	S2 =0.40x f_c	129.66 (Kg/cm ²)
Diametro	15.20 (cm)	e2 (para S2)	1.34 (x10E-4)
Area	181.46 (cm ²)	S1 (para e1)	59.59 (Kg/cm ²)
f_c	324.15 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = **838,830 Kg/cm²**

Promedio 918,261 Kg/cm²

ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.70

Edad 28 dias

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	23.30	0.5	0.000025	0.0000025	0.03
60	6297.64	34.71	3.0	0.000150	0.0000150	0.15
80	8367.83	46.11	6.0	0.000300	0.0000300	0.30
100	10438.02	57.52	9.0	0.000450	0.0000450	0.45
120	12508.21	68.93	12.3	0.000615	0.0000615	0.62
140	14578.40	80.34	15.8	0.000790	0.0000790	0.79
160	16648.59	91.75	19.5	0.000975	0.0000975	0.98
180	18718.79	103.16	23.3	0.001165	0.0001165	1.17
200	20788.98	114.57	26.5	0.001325	0.0001325	1.33
220	22859.17	125.97	30.0	0.001500	0.0001500	1.50
240	24929.36	137.38	34.5	0.001725	0.0001725	1.73
260	26999.55	148.79	37.8	0.001890	0.0001890	1.89
280	29069.74	160.20	41.5	0.002075	0.0002075	2.08
300	31139.93	171.61	46.3	0.002315	0.0002315	2.32
320	33210.12	183.02	49.5	0.002475	0.0002475	2.48
340	35280.31	194.42	53.3	0.002665	0.0002665	2.67

Carga Maxima	551.04 (KN)	S2 =0.40x f_c	125.92 (Kg/cm ²)
Diametro	15.20 (cm)	e2 (para S2)	1.50 (x10E-4)
Area	181.46 (cm ²)	S1 (para e1)	60.88 (Kg/cm ²)
f_c	314.81 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = 650,941 Kg/cm²

**ENSAYO DEL MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICO
RELACION a/c 0.70**

Edad

28 dias

Carga		Esfuerzo (Kg/cm ²)	Lectura		Deformación Unitaria	
(KN)	(KG)		Promedio	Corregida	*10E-0	*10E-4
			*10E-4	*10E-0		
40	4227.45	13.43	0.5	0.000025	0.0000025	0.03
60	6297.64	20.00	2.5	0.000125	0.0000125	0.13
80	8367.83	26.58	5.5	0.000275	0.0000275	0.28
100	10438.02	33.16	8.0	0.000400	0.0000400	0.40
120	12508.21	39.73	10.8	0.000540	0.0000540	0.54
140	14578.40	46.31	14.5	0.000725	0.0000725	0.73
160	16648.59	52.88	19.0	0.000950	0.0000950	0.95
180	18718.79	59.46	22.0	0.001100	0.0001100	1.10
200	20788.98	66.04	25.5	0.001275	0.0001275	1.28
220	22859.17	72.61	28.8	0.001440	0.0001440	1.44
240	24929.36	79.19	33.8	0.001690	0.0001690	1.69
260	26999.55	85.76	36.5	0.001825	0.0001825	1.83
280	29069.74	92.34	42.3	0.002115	0.0002115	2.12
300	31139.93	98.92	46.0	0.002300	0.0002300	2.30
320	33210.12	105.49	48.8	0.002440	0.0002440	2.44
340	35280.31	112.07	53.0	0.002650	0.0002650	2.65

Carga Maxima	551.04 (KN)	$S2 = 0.40 \times f_c$	125.92 (Kg/cm ²)
Diametro	15.20 (cm)	e2 (para S2)	1.44 (x10E-4)
Area	181.46 (cm ²)	S1 (para e1)	60.88 (Kg/cm ²)
f _c	314.81 (Kg/cm ²)	e1 (50 millonésima)	0.50 (x10E-4)

M.E.E. = 692,492 Kg/cm²

Promedio 671,716 Kg/cm²

ANEXO B

- ANEXO B – 9.1** Resumen de datos para la elaboración de los gráficos:
Relación a/c 0.60
- Variación de pesos vs Ciclos
 - Variación de peso acumulado (%) vs Ciclos
 - Pérdida de material acumulado (%) vs Ciclos
- ANEXO B – 9.2** Resumen de datos para la elaboración de los gráficos:
Relación a/c 0.65
- Variación de pesos vs Ciclos
 - Variación de peso acumulado (%) vs Ciclos
 - Pérdida de material acumulado (%) vs Ciclos
- ANEXO B – 9.3** Resumen de datos para la elaboración de los gráficos:
Relación a/c 0.70
- Variación de pesos vs Ciclos
 - Variación de peso acumulado (%) vs Ciclos
 - Pérdida de material acumulado (%) vs Ciclos
- ANEXO B - 9.4** Resistencia a la compresión Probetas patrón 4x8"
- ANEXO B – 9.5** Resistencia a la compresión probetas de concreto 4x8"
Inmersas en solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l
- ANEXO B – 9.6** Máximos y Mínimos valores del peso de muestras ensayadas
Relación a/c 0.60
- ANEXO B – 9.7** Máximos y Mínimos valores del peso de muestras ensayadas
Relación a/c 0.65
- ANEXO B – 9.8** Máximos y Mínimos valores del peso de muestras ensayadas
Relación a/c 0.70
- ANEXO B – 9.9** Incremento de peso entre Ciclo Inicial y Ciclo Final
Relación a/c 0.60, 0.65 y 0.70
- ANEXO B – 9.10** Resistencia a la compresión, probetas patrón y probetas
inmersas en solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l
Relación a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Variación de pesos (grs)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
C1																	
C2	25.00	-5.00			-5.00	-5.00	25.00	-5.00	5.00	5.00	-20.00		-10.00	10.00	5.00	-33.50	-110.00
C3	45.00	35.00	25.00	50.00	50.00	40.00	-65.00	130.00	20.00	5.00	-135.00	60.00	-140.00	35.00	45.00	-26.50	10.00
C4	-60.00	65.00	-5.00		-10.00		-5.00	-95.00	15.00	10.00	-10.00	-20.00	15.00	35.00	15.00		10.00
C5	45.00	20.00	35.00	45.00	60.00	-10.00	35.00	40.00	40.00	55.00	50.00	50.00	30.00		65.00	140.00	80.00
C6	40.00	35.00	50.00	50.00	75.00	65.00	60.00	80.00	70.00	80.00	22.00	27.00	20.00	72.00	70.00	25.00	46.00
C7	-20.00	-20.00	35.00	25.00	15.00	35.00	25.00	-40.00	-15.00	-10.00	78.00	-22.00	70.00	13.00	-75.00	-50.00	-26.00
C8	10.00	15.00	-45.00	20.00	-80.00	25.00	-5.00	-20.00	35.00	-40.00	-35.00	45.00	20.00	-35.00	40.00	25.00	70.00
C9	60.00	-25.00	65.00	-45.00	50.00	-30.00	40.00	65.00	15.00	45.00	73.00	33.00	-40.00	-49.00	65.00	20.00	-40.00
C10	20.00	-20.00	-30.00	5.00	45.00	-65.00	-10.00	-45.00	30.00	-60.00	-48.00	-78.00	-70.00	29.00	-75.00	-70.00	-45.00
C11	-25.00	50.00	25.00	25.00	-30.00	75.00	-35.00	30.00	-40.00	-20.00	10.00	-30.00	70.00	70.00	5.00	80.00	70.10
C12	20.00	-15.00	-5.00	-10.00	25.00	-25.00	25.00	-55.00	-45.00		-60.00	20.00	15.00	-55.00	-45.00	-70.00	-85.10
C13	-30.00	20.00	20.00	20.00	-15.00	55.00	30.00	99.00	65.00	55.00	55.00	70.00	15.00	-5.00	55.00	60.00	65.00
C14	-45.00	-85.00	-100.00	-105.00	-110.00	-50.00	-60.00	-44.00	-125.00	-20.00	-45.00	-85.00	-100.00	-40.00	-20.00	-65.00	-85.00
C15	35.00	45.00	80.00	65.00	115.00	-30.00	45.00	50.00	115.00	55.00	64.00	-20.00	97.00	88.00	24.00	70.00	60.00
C16	-20.00	-25.00	-25.00	-40.00	-80.00	39.70	-75.00	-61.00	-35.00	-45.00	-69.00	90.00	18.00	-33.00	31.00	-50.00	30.00
C17	20.00	40.00	25.00	30.50	60.00	-8.80	43.00	26.00	25.00	35.00	50.00	32.00	-58.00	29.00	10.00	38.00	20.00
C18	-10.00	-20.00	-30.00	-15.50	-65.00	31.70	17.00	26.50	-5.00	-20.00	15.00	-12.00	42.00	-29.00	-15.00	-39.00	-40.00

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Variación de pesos (grs)													
CICLOS	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1													
C2		-100.00	-10.00	25.20	-20.00	-15.00	-15.00	-40.00	19.00	-15.00	-35.00		15.00
C3	35.00	15.00	40.00	19.80	45.00	40.00	-90.00	-55.00	20.00	25.00	40.00	40.00	5.00
C4		100.00	90.00	-15.00	49.00	35.00	135.00	66.00	37.00	77.00	50.00	68.00	63.00
C5	45.00	-70.00	-95.00	49.00	19.00	-20.00	35.00	-26.00	-26.00	17.00	28.00	57.00	44.00
C6	39.00	45.00	40.00	39.00	5.00	50.00	-15.00	110.00	35.00	44.00	47.00	10.00	38.00
C7	21.00	155.00	79.00	-26.00	27.00	20.00	-20.00	10.00	20.00	23.00	-35.00	-20.00	-15.00
C8	-10.00	-35.00	21.00	44.00	-73.50	50.00	-37.00	-65.00	-50.00	-26.00	-38.00	30.00	20.00
C9	65.00	-20.00	-5.00	-66.00	48.50	-80.00	72.00	70.00	-6.00	30.00	88.00	-48.00	-35.00
C10	-45.00	10.00	-40.00	25.00	40.00	15.00	15.00	5.00	76.00	30.00	-45.00	13.00	-26.40
C11	-45.00	-45.00	-35.00	40.00	-20.00	25.00	15.00	-40.00	10.00	-33.00	50.00	-35.00	-8.60
C12	-20.00		15.00	-50.00	-60.00	-75.00	-60.00	-28.00	-170.00	-24.00	-77.00	-50.00	-35.00
C13	50.00	50.00	75.00	30.00	30.00	80.00	25.00	53.00	22.00	-11.00	-18.00	72.00	70.00
C14	35.00	25.00	15.00	35.00	25.00	-40.00	-15.00	-10.00	78.00	-22.00	70.00	13.00	-91.00
C15	-45.00	20.00	-80.00	-47.00	-5.00	-20.00	35.00	-40.00	-35.00	45.00	20.00	-35.00	56.00
C16	65.00	-45.00	50.00	42.00	40.00	65.00	-15.00	45.00	73.00	33.00	-40.00	-49.00	65.00
C17	-30.00	5.00	45.00	-33.00	-10.00	-45.00	-32.00	-60.00	-48.00	-28.00	-70.00	29.00	-75.00
C18	25.00	25.00	-30.00	13.00	-35.00	30.00	52.00	-20.00	10.00	-27.00	70.00	70.00	5.00

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Variación de peso acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
C1																	
C2	0.66%	-0.13%			-0.13%	-0.13%	0.65%	-0.13%	0.13%	0.13%	-0.52%		-0.26%	0.26%	0.13%	-0.87%	-2.89%
C3	1.85%	0.79%	0.65%	1.31%	1.19%	0.90%	-1.04%	3.23%	0.65%	0.26%	-4.04%	1.55%	-3.87%	1.17%	1.30%	-1.56%	-2.63%
C4	0.27%	2.50%	0.52%	1.31%	0.93%	0.90%	-1.17%	0.77%	1.04%	0.52%	-4.30%	1.03%	-3.48%	2.08%	1.69%	-1.56%	-2.37%
C5	1.46%	3.02%	1.43%	2.48%	2.51%	0.64%	-0.26%	1.80%	2.07%	1.95%	-3.00%	2.33%	-2.71%	2.08%	3.38%	2.08%	-0.26%
C6	2.52%	3.94%	2.73%	3.79%	4.49%	2.32%	1.30%	3.87%	3.87%	4.03%	-2.43%	3.03%	-2.19%	3.96%	5.21%	2.73%	0.95%
C7	1.99%	3.42%	3.64%	4.44%	4.89%	3.22%	1.95%	2.84%	3.48%	3.77%	-0.40%	2.46%	-0.38%	4.30%	3.25%	1.43%	0.27%
C8	2.25%	3.81%	2.47%	4.96%	2.78%	3.86%	1.82%	2.32%	4.38%	2.73%	-1.31%	3.63%	0.14%	3.39%	4.29%	2.08%	2.11%
C9	3.83%	3.15%	4.16%	3.79%	4.10%	3.09%	2.86%	4.00%	4.77%	3.90%	0.59%	4.48%	-0.89%	2.11%	5.98%	2.60%	1.06%
C10	4.36%	2.63%	3.38%	3.92%	5.29%	1.41%	2.60%	2.84%	5.54%	2.34%	-0.66%	2.46%	-2.70%	2.87%	4.02%	0.78%	-0.12%
C11	3.70%	3.94%	4.03%	4.57%	4.50%	3.34%	1.69%	3.62%	4.51%	1.82%	-0.40%	1.68%	-0.89%	4.70%	4.15%	2.86%	1.72%
C12	4.23%	3.55%	3.90%	4.31%	5.16%	2.70%	2.34%	2.20%	3.35%	1.82%	-1.96%	2.20%	-0.50%	3.26%	2.98%	1.04%	-0.52%
C13	3.44%	4.07%	4.42%	4.83%	4.76%	4.12%	3.12%	4.76%	5.03%	3.25%	-0.53%	4.01%	-0.11%	3.13%	4.41%	2.60%	1.19%
C14	2.25%	1.84%	1.82%	2.09%	1.86%	2.83%	1.56%	3.62%	1.81%	2.73%	-1.70%	1.81%	-2.69%	2.09%	3.89%	0.91%	-1.05%
C15	3.17%	3.02%	3.90%	3.79%	4.89%	2.06%	2.73%	4.91%	4.77%	4.16%	-0.03%	1.29%	-0.19%	4.39%	4.52%	2.73%	0.53%
C16	2.64%	2.36%	3.25%	2.75%	2.78%	3.08%	0.78%	3.33%	3.87%	2.99%	-1.83%	3.62%	0.27%	3.53%	5.33%	1.43%	1.32%
C17	3.17%	3.41%	3.90%	3.55%	4.36%	2.85%	1.90%	4.00%	4.51%	3.90%	-0.53%	4.45%	-1.23%	4.29%	5.59%	2.42%	1.85%
C18	2.91%	2.89%	3.12%	3.15%	2.64%	3.67%	2.34%	4.69%	4.38%	3.38%	-0.14%	4.14%	-0.15%	3.53%	5.20%	1.41%	0.80%

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Variación de peso acumulado (%)													
CICLOS	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1													
C2		-2.57%	-0.26%	0.66%	-0.52%	-0.39%	-0.39%	-1.06%	0.50%	-0.39%	-0.91%		0.40%
C3	0.90%	-2.18%	0.78%	1.18%	0.66%	0.66%	-2.71%	-2.51%	1.02%	0.26%	0.13%	1.03%	0.53%
C4	0.90%	0.39%	3.11%	0.79%	1.94%	1.58%	0.76%	-0.77%	1.99%	2.28%	1.43%	2.78%	2.19%
C5	2.06%	-1.41%	0.65%	2.07%	2.44%	1.06%	1.66%	-1.46%	1.31%	2.73%	2.16%	4.25%	3.35%
C6	3.07%	-0.25%	1.69%	3.09%	2.57%	2.37%	1.27%	1.44%	2.22%	3.88%	3.38%	4.51%	4.35%
C7	3.61%	3.74%	3.74%	2.41%	3.28%	2.89%	0.76%	1.70%	2.74%	4.48%	2.47%	3.99%	3.95%
C8	3.35%	2.84%	4.28%	3.56%	1.36%	4.20%	-0.19%	-0.02%	1.43%	3.80%	1.48%	4.76%	4.48%
C9	5.03%	2.33%	4.15%	1.84%	2.63%	2.11%	1.66%	1.83%	1.27%	4.59%	3.77%	3.52%	3.56%
C10	3.87%	2.59%	3.11%	2.49%	3.68%	2.50%	2.05%	1.96%	3.25%	5.38%	2.60%	3.86%	2.86%
C11	2.71%	1.43%	2.20%	3.53%	3.16%	3.15%	2.44%	0.90%	3.51%	4.52%	3.90%	2.96%	2.63%
C12	2.19%	1.43%	2.59%	2.23%	1.59%	1.19%	0.90%	0.16%	-0.93%	3.89%	1.90%	1.67%	1.71%
C13	3.48%	2.72%	4.53%	3.01%	2.37%	3.28%	1.54%	1.56%	-0.36%	3.60%	1.43%	3.53%	3.55%
C14	4.38%	3.36%	4.92%	3.92%	3.02%	2.23%	1.15%	1.30%	1.68%	3.02%	3.25%	3.87%	1.15%
C15	3.22%	3.87%	2.85%	2.69%	2.89%	1.71%	2.05%	0.24%	0.77%	4.20%	3.77%	2.97%	2.63%
C16	4.90%	2.71%	4.15%	3.79%	3.94%	3.41%	1.66%	1.43%	2.68%	5.06%	2.73%	1.71%	4.34%
C17	4.13%	2.84%	5.32%	2.93%	3.68%	2.23%	0.84%	-0.15%	1.43%	4.33%	0.91%	2.46%	2.36%
C18	4.78%	3.48%	4.54%	3.27%	2.76%	3.01%	2.18%	-0.68%	1.69%	3.62%	2.73%	4.27%	2.49%

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Perdida de peso acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
C1																	
C2																	
C3																	
C4																	
C5																	
C6																	
C7																	
C8																	
C9				-1.15%													-1.04%
C10				-1.03%							-1.24%	-2.01%			-1.94%		-2.21%
C11	-0.65%			-0.38%	-0.77%				-1.02%		-0.98%	-2.79%			-1.81%		-0.39%
C12	-0.13%			-0.64%	-0.13%				-2.17%		-2.53%	-2.27%		-1.42%	-2.98%	-1.79%	-2.60%
C13	-0.91%			-0.13%	-0.51%				-0.51%		-1.11%	-0.46%		-1.55%	-1.55%	-0.26%	-0.91%
C14	-2.08%	-2.20%	-2.57%	-2.82%	-3.34%	-1.28%	-1.55%		-3.69%		-2.28%	-2.66%		-2.58%	-2.07%	-1.92%	-3.12%
C15	-1.17%	-1.04%	-0.51%	-1.15%	-0.39%	-2.05%	-0.39%		-0.76%		-0.62%	-3.18%		-0.31%	-1.45%	-0.13%	-1.56%
C16	-1.69%	-1.69%	-1.16%	-2.18%	-2.44%	-1.03%	-2.32%	-1.57%	-1.66%	-1.16%	-2.40%	-0.85%		-1.16%	-0.65%	-1.41%	-0.78%
C17	-1.17%	-0.65%	-0.51%	-1.40%	-0.90%	-1.26%	-1.21%	-0.90%	-1.02%	-0.26%	-1.11%	-0.03%	-1.49%	-0.41%	-0.39%	-0.44%	-0.26%
C18	-1.43%	-1.17%	-1.29%	-1.79%	-2.57%	-0.45%	-0.77%	-0.22%	-1.15%	-0.77%	-0.72%	-0.34%	-0.41%	-1.16%	-0.78%	-1.44%	-1.30%

ANEXO B - 9.1

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.60

Perdida de peso acumulado (%)

CICLOS	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1													
C2													
C3													
C4													
C5													
C6													
C7													
C8													
C9						-2.07%						-1.23%	-0.90%
C10	-1.16%					-1.68%						-0.90%	-1.59%
C11	-2.32%					-1.03%		-1.03%		-0.85%		-1.80%	-1.81%
C12	-2.83%					-2.97%	-1.54%	-1.75%	-4.36%	-1.47%	-1.98%	-3.08%	-2.71%
C13	-1.54%					-0.90%	-0.90%	-0.39%	-3.79%	-1.75%	-2.44%	-1.23%	-0.90%
C14	-0.64%					-1.94%	-1.28%	-0.64%	-1.79%	-2.32%	-0.64%	-0.90%	-3.26%
C15	-1.80%			-1.22%		-2.45%	-0.39%	-1.67%	-2.69%	-1.16%	-0.13%	-1.80%	-1.81%
C16	-0.13%	-1.15%		-0.13%		-0.78%	-0.77%	-0.51%	-0.82%	-0.31%	-1.16%	-3.06%	-0.13%
C17	-0.90%	-1.03%		-0.98%	-0.26%	-1.94%	-1.59%	-2.06%	-2.05%	-1.03%	-2.96%	-2.31%	-2.07%
C18	-0.26%	-0.38%	-0.77%	-0.65%	-1.16%	-1.16%	-0.26%	-2.57%	-1.79%	-1.72%	-1.16%	-0.51%	-1.94%

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Variación de pesos (grs)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2	20.00	20.00	-25.00	30.00	40.00	-15.00		15.00	25.00	35.00	-65.00	-35.00	15.00	-25.00	15.00	45.00
C3	85.00	-5.00	50.00	60.00	20.00	100.00	105.00	105.00	80.00	5.00	55.00	125.00	65.00	-15.00	100.00	14.00
C4	35.00	25.00	-30.00	54.30	15.00	-45.00	-35.00	-120.00	25.00	55.00	20.00	-85.00	25.00	55.00	-110.00	-29.00
C5	28.60	71.40	68.80	38.90	86.50	38.80	30.00	110.00	25.00	95.00	33.00	90.00	29.00	49.00	93.00	94.30
C6	-27.40	-25.60	33.20	-55.90	-18.00	21.20	26.30	31.70	-15.00	45.00	20.00	9.00	24.00	71.00	-6.00	35.70
C7	-27.00	39.20	-51.30	-52.30	-68.50	-25.00	-66.30	-61.70	-18.40	-25.00	-62.00	-34.00	-96.00	-52.00	8.00	-80.00
C8	64.60	21.50	39.90	76.00	115.90	35.00	102.60	15.60	18.40	25.00	82.00	95.00	83.00	87.00	30.00	26.10
C9	-58.80	23.50	9.40	-31.00	-48.20	-80.00	-52.60	-30.60	25.00	-44.40	-38.00	-60.00	-70.00	-25.00	-10.00	23.90
C10	18.30	-33.00	15.20	125.00	53.60	54.40	80.00	73.00	-4.10	54.40	75.00	19.00	57.60	-5.00	46.90	43.00
C11	-33.60	-77.00	-55.20	-145.00	-81.30	-34.40	10.00	-83.00	-50.90	-105.00	-104.00	-90.00	-48.60	4.00	-60.90	-103.00
C12	41.50	15.00	-10.00	25.00	35.00	35.00	-42.70	65.00	-50.00	55.00	24.00	31.00	51.00	-79.00	34.00	20.00
C13	-8.20	90.00	50.00	102.30	-12.20	51.20	57.70	50.90	70.80	55.00	34.30	102.00	42.00	88.00	-26.00	80.00
C14	20.40	-28.00	30.00	-12.30	32.20	-51.20	-25.00	-60.90	-20.80	-100.00	15.70	-52.00	-27.00	-33.00	21.00	-25.00
C15	13.00	20.00	-20.00	-30.00	-33.10	5.00	20.00	15.00	50.00	90.00	10.00	10.00	15.00	-10.00	-5.00	15.00

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Variación de pesos (grs)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2	10.00	23.00	8.00	8.00	-21.00	7.00	2.00	40.00	-9.00	90.00	133.00	111.00	49.00	75.00
C3	30.00	-33.00	-9.00	-28.00	-29.00	-12.00	-38.00	-20.00	-6.00	-60.00	-12.00	-96.00	-6.00	-5.00
C4	68.00	-22.00	-5.00	35.00	45.00	25.00		32.00	50.00	-5.00	4.00	70.00	10.00	-30.00
C5	47.00	50.00	88.90	-10.00	-25.00	-20.00	102.00	44.00	-14.00	97.00	-35.00	95.00	-5.00	-15.00
C6	-30.00	-30.00	-20.90	15.00		10.00	-102.00	-44.00	-36.00	-67.00	15.00	-90.00	25.00	81.00
C7	-55.00	15.00	22.00	10.00	50.00	102.60	55.00	35.00	34.50	5.00	15.00	-20.00	10.00	-16.00
C8	91.00	75.00	45.00	110.00	61.00	52.40	65.00	-25.00	58.50	100.00	50.00	70.00	65.00	25.00
C9	19.90	-25.00	-50.00	-46.50	-58.00	-115.00		40.00	-3.00	-75.00	55.00	10.00	-15.00	40.00
C10	-20.90		-5.00	-61.80	7.00	40.00	10.00	-10.00	35.00	30.00	-105.00	-75.00	-15.00	-28.00
C11	-75.00	10.00	15.00	58.30	65.00	74.00	-15.00	25.00	-55.00	15.00	50.00	65.00	-20.00	55.00
C12	10.00	70.00	47.00	3.50	-25.00	21.00	85.00	15.00	80.00	25.00	40.00	65.00	100.00	-62.00
C13	78.00	-95.00	-62.00	-43.50	-50.00	-85.00	-65.40	-15.00	-41.20	-15.00	-50.00	-55.00	-66.00	20.00
C14	-33.00	20.00	40.00	80.90	40.00	36.30	38.60	10.00	31.20	76.00	45.00	30.00	36.00	10.00
C15	-10.00	70.00	-5.00	-30.90	25.00	-56.30	-133.20	-50.00	-45.00	-101.00	-40.00	10.00	-40.00	-15.00

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Variación de peso acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2	0.52%	0.52%	-0.64%	0.78%	1.04%	-0.39%		0.39%	0.64%	0.90%	-1.68%	-0.91%	0.39%	-0.65%	0.39%	1.17%
C3	2.72%	0.39%	0.65%	2.34%	1.56%	2.21%	2.68%	3.11%	2.70%	1.03%	-0.26%	2.34%	2.07%	-1.04%	2.99%	1.53%
C4	3.63%	1.04%	-0.12%	3.75%	1.95%	1.04%	1.79%		3.34%	2.44%	0.26%	0.13%	2.72%	0.39%	0.13%	0.78%
C5	4.37%	2.88%	1.65%	4.76%	4.20%	2.05%	2.56%	2.85%	3.98%	4.87%	1.11%	2.47%	3.47%	1.66%	2.55%	3.23%
C6	3.66%	2.22%	2.51%	3.31%	3.73%	2.60%	3.23%	3.67%	3.59%	6.02%	1.63%	2.70%	4.09%	3.50%	2.39%	4.16%
C7	2.96%	3.23%	1.19%	1.95%	1.94%	1.95%	1.54%	2.07%	3.12%	5.38%	0.03%	1.82%	1.60%	2.15%	2.60%	2.08%
C8	4.63%	3.79%	2.22%	3.92%	4.96%	2.86%	4.16%	2.47%	3.59%	6.02%	2.14%	4.29%	3.75%	4.41%	3.38%	2.76%
C9	3.11%	4.40%	2.46%	3.11%	3.70%	0.78%	2.82%	1.68%	4.23%	4.88%	1.16%	2.73%	1.94%	3.76%	3.12%	3.38%
C10	3.58%	3.55%	2.85%	6.36%	5.10%	2.20%	4.86%	3.57%	4.12%	6.27%	3.09%	3.22%	3.43%	3.63%	4.34%	4.50%
C11	2.71%	1.56%	1.43%	2.59%	2.98%	1.30%	5.12%	1.42%	2.81%	3.58%	0.41%	0.88%	2.17%	3.73%	2.76%	1.82%
C12	3.78%	1.95%	1.17%	3.24%	3.89%	2.21%	4.03%	3.10%	1.52%	4.99%	1.03%	1.69%	3.49%	1.68%	3.64%	2.34%
C13	3.57%	4.27%	2.46%	5.90%	3.57%	3.54%	5.50%	4.42%	3.34%	6.40%	1.91%	4.34%	4.58%	3.97%	2.96%	4.42%
C14	4.10%	3.55%	3.23%	5.58%	4.41%	2.21%	4.86%	2.84%	2.81%	3.84%	2.31%	2.99%	3.88%	3.11%	3.51%	3.77%
C15	4.44%	4.07%	2.71%	4.80%	3.55%	2.34%	5.37%	3.23%	4.10%	6.14%	2.57%	3.25%	4.27%	2.85%	3.38%	4.16%

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Variación de peso acumulado (%)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2	0.26%	0.59%	0.21%	0.21%	-0.55%	0.19%	0.05%	1.06%	-0.24%	2.36%	3.50%	2.86%	1.28%	1.94%
C3	1.04%	-0.26%	-0.02%	-0.52%	-1.31%	-0.13%	-0.97%	0.53%	-0.40%	0.79%	3.18%	0.39%	1.12%	1.81%
C4	2.81%	-0.83%	-0.15%	0.39%	-0.13%	0.53%	-0.97%	1.38%	0.92%	0.66%	3.29%	2.19%	1.38%	1.03%
C5	4.03%	0.46%	2.17%	0.13%	-0.78%		1.76%	2.54%	0.55%	3.20%	2.37%	4.64%	1.25%	0.64%
C6	3.25%	-0.31%	1.62%	0.52%	-0.78%	0.27%	-0.97%	1.38%	-0.40%	1.44%	2.77%	2.32%	1.90%	2.74%
C7	1.82%	0.08%	2.19%	0.78%	0.53%	2.99%	0.50%	2.31%	0.51%	1.57%	3.17%	1.80%	2.16%	2.33%
C8	4.19%	2.01%	3.36%	3.64%	2.12%	4.38%	2.24%	1.65%	2.05%	4.19%	4.49%	3.60%	3.86%	2.98%
C9	4.71%	1.37%	2.05%	2.43%	0.60%	1.33%	2.24%	2.71%	1.97%	2.22%	5.94%	3.86%	3.47%	4.01%
C10	4.17%	1.37%	1.92%	0.82%	0.78%	2.39%	2.51%	2.45%	2.89%	3.01%	3.17%	1.93%	3.08%	3.29%
C11	2.22%	1.63%	2.31%	2.34%	2.48%	4.35%	2.11%	3.11%	1.44%	3.40%	4.49%	3.61%	2.56%	4.71%
C12	2.48%	3.43%	3.54%	2.43%	1.83%	4.91%	4.39%	3.51%	3.55%	4.06%	5.54%	5.29%	5.18%	3.11%
C13	4.51%	0.98%	1.92%	1.30%	0.52%	2.66%	2.64%	3.11%	2.46%	3.67%	4.22%	3.87%	3.45%	3.63%
C14	3.65%	1.50%	2.96%	3.41%	1.57%	3.62%	3.67%	3.37%	3.28%	5.66%	5.41%	4.64%	4.39%	3.89%
C15	3.39%	3.30%	2.83%	2.61%	2.22%	2.13%	0.10%	2.05%	2.09%	3.01%	4.36%	4.90%	3.34%	3.50%

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Perdida de material acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2																
C3																
C4																
C5																
C6																
C7																
C8																
C9	-1.52%													-0.64%		
C10	-1.05%	-0.85%							-0.11%					-0.77%		
C11	-1.92%	-2.83%		-3.71%	-2.09%				-1.41%		-2.67%			-0.66%	-1.57%	-2.67%
C12	-0.84%	-2.45%		-3.07%	-1.19%				-2.70%		-2.05%			-2.69%	-0.69%	-2.15%
C13	-1.05%	-0.13%		-0.45%	-1.50%				-0.88%		-1.17%			-0.43%	-1.36%	-0.08%
C14	-0.53%	-0.85%		-0.77%	-0.67%	-1.32%	-0.64%	-1.56%	-1.41%	-2.55%	-0.77%	-1.34%	-0.70%	-1.28%	-0.82%	-0.72%
C15	-0.19%	-0.33%	-0.51%	-1.53%	-1.52%	-1.19%	-0.13%	-1.18%	-0.13%	-0.26%	-0.51%	-1.08%	-0.31%	-1.53%	-0.95%	-0.34%

ANEXO B - 9.2

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.65

Perdida de material acumulado (%)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2														
C3														
C4														
C5														
C6														
C7														
C8														
C9				-1.20%										
C10	-0.54%			-2.79%							-2.72%			
C11	-2.46%			-1.29%							-1.43%			
C12	-2.21%			-1.20%	-0.65%						-0.39%			-1.58%
C13	-0.20%	-2.45%	-1.61%	-2.32%	-1.96%	-2.19%	-1.68%	-0.39%	-1.07%		-1.69%	-1.41%	-1.70%	-1.07%
C14	-1.05%	-1.93%	-0.57%	-0.23%	-0.91%	-1.26%	-0.69%	-0.13%	-0.26%		-0.52%	-0.64%	-0.77%	-0.82%
C15	-1.31%	-0.13%	-0.70%	-1.03%	-0.26%	-2.71%	-4.11%	-1.43%	-1.43%	-2.58%	-1.56%	-0.39%	-1.80%	-1.20%

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Variación de pesos (grs)																
CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2	-7.00	29.00	45.00	-10.00	35.00	30.00	30.00	30.00	35.00	45.00	65.00	30.00	20.00	-10.00	60.00	55.00
C3	17.00	41.00		20.00	-20.00	-5.00	-49.00	-45.00	-10.00	-110.00	-5.00	-10.00	-56.00	-54.00	-66.00	-25.00
C4	-45.00	-45.00	-70.00	42.00	-100.00	40.00	-44.00	45.00	100.00	35.00	-5.00	15.00	111.00	24.00	103.00	45.00
C5	112.00	70.00	80.00	-22.00	65.00	75.00	63.00	78.00	-2.00	48.00	105.00	-10.00	-40.00	60.00	-42.00	10.00
C6	-13.00	55.00	38.00	51.00	45.00	45.00	-23.00	-73.00	66.00	77.00	4.00	65.00	35.00	49.00	28.00	-17.00
C7	-14.00	-86.00	-3.00	4.00	-25.00	-60.00	-47.00	-7.00	-44.00	-57.00	-119.00	-30.00	-65.00	-84.00	-18.00	87.00
C8	70.00	55.00	45.00	50.00	47.00	65.00	125.00	-22.00	70.00	-13.00	84.00	98.00	101.00	71.00	42.00	-56.00
C9	-91.00	-70.00	-100.00	-100.00	-53.00	-64.00	-130.00	124.00	-70.00	-15.00	-75.00	-68.00	-31.00	-76.00	17.00	46.00
C10	64.00	105.00	44.00	61.00	42.00	69.00	62.00	-87.00	88.00	90.00	151.00	-35.00	-79.00	92.00	-8.00	-60.00
C11	-53.00	-55.00	-69.00	-46.00	60.00	-115.00	-32.00	117.00	-83.00	-130.00	-120.00	-10.00	19.00	-52.00	-51.00	10.00
C12	35.00	-31.00	50.00	25.00	-21.00	50.00	15.00	-25.00	-5.00	40.00	70.00	5.00	45.00	36.00	-25.00	-40.00
C13	-45.00	57.00	15.00	50.00	-90.00	55.00	80.00	-63.00	-16.00	60.00	20.00	28.00	-70.00	-49.00	26.00	17.00
C14	70.00	25.00	47.00	-5.00	42.00	-30.00	-19.00	19.00	58.00	17.00	-28.00	-13.00	40.00	-32.00	34.00	68.00

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Variación de pesos (grs)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2	16.00	-13.00	-20.00	-14.00	30.60	41.00	25.00	34.00	26.00	7.00	-27.00	-80.00	-19.00	-20.00
C3	-46.00	-80.00	-85.00	-42.00	-33.00	-45.00	20.00	-25.00	-5.00	-27.00	10.00	55.00	29.00	21.00
C4	40.00	30.00	70.00	76.00	25.00	-14.00	-25.00	6.00	40.00	82.00	70.00	25.00	40.00	54.00
C5	65.00	65.00	50.00	-61.00	6.00	31.00	84.00	25.00	5.00	23.00	20.00	65.00	10.00	-15.00
C6	25.00	-27.00	13.00	15.00	47.00	11.00	-2.00	-17.00	-17.00	-5.00	52.50	33.00	60.00	78.00
C7	-65.00	-49.00	-68.00	-45.00	-20.00	12.00	-27.00	-30.00	10.00	25.00	-77.50	-90.00	-78.00	-73.00
C8	57.00	74.00	55.00	78.00	14.00	31.00	37.00	26.00	32.00	40.00	68.00	67.00	68.00	94.00
C9	43.00	-53.00	-30.00	-63.00	-25.00	-21.00	-8.00	-22.00	-5.00	-50.00	-57.00	-89.00	34.00	46.00
C10	-55.00	81.00	64.00	66.00	-27.00	-29.00	-34.00	48.00	-45.00	-60.00	-31.00	153.00	21.00	-35.00
C11	-30.00	-46.00	-4.00	4.00	-7.00	4.00	25.00	-5.00	47.00	-10.00	5.00	-129.00	-10.00	17.00
C12	75.00	15.00	-45.00	-25.00	40.00	34.00	-10.00	-35.00	-27.00	45.00	35.00	85.00	-63.00	-87.00
C13	-55.00	-20.00	-30.00	20.00	-10.00	8.00	15.00	5.00	15.00	-15.00	40.00	-50.00	-7.00	40.00
C14	22.00		35.00	28.00	26.00	2.00	-25.00	9.00	20.00	19.00	-6.00	42.00	29.00	-17.00

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Variación de peso acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2	-0.18%	0.76%	1.17%	-0.26%	0.92%	0.78%	0.78%	0.79%	0.91%	1.16%	1.69%	0.79%	0.53%	-0.26%	1.57%	1.42%
C3	0.26%	1.83%	1.17%	0.25%	0.40%	0.65%	-0.49%	-0.39%	0.65%	-1.68%	1.56%	0.53%	-0.94%	-1.68%	-0.16%	0.77%
C4	-0.90%	0.66%	-0.65%	1.33%	-2.22%	1.69%	-1.63%	0.79%	3.26%	-0.78%	1.43%	0.92%	1.98%	-1.05%	2.53%	1.93%
C5	1.98%	2.49%	1.43%	0.76%	-0.51%	3.64%	0.00%	2.84%	3.21%	0.46%	4.17%	0.66%	0.93%	0.53%	1.43%	2.19%
C6	1.65%	3.92%	2.42%	2.07%	0.67%	4.81%	-0.60%	0.92%	4.93%	2.45%	4.27%	2.37%	1.85%	1.82%	2.16%	1.75%
C7	1.29%	1.68%	2.34%	2.17%	0.01%	3.25%	-1.82%	0.74%	3.78%	0.98%	1.17%	1.58%	0.14%	-0.39%	1.69%	4.00%
C8	3.09%	3.11%	3.51%	3.46%	1.24%	4.94%	1.42%	0.16%	5.61%	0.64%	3.36%	4.16%	2.80%	1.48%	2.79%	2.55%
C9	0.75%	1.28%	0.91%	0.89%	-0.15%	3.27%	-1.95%	3.41%	3.78%	0.25%	1.41%	2.37%	1.98%	-0.52%	3.23%	3.74%
C10	2.40%	4.02%	2.05%	2.46%	0.95%	5.07%	-0.34%	1.13%	6.08%	2.57%	5.35%	1.45%	-0.10%	1.90%	3.02%	2.19%
C11	1.04%	2.59%	0.26%	1.28%	2.52%	2.08%	-1.17%	4.20%	3.91%	-0.78%	2.22%	1.19%	0.40%	0.53%	1.69%	2.45%
C12	1.94%	1.78%	1.56%	1.92%	1.97%	3.38%	-0.78%	3.54%	3.78%	0.25%	4.04%	1.32%	1.58%	1.48%	1.04%	1.42%
C13	0.78%	3.27%	1.95%	3.21%	-0.39%	4.81%	1.29%	1.89%	3.36%	1.80%	4.56%	2.06%	-0.26%	0.19%	1.72%	1.86%
C14	2.58%	3.92%	3.17%	3.08%	0.71%	4.03%	0.80%	2.39%	4.88%	2.24%	3.83%	1.72%	0.79%	-0.65%	2.61%	3.61%

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Variación de peso acumulado (%)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2	0.42%	-0.35%	-0.52%	-0.36%	0.81%	1.08%	0.66%	0.90%	0.68%	0.18%	-0.71%	-2.09%	-0.50%	-0.53%
C3	-0.78%	-2.47%	-2.75%	-1.45%	-0.06%	-0.10%	1.19%	0.24%	0.55%	-0.53%	-0.45%	-0.65%	0.27%	0.02%
C4	0.26%	-1.67%	-0.91%	0.52%	0.60%	-0.47%	0.53%	0.40%	1.60%	1.62%	1.38%	0.00%	1.33%	1.44%
C5	1.95%	0.06%	0.40%	-1.06%	0.76%	0.34%	2.75%	1.06%	1.73%	2.22%	1.90%	1.70%	1.59%	1.04%
C6	2.60%	-0.66%	0.74%	-0.67%	2.00%	0.63%	2.70%	0.61%	1.28%	2.09%	3.27%	2.56%	3.18%	3.10%
C7	0.91%	-1.96%	-1.04%	-1.84%	1.47%	0.95%	1.99%	-0.18%	1.54%	2.75%	1.24%	0.21%	1.12%	1.18%
C8	2.39%	0.01%	0.40%	0.18%	1.84%	1.76%	2.97%	0.51%	2.38%	3.80%	3.02%	1.96%	2.92%	3.66%
C9	3.51%	-1.40%	-0.39%	-1.45%	1.18%	1.21%	2.76%	-0.07%	2.25%	2.49%	1.53%	-0.37%	3.82%	4.87%
C10	2.08%	0.75%	1.29%	0.26%	0.47%	0.45%	1.86%	1.20%	1.07%	0.91%	0.72%	3.63%	4.38%	3.95%
C11	1.30%	-0.47%	1.19%	0.36%	0.29%	0.56%	2.52%	1.07%	2.30%	0.65%	0.85%	0.26%	4.12%	4.40%
C12	3.25%	-0.07%	0.01%	-0.29%	1.34%	1.45%	2.26%	0.14%	1.59%	1.83%	1.77%	2.48%	2.45%	2.11%
C13	1.82%	-0.60%	-0.78%	0.23%	1.08%	1.66%	2.66%	0.27%	1.98%	1.44%	2.82%	1.17%	2.26%	3.16%
C14	2.39%	-0.60%	0.14%	0.96%	1.76%	1.71%	2.00%	0.51%	2.50%	1.94%	2.66%	2.27%	3.03%	2.71%

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Perdida de peso acumulado (%)

CICLOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
C1																
C2																
C3																
C4																
C5																
C6																
C7																
C8																-1.44%
C9	-2.33%		-2.59%	-2.56%			-3.35%					-1.75%	-0.80%			-0.26%
C10	-0.69%		-1.45%	-1.00%			-1.75%					-2.65%	-2.84%		-0.21%	-1.80%
C11	-2.05%	-1.43%	-3.24%	-2.18%		-2.96%	-2.57%		-2.14%	-3.34%	-3.08%	-2.90%	-2.35%	-1.34%	-1.53%	-1.54%
C12	-1.15%	-2.24%	-1.94%	-1.54%	-0.54%	-1.68%	-2.19%	-0.64%	-2.27%	-2.31%	-1.28%	-2.77%	-1.19%	-0.41%	-2.18%	-2.57%
C13	-2.30%	-0.76%	-1.55%	-0.26%	-2.86%	-0.26%	-0.13%	-2.27%	-2.69%	-0.77%	-0.77%	-2.05%	-2.99%	-1.67%	-1.51%	-2.13%
C14	-0.51%	-0.10%	-0.34%	-0.38%	-1.78%	-1.03%	-0.62%	-1.78%	-1.19%	-0.33%	-1.49%	-2.39%	-1.96%	-2.49%	-0.62%	-0.39%

ANEXO B - 9.3

RESUMEN DE DATOS PARA LA ELABORACION DE LOS GRAFICOS

RELACION a/c 0.70

Perdida de peso acumulado (%)

CICLOS	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25	M26	M27	M28	M29	M30
C1														
C2														
C3														
C4														
C5														
C6														
C7					-0.53%						-2.01%			
C8					-0.16%						-0.25%			
C9					-0.81%	-0.55%	-0.21%			-1.29%	-1.73%			
C10	-1.42%				-1.52%	-1.31%	-1.10%			-2.84%	-2.53%			-0.90%
C11	-2.19%	-1.21%	-0.10%		-1.71%	-1.21%	-0.44%	-0.13%		-3.09%	-2.40%	-3.33%	-0.26%	-0.46%
C12	-0.26%	-0.81%	-1.27%		-0.66%	-0.32%	-0.71%	-1.05%		-1.93%	-1.49%	-1.13%	-1.91%	-2.71%
C13	-1.67%	-1.34%	-2.05%		-0.92%	-0.11%	-0.31%	-0.92%		-2.32%	-0.45%	-2.42%	-2.09%	-1.68%
C14	-1.11%		-1.14%		-0.24%	-0.05%	-0.97%	-0.68%		-1.83%	-0.61%	-1.34%	-1.33%	-2.12%

RESISTENCIA A LA COMPRESION Probetas patrón 4x8"

RELACION a/c 0.60					
Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
7	218.20	10.10	80.12	282.99	276.82
	213.30	10.20	81.71	271.27	
	211.92	10.20	81.71	269.52	
	210.68	10.20	81.71	267.95	
	225.48	10.10	80.12	292.39	
	199.92	10.10	80.12	259.37	
14	258.94	10.15	80.91	332.34	331.13
	283.04	10.20	81.71	359.62	
	223.12	10.20	81.71	283.71	
	225.96	10.15	80.91	290.15	
	269.46	10.20	81.71	342.42	
	181.24	10.20	81.71	230.66	
28	257.52	10.15	80.91	330.53	335.35
	200.04	10.20	81.71	254.47	
	265.30	10.20	81.71	337.15	
	271.44	10.20	81.71	344.92	
	256.26	10.20	81.71	325.69	
	263.74	10.15	80.91	338.48	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 \cdot X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

RESISTENCIA A LA COMPRESION Probetas patrón 4x8"

RELACION a/c 0.65

Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
7	184.34	10.20	81.71	234.59	254.64
	210.18	10.20	81.71	267.32	
	217.60	10.20	81.71	276.72	
	195.78	10.20	81.71	249.08	
	208.88	10.15	80.91	268.30	
	199.58	10.20	81.71	253.89	
14	199.28	10.15	80.91	256.02	285.49
	202.92	10.15	80.91	260.68	
	225.86	10.20	81.71	287.18	
	218.32	10.20	81.71	277.63	
	224.14	10.15	80.91	287.82	
	247.14	10.20	81.71	314.14	
28	264.90	10.15	80.91	339.97	325.29
	252.86	10.20	81.71	321.39	
	252.64	10.15	80.91	324.28	
	253.88	10.15	80.91	325.87	
	256.82	10.15	80.91	329.63	
	252.00	10.20	81.71	320.30	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 \cdot X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

RESISTENCIA A LA COMPRESION Probetas patrón 4x8"

RELACION a/c 0.70

Edad	f(kn)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
7	176.10	10.20	81.71	224.15	246.77
	190.76	10.10	80.12	247.54	
	153.00	10.20	81.71	194.88	
	197.72	10.20	81.71	251.54	
	209.72	10.20	81.71	266.74	
	191.66	10.20	81.71	243.86	
14	218.08	10.20	81.71	277.33	272.75
	188.78	10.10	80.12	244.98	
	207.28	10.10	80.12	268.88	
	219.70	10.20	81.71	279.38	
	213.48	10.20	81.71	271.50	
	205.56	10.10	80.12	266.66	
28	237.48	10.20	81.71	301.90	303.66
	235.28	10.15	80.91	302.07	
	210.56	10.20	81.71	267.80	
	222.66	10.20	81.71	283.13	
	241.52	10.20	81.71	307.02	

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ROTURA

ECUACION DE CALIBRACION DE LA PRENSA HIDRAULICA:

$$Y = 103.5095067 * X + 87.0643383$$

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

PRENSA ROMPE PROBETAS, HIDRAULICA, CON ACCIONAMIENTO POR BOMBA ELECTRICA:

MARCA : ELE
 NUMERO SERIE : 1911
 MODEL : CT -7250-8
 CAPACIDAD : 120 TON
 TABLERO : DIGITAL CON DISPLAY ELECTRONICO, ELE, S/N

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

RELACION a/c 0.60

# Dias de Inmersión	f(KN)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
30	309.70	32,143.98	10.20	81.71	393.39	
	308.36	32,005.27	10.15	80.91	395.57	
	271.14	28,152.65	10.15	80.91	347.95	
	261.36	27,140.32	10.20	81.71	332.15	
	283.00	29,380.27	10.20	81.71	359.57	
	279.76	29,044.90	10.20	81.71	355.46	370.39
60	290.60	30,166.94	10.15	80.91	372.85	
	274.98	28,550.12	10.15	80.91	352.86	
	290.40	30,146.24	10.20	81.71	368.94	
	308.52	32,021.83	10.15	80.91	395.77	
	306.64	31,827.24	10.15	80.91	393.37	
	273.72	28,419.70	10.20	81.71	347.81	382.73

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 103.50956 \cdot X + 87.0643383$$

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

# Dias de Inmersión	f(Kg)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio	
90	33,378.00	35,519.30	10.15	80.91	439.00		
	32,620.00	34,725.54	10.15	80.91	429.19		
	31,708.00	33,770.50	10.20	81.71	413.30		
	31,202.00	33,240.63	10.15	80.91	410.83		
	30,534.00	32,541.11	10.20	81.71	398.25		
	32,348.00	34,440.70	10.20	81.71	421.50		
	31,668.00	33,728.62	10.15	80.91	416.87		
	32,546.00	34,648.04	10.20	81.71	424.04		
	31,758.00	33,822.86	10.25	82.52	409.87		
	32,362.00	34,455.36	10.20	81.71	421.68		
	30,718.00	32,733.79	10.20	81.71	400.61		
	32,000.00	34,076.28	10.15	80.91	421.16	420.74	

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 1.047186 \cdot X + 566.329206$$

X = LECTURA DEL TABLERO DIGITAL EN KG

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

RELACION a/c 0.60

# Dias de Inmersión	f(Kg)	D (cm)	Area (cm ²)	f _c (Kg/cm ²)	promedio
120	34,008.00	10.15	80.91	420.32	
	35,140.00	10.20	81.71	430.06	
	35,028.00	10.15	80.91	432.93	
	37,072.00	10.20	81.71	453.70	
	37,074.00	10.20	81.71	453.73	
	35,874.00	10.20	81.71	439.04	
	34,270.00	10.15	80.91	423.56	
	33,840.00	10.15	80.91	418.24	
	32,240.00	10.15	80.91	398.47	
	31,812.00	10.20	81.71	389.33	
	37,252.00	10.20	81.71	455.91	

Nota :El equipo para determinar la resistencia a la compresión para 120 días de inmersión en sal no presentaba ecuación de calibración.

Valor no considerado para el promedio del f_c (Kg/cm²)

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

RELACION a/c 0.65

# Dias de Inmersión	f(KN)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
30	288.70	29,970.27	10.20	81.71	366.79	331.94
	259.34	26,931.23	10.15	80.91	332.85	
	256.18	26,604.14	10.15	80.91	328.81	
	266.98	27,722.05	10.25	82.52	335.94	
	260.78	27,080.29	10.20	81.71	331.42	
	260.18	27,018.18	10.20	81.71	330.66	
	267.22	27,746.89	10.20	81.71	339.58	
60	281.58	29,233.29	10.15	80.91	361.31	379.52
	313.14	32,500.05	10.15	80.91	401.68	
	299.24	31,061.27	10.20	81.71	380.14	
	292.24	30,336.70	10.15	80.91	374.94	
	249.72	25,935.47	10.15	80.91	320.55	

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 103.50956 * X + 87.0643383$$

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

# Dias de Inmersión	f(Kg)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
90	31,008.00	33,037.47	10.20	81.71	404.33	397.99
	31,038.00	33,068.89	10.20	81.71	404.71	
	29,982.00	31,963.06	10.15	80.91	395.04	
	30,568.00	32,576.71	10.20	81.71	398.69	
	29,622.00	31,586.07	10.20	81.71	386.56	
	29,670.00	31,636.34	10.20	81.71	387.18	

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 1.047186 * X + 566.329206$$

X = LECTURA DEL TABLERO DIGITAL EN KG

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

RELACION a/c 0.65

# Días de Inmersión	f(Kg)	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
120	32,078.00	10.20	81.71	392.58	
	30,436.00	10.20	81.71	372.49	
	31,778.00	10.15	80.91	392.76	
	28,760.00	10.15	80.91	355.46	
	31,898.00	10.15	80.91	394.24	
	31,574.00	10.15	80.91	390.24	

Nota :El equipo para determinar la resistencia a la compresión para 120 días de inmersión en sal no presentaba ecuación de calibración.

Valor no considerado para el promedio del f'c (Kg/cm²)

RESISTENCIA A LA COMPRESION PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO

RELACION a/c 0.70

# Dias de Inmersión	f(KN)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
30	274.42	28,492.16	10.20	81.71	348.70	
	245.38	25,486.24	10.15	80.91	314.99	
	247.90	25,747.08	10.15	80.91	318.22	
	236.52	24,569.15	10.20	81.71	300.69	
	248.42	25,800.91	10.20	81.71	315.76	
	250.84	26,051.40	10.15	80.91	321.98	323.93

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 103.50956 * X + 87.0643383$$

X = LECTURA DEL DIAL EN KN

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

# Dias de Inmersión	f(Kg)	f(Kg)*	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
60	28,470.00	30,379.71	10.20	81.71	371.80	
	27,832.00	29,711.61	10.15	80.91	367.22	
	27,046.00	28,888.52	10.10	80.12	360.57	
	26,926.00	28,762.86	10.20	81.71	352.01	
	28,604.00	30,520.04	10.25	82.52	369.85	
	26,382.00	28,193.19	10.15	80.91	348.45	364.29
90	27,774.00	29,650.87	10.20	81.71	362.88	
	26,756.00	28,584.84	10.20	81.71	349.83	
	25,472.00	27,240.25	10.15	80.91	336.67	
	24,760.00	26,494.65	10.15	80.91	327.46	
	26,174.00	27,975.38	10.20	81.71	342.37	
	25,848.00	27,633.99	10.15	80.91	341.54	346.66

(*) Fuerza ajustada mediante la siguiente ecuacion de calibracion :

$$Y = 1.047186 * X + 566.329206$$

X = LECTURA DEL TABLERO DIGITAL EN KG

Y = FZA. EN KG CORREGIDA

**RESISTENCIA A LA COMPRESION
PROBETAS 4x8" INMERSAS EN CLORURO DE SODIO**

RELACION a/c 0.70

# Días de Inmersión	f(Kg)	D (cm)	Area (cm ²)	f'c (Kg/cm ²)	promedio
120	21,260.00	10.20	81.71	260.19	
	22,224.00	10.20	81.71	271.99	
	21,160.00	10.20	81.71	258.96	
	21,968.00	10.15	80.91	271.51	
	22,298.00	10.20	81.71	272.89	
	20,896.00	10.15	80.91	258.26	

Nota :El equipo para determinar la resistencia a la compresión para 120 días de inmersión en sal no presentaba ecuación de calibración.

 Valor no considerado para el promedio del f'c (Kg/cm²)

ANEXO B-9.6

RELACION a/c 0.60

MUESTRA	MÁXIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE	MINIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE
M1	3845.0	10	3680.0	1
M2	3855.0	13	3695.0	2
M3	3890.0	13	3720.0	1
M4	3900.0	8	3710.0	1
M5	3890.0	10	3685.0	2
M6	3895.0	13	3730.0	2
M7	3880.0	13	3715.0	4
M8	3875.0	15	3680.0	2
M9	3925.0	10	3710.0	1
M10	3880.0	15	3720.0	1
M11	3868.0	9	3680.0	4
M12	3873.0	9	3700.0	1
M13	3890.0	16	3730.0	3
M14	3875.0	11	3695.0	1
M15	3865.0	9	3635.0	1
M16	3900.0	11	3730.0	3
M17	3850.0	8	3660.0	2
M18	3930.0	7	3690.0	1
M19	3900.0	15	3650.0	2
M20	3890.0	17	3675.0	2
M21	3865.0	18	3710.0	1
M22	3870.0	16	3700.0	2
M23	3870.0	8	3695.0	2
M24	3895.0	11	3695.0	3
M25	3890.0	10	3720.0	3
M26	3900.0	11	3730.0	12
M27	3885.0	10	3665.0	2
M28	3890.0	11	3705.0	2
M29	3895.0	8	3710.0	1
M30	3890.0	7	3700.0	1

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ANEXO B-9.7

RELACION a/c 0.65

MUESTRA	MÁXIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE	MINIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE
M1	3868.8	8	3690.0	1
M2	3885.0	9	3715.0	1
M3	3900.0	14	3750.0	2
M4	3910.0	10	3665.0	1
M5	3896.3	10	3700.0	1
M6	3886.2	13	3735.0	2
M7	3925.0	13	3710.0	1
M8	3905.9	13	3735.0	1
M9	3895.0	9	3730.0	1
M10	3915.0	13	3665.0	1
M11	3900.0	10	3715.0	2
M12	3892.0	13	3690.0	2
M13	3872.0	13	3695.0	1
M14	3910.0	8	3700.0	3
M15	3881.9	10	3715.0	1
M16	3863.0	10	3690.0	1
M17	3890.9	9	3710.0	1
M18	3885.0	12	3720.0	4
M19	3857.0	12	3715.0	4
M20	3880.0	8	3720.0	3
M21	3835.0	11	3690.0	3
M22	3875.0	12	3685.0	3
M23	3890.0	12	3690.0	3
M24	3835.0	12	3703.0	1
M25	3850.0	12	3700.0	3
M26	3916.0	14	3700.0	1
M27	3855.0	9	3630.0	1
M28	3895.0	12	3690.0	1
M29	3890.0	12	3692.0	1
M30	3912.0	11	3730.0	1

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ANEXO B-9.8

RELACION a/c 0.70

MUESTRA	MÁXIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE	MINIMO VALOR DEL PESO	CICLO DONDE APARECE
M1	3910.0	8	3755.0	4
M2	3839.0	10	3685.0	1
M3	3860.0	8	3700.0	4
M4	3900.0	8	3755.0	2
M5	3881.0	11	3700.0	4
M6	3880.0	10	3685.0	1
M7	3885.0	8	3755.0	9
M8	3880.0	11	3705.0	3
M9	3873.0	10	3640.0	1
M10	3890.0	10	3725.0	3
M11	3895.0	10	3690.0	1
M12	3893.0	8	3735.0	1
M13	3876.0	8	3734.0	3
M14	3892.0	10	3756.0	3
M15	3849.0	9	3719.0	3
M16	3890.0	7	3735.0	1
M17	3885.0	9	3720.0	3
M18	3816.0	10	3695.0	3
M19	3854.0	10	3700.0	3
M20	3858.0	14	3750.0	7
M21	3805.0	6	3727.0	3
M22	3806.0	8	3721.0	4
M23	3827.0	8	3715.0	1
M24	3800.0	10	3748.0	7
M25	3815.0	14	3719.0	1
M26	3880.0	8	3715.0	3
M27	3847.5	6	3695.0	2
M28	3879.0	10	3660.0	2
M29	3830.0	10	3646.0	2
M30	3875.0	9	3670.0	2

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

INCREMENTO PESO ENTRE CICLO FINAL Y CICLO INICIAL

MUESTRA	RELACION a/c 0.60		RELACION a/c 0.65		RELACION a/c 0.70	
	Dif. Peso (grs) (Ciclo 18 - Ciclo 01)	Valores representativos	Dif. Peso (grs) (Ciclo 18 - Ciclo 01)	Valores representativos	Dif. Peso (grs) (Ciclo 18 - Ciclo 01)	Valores representativos
M1	110.0	110.0	171.4	171.4	100.0	100.0
M2	110.0	110.0	157.0	157.0	150.0	150.0
M3	120.0	120.0	105.0	105.0	122.0	122.0
M4	120.0	120.0	185.0	185.0	120.0	120.0
M5	100.0	100.0	136.9	136.9	27.0	
M6	142.6	142.6	90.0	90.0	155.0	155.0
M7	90.0	90.0	210.0	210.0	31.0	
M8	181.5	181.5	125.0	125.0	91.0	
M9	170.0	170.0	160.0	160.0	187.0	187.0
M10	130.0	130.0	240.0	240.0	87.0	
M11	-5.0		100.0	100.0	147.0	147.0
M12	160.0	160.0	125.0	125.0	65.0	
M13	-6.0		165.0	165.0	30.0	
M14	135.0	135.0	110.0	110.0	-25.0	
M15	200.0	200.0	130.0	130.0	100.0	100.0
M16	54.0		160.0	160.0	140.0	140.0
M17	30.0		130.0	130.0	92.0	
M18	185.0	185.0	128.0	128.0	-23.0	
M19	135.0	135.0	109.0	109.0	5.0	
M20	175.0	175.0	100.0	100.0	37.0	
M21	155.0	155.0	85.0	85.0	66.6	
M22	105.0	105.0	80.0		65.0	
M23	115.0	115.0	4.0		75.0	
M24	85.0	85.0	77.0		19.0	
M25	-25.0		80.0		96.0	
M26	65.3		115.0	115.0	74.0	
M27	137.3	137.3	165.0	165.0	102.0	102.0
M28	105.0	105.0	190.0	190.0	87.0	
M29	165.0	165.0	128.0	128.0	114.0	114.0
M30	95.0	95.0	135.0	135.0	103.0	103.0
Valor a considerar	130.0		140.0		125.0	

RESULTADOS COMPLEMENTARIOS

CONCRETO DE MEDIANA A ALTA RESISTENCIA

RELACION a/c 0.40, 0.45, 0.50 y 0.55

1. RESISTENCIA A LA COMPRESION

1.1 Probetas 4x8" - Inmersas en Cloruro de Sodio

Numero de días inmersión	RELACION a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
30	470.50	430.48	414.25	389.00
60	494.13	444.53	432.89	408.58
90	561.17	504.58	463.28	449.92

1.2 Probetas 6x12" - Concreto Patrón

Numero de días inmersión	RELACION a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
7	385.87	358.98	348.86	277.80
14	409.77	401.58	374.02	300.00
28	423.77	413.21	400.76	351.32
42	446.96	428.73	421.97	371.49

1.3 Probetas 4x8" - Concreto Patrón

Numero de días	RELACION a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
7	359.95	337.02	325.33	286.55
14	388.41	372.15	335.14	313.64
28	428.36	418.32	395.72	341.56

1.4 Factor de extrapolación = Resist. 6x12 / Resist. 4x8"

	RELACIÓN a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
Factor de extrapolación (*)	0.989	0.988	1.013	1.029

(*) Factor extrapolación = $\frac{\text{Resistencia probetas 6x12}}{\text{Resistencia probetas 4x8}}$

1.5 Resistencia 6x12" - Inmersas en solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l

Numero de días inmersión	RELACION a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
30	465.46	425.22	419.53	400.12
60	488.84	439.10	438.40	420.26
90	555.16	498.42	469.18	462.78

1.6 Variación porcentual de resistencia a la compresión de concreto inmerso en solución de Cloruro de Sodio 100 gr/l con respecto al Concreto Patrón (28 días)

Numero de días inmersión	RELACION a/c			
	0.40	0.45	0.50	0.55
30	109.84%	102.91%	104.68%	113.89%
60	115.35%	106.27%	109.39%	119.62%
90	131.00%	120.62%	117.07%	131.73%

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

ANEXO C

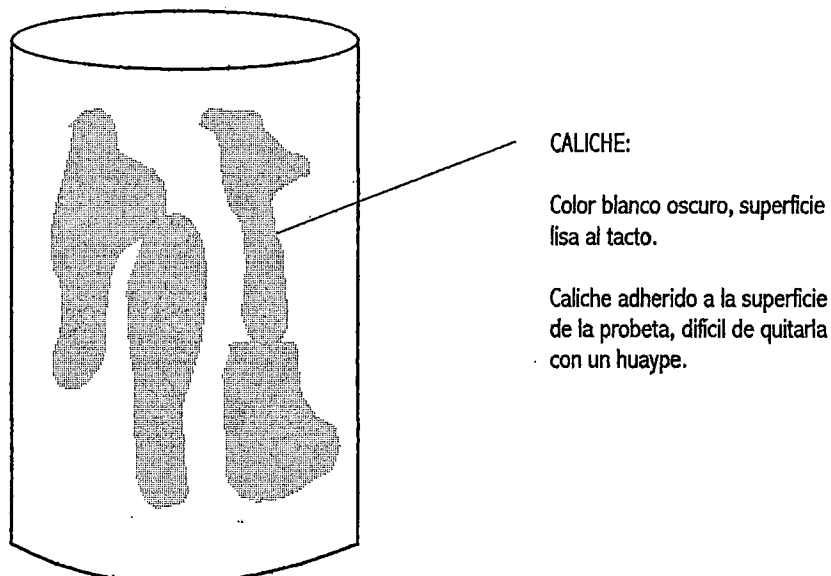
- ANEXO C – 2.1 Desarrollo del Mecanismo de Degradación del concreto por acción del Cloruro de Sodio – Relación a/c 0.60
- ANEXO C – 2.2 Desarrollo del Mecanismo de Degradación del concreto por acción del Cloruro de Sodio – Relación a/c 0.65
- ANEXO C – 2.3 Desarrollo del Mecanismo de Degradación del concreto por acción del Cloruro de Sodio – Relación a/c 0.70

MANIFESTACIONES FÍSICAS QUE PRESENTAN LAS PROBETAS DE CONCRETO SOBRE SU SUPERFICIE DURANTE EL PROCESO DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.60

Desde el ciclo 01 al 04, diversas partes de la superficie lateral de la probeta de concreto, generalmente en la parte central, se forma el caliche como consecuencia del ensayo del humedecido y secado, el cual ha dado como resultado la realización de un proceso químico, en el cual la cal sale hacia la superficie lateral de la probeta y esta con ayuda del calor (otorgado por el horno) se seca y se adhiere a la superficie de la probeta de concreto.

Para mayor detalle se presenta el gráfico siguiente:



CICLO 03

- a. Presencia de sal en forma de pelusa en algunas partes de la superficie lateral de la probeta.

No es tan notoria dicha característica, ya que se manifiesta solo en algunas probetas y con espesor variable entre 1mm a 1.5mm.

CICLO 04

- a. En algunas probetas la sal en forma de pelusa cubre toda la superficie lateral de la probeta. Esta característica es más notoria en algunas probetas que en otras.

El espesor de la pelusa de sal se ha incrementado ligeramente, ahora esta entre 2mm a 3.5mm.

- b. Se observa en diversas partes de la superficie lateral de algunas probetas la aparición de pequeños puntos blancos de sal, las cuales presentan cierta "dureza" al tacto.

Cabe señalar que en las probetas donde se observa los puntos blancos la presencia de pelusa es poca. En algunas probetas estos puntos blancos están rodeados por pelusa.

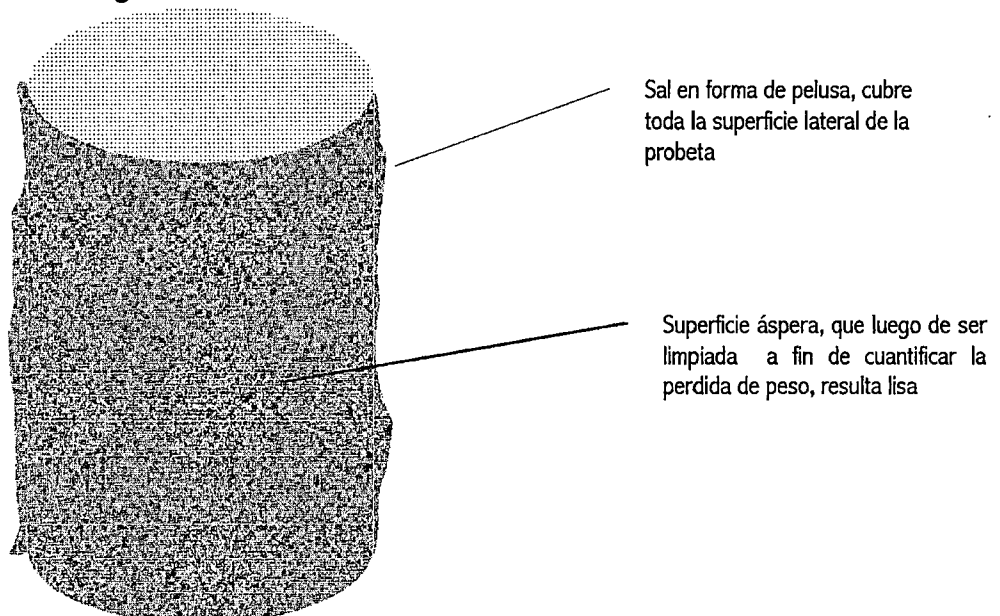
- c. Después de retirar la pelusa de la probeta con ayuda de un huaype, se observo la presencia de una superficie áspera, dada por la presencia de manchas blancas (agrupación de los puntos blancos).
- d. Después de limpiar la superficie áspera con ayuda de una lija de madera, a fin de cuantificar la pérdida de peso para el ciclo a que corresponde, la superficie de la probeta queda completamente lisa.

CICLO 05

- a. Sin mayores modificaciones con respecto al Ciclo 04.

CICLO 06

- a. Se acentúa la presencia de sal en forma de pelusa y puntos blancos en las probetas.
- b. Asimismo se sigue dando las características del Ciclo 04.



CICLO 08

- a. Algunas probetas siguen presentando la sal en forma de pelusa mientras que en otras la presencia de las mismas es poca.

CICLO 10

- a. La presencia de sal en forma de pelusa disminuye, esta se manifiesta tanto en el espesor como en la parte que cubre la superficie lateral de la probeta.
- b. Se observa en algunos sectores de la superficie lateral de la probeta la aparición de la piel de cocodrilo, denominación que se da al pavimento cuando en ella se inicia el fraccionamiento.

La característica que presenta esta piel de cocodrilo es que las líneas que la conforman presentan en toda su longitud pelusa (sal) de poco espesor y estas líneas tiene un color entre rubio y marrón claro. Dicha aparición esta acompañada de la presencia de una superficie arenosa con pelusas.

- c. Se mantiene la presencia de una superficie áspera.

CICLO 11

- a. Sigue la formación de piel de cocodrilo con las características mencionadas en el ciclo 10.

CICLO 12

- a. Sigue la formación de piel de cocodrilo con las características mencionadas en el Ciclo 10.
- b. En algunos sectores donde no se observa la formación de piel de cocodrilo, se aprecia la formación de fisuras, las cuales se pueden apreciar al observar detenidamente la probeta. A este tipo de fisuras la denominaremos fisuras no visibles, de longitud entre 2.0 a 4.0cm. Estas no se presentaron en gran numero en las probetas, solo se observo una o dos de estas fisuras por probeta.
- c. Superficie de las probetas bastantes ásperas.

Al momento de limpiarlas con ayuda de la lija de madera se tuvo que aplicar cierta fuerza. *Esta superficie es similar a la que presenta una pared tarrajada sin pulir, es decir la presencia de arena fina.*

- d. Se acentúa la presencia de los puntos blancos; en este ciclo se presentan en gran numero dando lugar a manchas blancas en diferentes partes de la probeta, dichas manchas blancas dan lugar a una superficie bastante áspera.
- e. La presencia de sal en forma de pelusa disminuye.

CICLO 14

- a. En este ciclo observándose detenidamente algunas probetas se aprecia la formación de fisuras. Líneas pequeñas de corta longitud y finas, imperceptibles a cierta distancia.
- b. Dichas fisuras no son tan notorias, solo se observo en algunas probetas.

CICLO 15

- a. Pelusa de poco espesor 1.0mm a 1.5mm.
- b. La superficie es menos áspera a comparación de los ciclos anteriores donde se presentaba.
- c. Las fisuras visibles y no visibles en las probetas L=1cm, 1.5cm tanto vertical como horizontal son más notorias, se presentan en varias probetas.

CICLO 17

- a. Las fisuras visibles que tenían una longitud de L=1cm, 1.5cm, han incrementado su longitud hasta L=4.0, 4.5cm.

CICLO 18

- a. El 95% de las probetas presentan fisuras visibles.

CICLO 19

- a. Inicio del agrietamiento.

CICLO 20 al 23

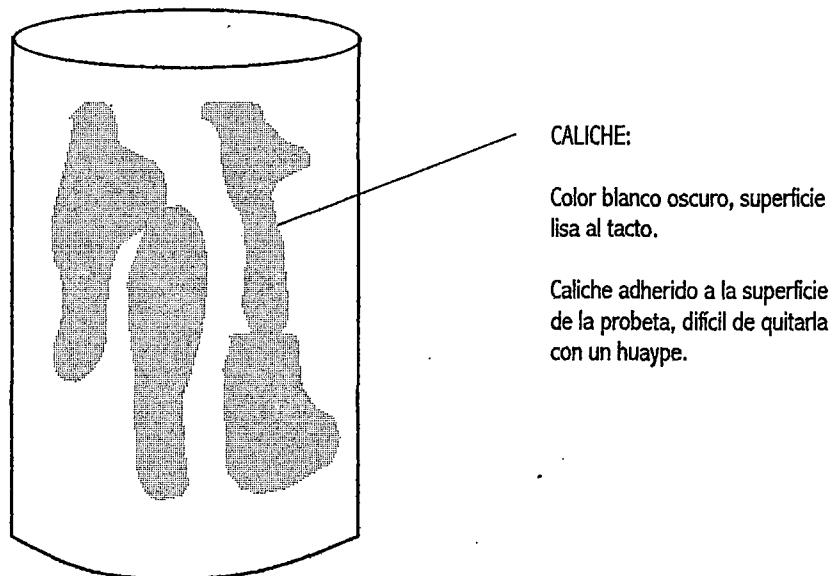
- a. Agrietamiento.

MANIFESTACIONES FÍSICAS QUE PRESENTAN LAS PROBETAS DE CONCRETO SOBRE SU SUPERFICIE DURANTE EL PROCESO DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.65

Desde el ciclo 01 al 03, diversas partes de la superficie lateral de la probeta de concreto, generalmente en la parte central, se forma el caliche como consecuencia del ensayo del humedecido y secado, el cual ha dado como resultado la realización de un proceso químico, en el cual la cal sale hacia la superficie lateral de la probeta y esta con ayuda del calor (otorgado por el horno) se seca y se adhiere a la superficie de la probeta de concreto.

Para mayor detalle se presenta el gráfico siguiente:



CICLO 02

- a. En algunas probetas se observa puntos blancos de sal, en poca cantidad.

CICLO 03

- a. Se observa la formación de sal en forma de pelusa, no es tan notoria a simple vista.

CICLO 06

- a. Puntos blancos de sal que al tocarlas presentaban cierta dureza. Superficie áspera, "resistencia" a la limpieza. El material que salía producto de la limpieza era color blanco oscuro, parecido a la cal.
- b. Al termino de la limpieza la superficie lateral de la probeta queda lisa.

CICLO 08

- a. Se aprecia la formación de fisuras mediante la formación de líneas que da lugar a la piel de cocodrilo, dicha línea tiene en todo su recorrido sal en forma de pelusa de poco espesor. Esto es un indicio de la formación de fisuras.
- b. Algunas probetas presentan fisuras no visibles, estas mismas probetas no presentaban mucha sal en su superficie.
- c. En algunas probetas se acentúa la formación de pequeños puntos blancos (sal), es más notoria.

CICLO 09

- a. Se observo fisuras al terminar de limpiar las probetas que presentaban piel de cocodrilo.
- b. La mayoría de las probetas presentan fisuras visibles.

CICLO 10

- a. Aparece la superficie lateral con gran numero de puntos blancos (sal) en forma de manchas blancas la cual cubre casi el total de la superficie.
- b. Formación de piel de cocodrilo.
- c. Se mantiene la presencia de una superficie áspera.

CICLO 12

- a. Superficie lateral con mancha blanca.
- b. Superficie áspera.

CICLO 13

- a. Algunas probetas presentan fisuras visibles verticales y horizontales L=4cm, 3cm. mientras que otras presentan fisuras no visibles L=1cm, 1.5cm.

CICLO 14

- a. Se incrementa el numero de probetas con fisuras visibles.

CICLO 15

- a. Las probetas no presentan casi nada de pelusa (sal), el mayor numero de probetas presentan fisuras visibles. Solo pequeños puntos blancos.

CICLO 16

- a. Inicio del agrietamiento.

CICLO 17 al 19

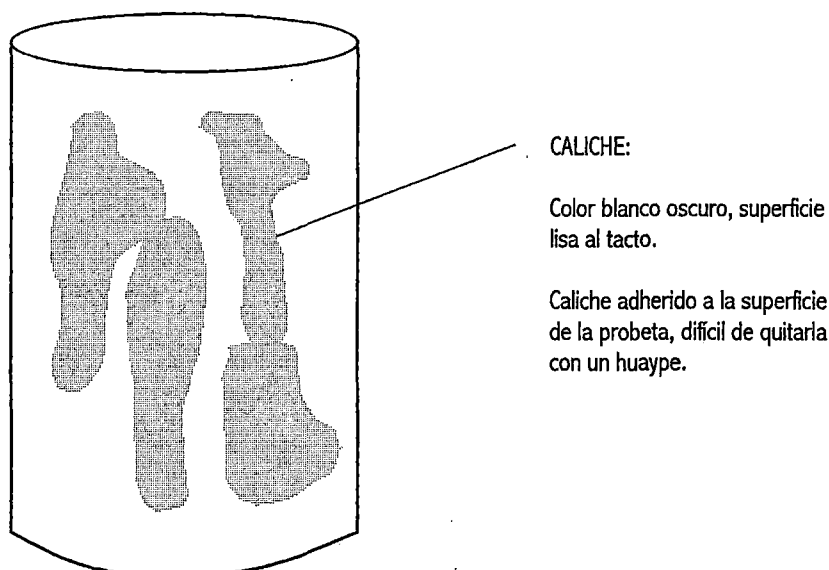
- a. Agrietamiento.

MANIFESTACIONES FÍSICAS QUE PRESENTAN LAS PROBETAS DE CONCRETO SOBRE SU SUPERFICIE DURANTE EL PROCESO DEL ENSAYO DE HUMEDECIDO, SECADO Y PERDIDA DE PESO

RELACION a/c 0.70

Desde el ciclo 01 al 03, diversas partes de la superficie lateral de la probeta de concreto, generalmente en la parte central, se forma el caliche como consecuencia del ensayo del humedecido y secado, el cual ha dado como resultado la realización de un proceso químico, en el cual la cal sale hacia la superficie lateral de la probeta y esta con ayuda del calor (otorgado por el horno) se seca y se adhiere a la superficie de la probeta de concreto.

Para mayor detalle se presenta el gráfico siguiente:



CICLO 04

- a. Formación de pelusa (sal) alrededor de la probeta de concreto.
- b. Se observa manchas blancas color blanco oscuro, las cuales son difíciles de quitar.

CICLO 05

- a. Superficie áspera y rugosa.
- b. La formación de sal en forma de pelusa en algunas probetas cubre toda la superficie lateral, mientras que en otras solo el 40% o 30%.

Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

CICLO 06

- a. Algunas probetas tienen la superficie más rugosa que otras.
- b. Permanece la formación de sal en forma de pelusa pero en poca cantidad y espesor.

CICLO 07

- a. Permanece la sal en forma de pelusa.
- b. Aparece en algunas probetas la formación de piel de cocodrilo.
- c. En algunas probetas al observarlas detenidamente se pudo apreciar pequeñas fisuras.
- d. Al realizar la limpieza de las probetas estas no presentaban mucha "resistencia" eran fáciles de limpiar porque la superficie se asemejaba a una pared tarrajada cuando la mezcla es pobre, es decir al pasar suavemente la mano sobre esta superficie la arena cae inmediatamente.

CICLO 09

- a. Permanece la formación de sal en forma de pelusa, de poco espesor.
- b. Se acentuó la formación de piel de cocodrilo, líneas de color rubio cubiertas de pelusa en toda su longitud.
- c. Aparecen algunos puntos blancos de sal.

CICLO 11

- a. Disminuye la formación de pelusa en forma de pelusa, tanto en espesor como en cantidad.

CICLO 12

- a. Se acentúa la aparición de pequeños puntos blancos de consistencia dura.
- b. Aparición de pequeñas fisuras no visibles en 3 a 5 probetas.

CICLO 13

- a. Superficie arenosa con pelusa.
- b. Se incrementa la aparición de fisuras visibles en mayor numero que las fisuras no visibles.

CICLO 14

a. Fisuras visibles en casi el total de probetas.

CICLO 14

a. Inicio del agrietamiento

CICLO 15 al 18

a. Fisuras visibles en casi el total de probetas.

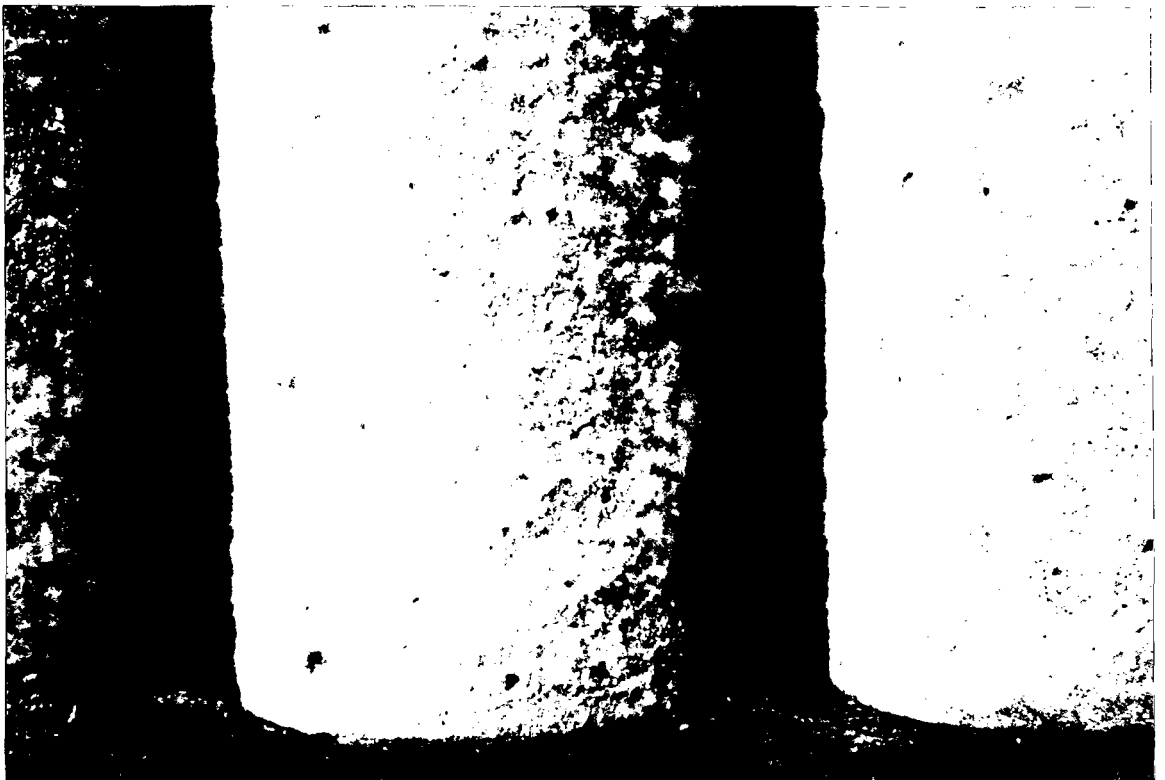
ANEXO D
TOMAS FOTOGRAFICAS

FOTO N° 01

- Aparición de eflorescencia en forma de algodón, no es tan notoria.
- Obsérvese la eflorescencia blanquecina, que se manifiesta mediante puntos blancos en poca cantidad sobre la superficie de la probeta.

**FOTO N° 02**

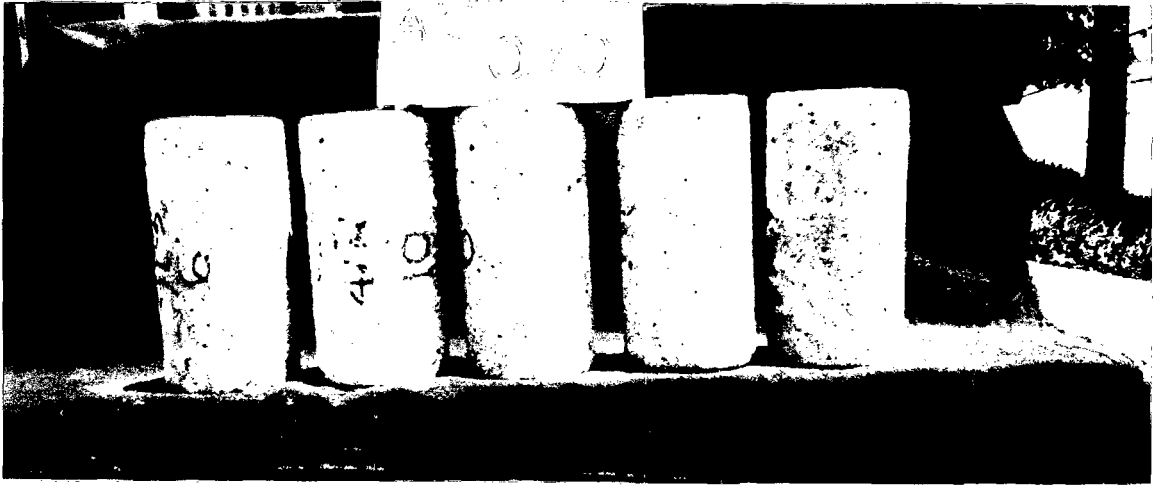
- Esta toma corresponde a la anterior, pero más cercana. Obsérvese las características que presenta la superficie lateral de la probeta.



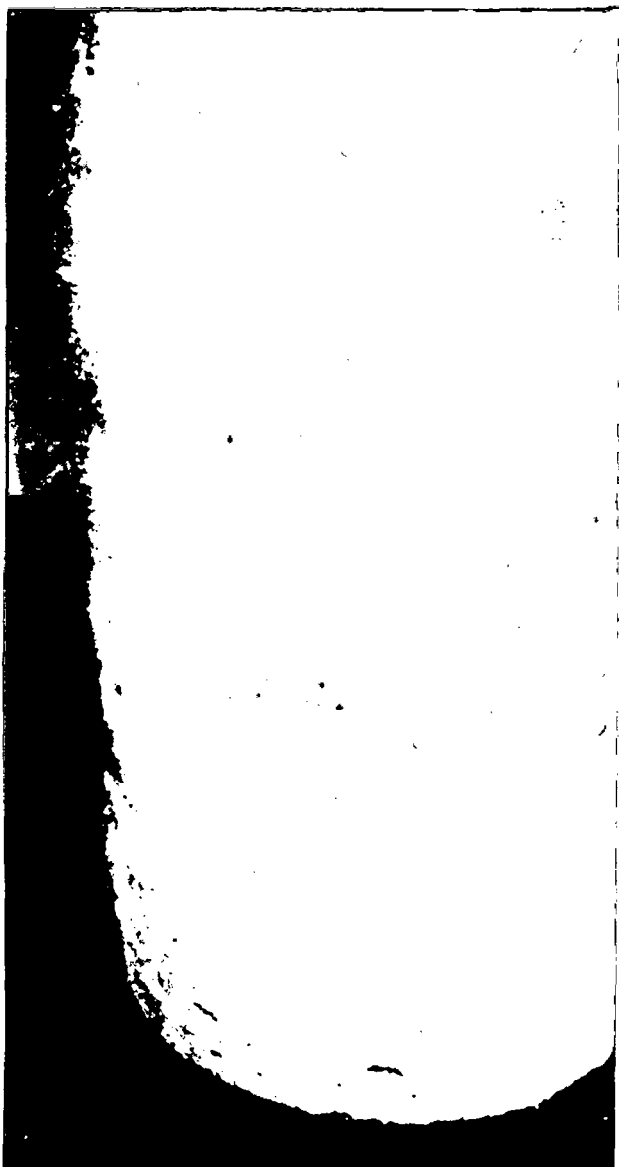
Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

FOTO N° 03

- Obsérvese la eflorescencia algodonosa; en algunas probetas es más notoria que en otras.

**FOTO N° 04**

- Obsérvese la eflorescencia en forma de algodón en esta probeta, cubre toda la superficie lateral de la probeta.
- Nótese la eflorescencia blanquecina (pequeños puntos blancos).
- Toma más cercana de la anterior, correspondiente a la 2da probeta contando desde la izquierda

**FOTO N° 05**

- Se acentúa la presencia de eflorescencia en forma de algodón, cubre casi todas las probetas en toda la superficie lateral.

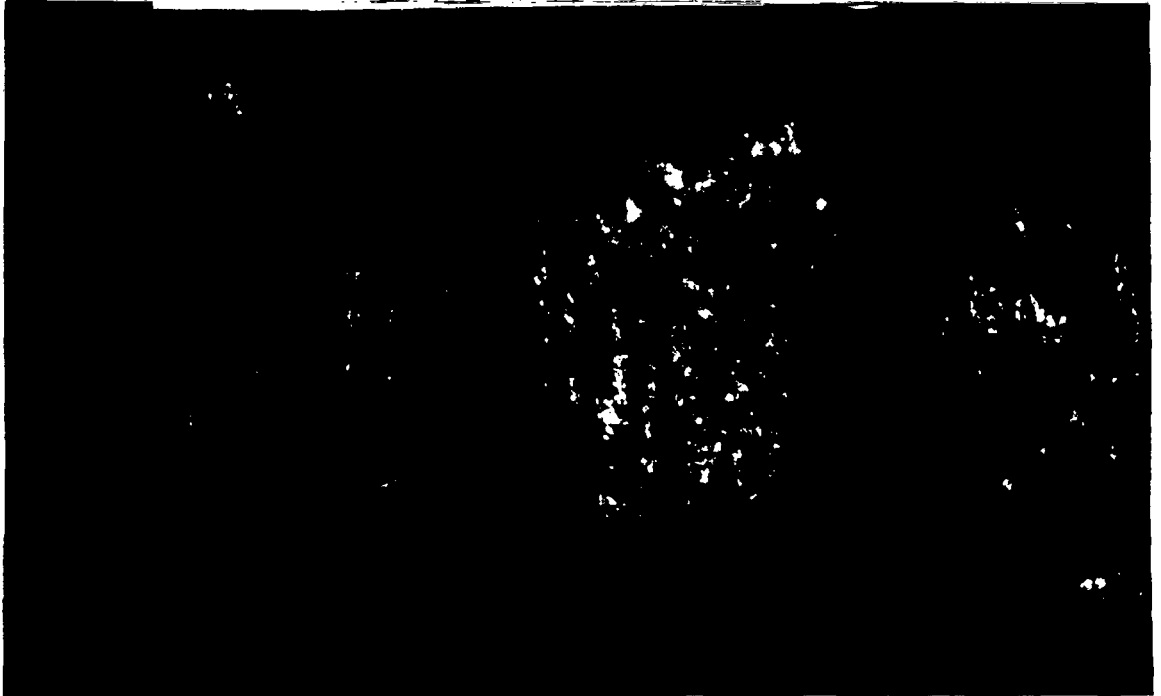
FOTO N° 06

- Obsérvese la pelusa, en algunas partes es de mayor espesor que en otras.
- Permanecen los puntos blancos (eflorescencia blanquecina).



FOTO N° 07

- Disminución de la eflorescencia algodonosa en algunas probetas.
- Obsérvese eflorescencia blanquecina en la superficie de la probeta.

**FOTO N° 08**

- Características que presenta una probeta del Ciclo 06 (muestra de la derecha) con otra probeta del Ciclo 09 (muestra del medio).



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

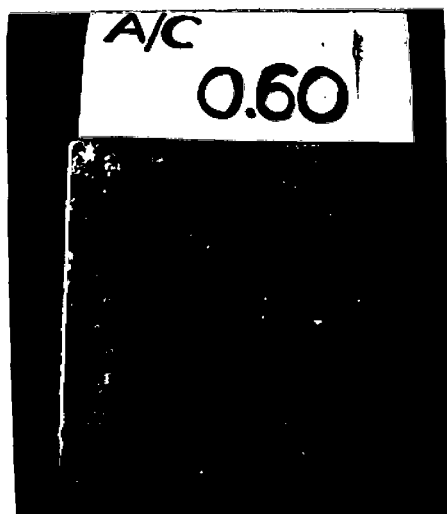


FOTO N° 09

- Obsérvese la textura que presenta la superficie de las probetas.
- Inicio de la formación de la piel de cocodrilo, la cual se forma por polígonos cerrados.

FOTO N° 10

- La formación de piel de cocodrilo es visible.
- Se nota la piel de cocodrilo formada por polígonos cerrados.

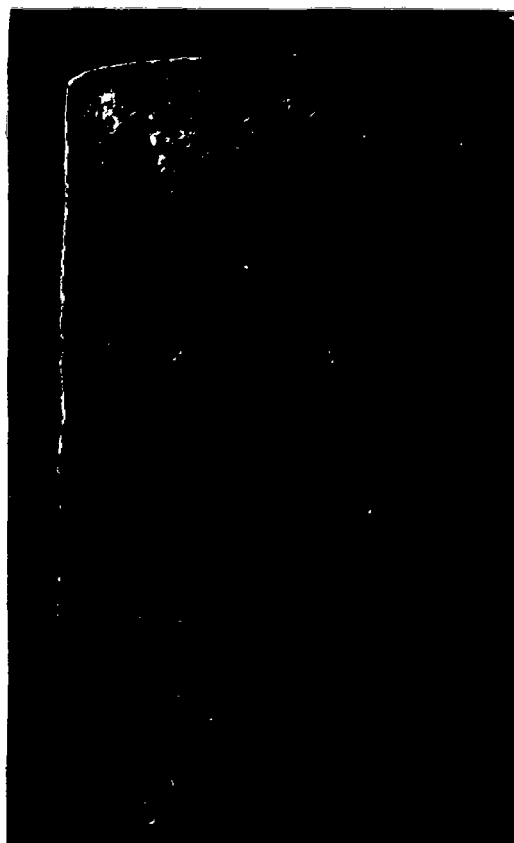
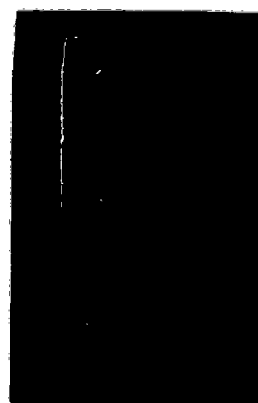


FOTO N° 11

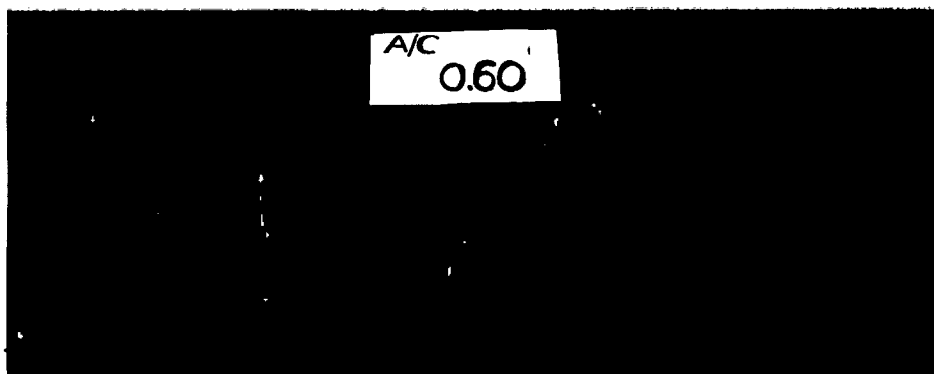
- Toma más cercana correspondiente a la toma 09, probeta de la izquierda.
- Obsérvese el incremento gradual de los puntos blancos que origina la eflorescencia blanquecina.
- Piel de cocodrilo, formada por polígonos cerrados, las cuales en toda su longitud tienen pelusa.

**FOTO N° 12**

- Toma más cercana correspondiente a la Toma 10.
- Se nota claramente la formación de piel de cocodrilo y las características que presenta las líneas que conforman el polígono cerrado.

FOTO N° 13

- Nótese el incremento de los puntos blancos (eflorescencia blanquecina), que dan lugar a manchas blancas en algunas probetas.
- Disminuye la presencia eflorescencia en forma de algodón en algunas probetas.



**FOTO N° 14**

- Toma más cercana de una de las probetas de la foto anterior.
- En esta toma se puede notar el color que tienen las líneas que conforman el polígono cerrado que da origen a la piel de cocodrilo.

FOTO N° 15

- Obsérvese las características que presentan las líneas que conforman el polígono cerrado que da origen a la piel de cocodrilo.
- Nótese el incremento de los puntos blancos (eflorescencia blanquecina) que dan lugar a manchas blancas en algunas partes de la probeta.

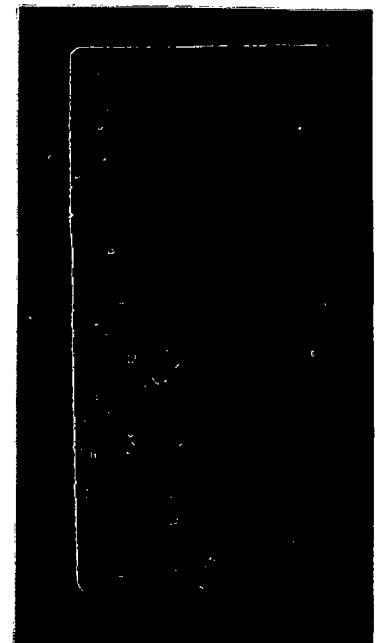


**FOTO N° 16**

- Toma más cercana correspondiente a la Foto 15.
- Se observa con más detalle las líneas.

FOTO N° 17

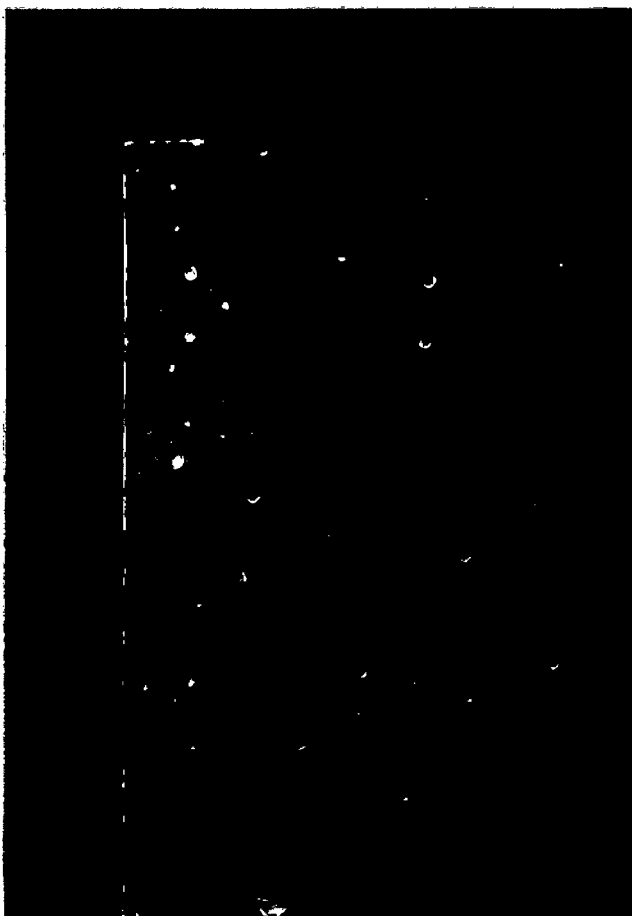
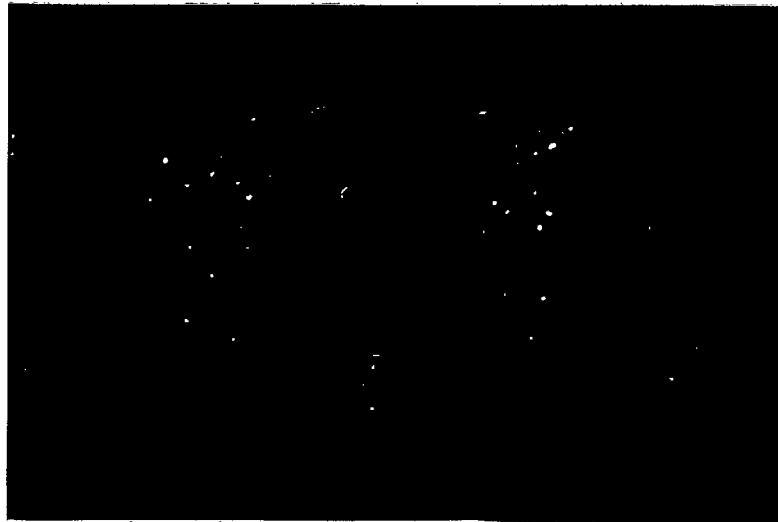
- Nótese el desarrollo de la piel de cocodrilo.

**FOTO N° 18**

- Líneas que forman la piel de cocodrilo.
- Toma más cercana de la probeta anterior.

FOTO N° 19

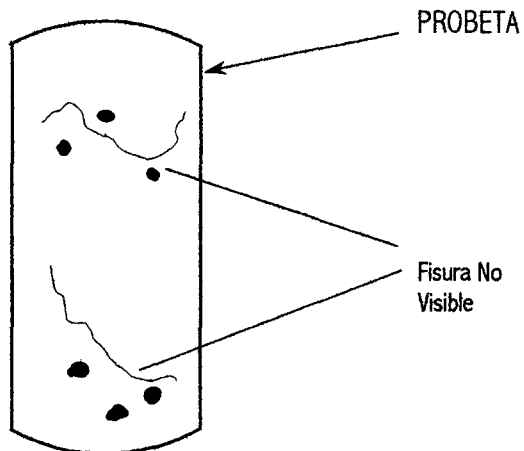
- Estado de las probetas después de haber sido limpiadas.
- Probetas que presentan la piel de cocodrilo.

**FOTO N° 20**

- Toma más cercana, correspondiente a una de las probetas de la Foto N° 19.

**FOTO N° 21**

- Obsérvese la textura de la probeta.
- Incremento gradual de los puntos blancos; el área que ocupan estas se incrementa poco a poco.
- Nótese la fisura horizontal (no visible a simple vista) en la parte central e inferior de la probeta.



**FOTO N° 22**

- Incremento significativo de los puntos blancos (eflorescencia blanquecina).
- Obsérvese la textura de la superficie.
- Estas características son otro indicio más del inicio de la formación inminente de las fisuras, al igual que la piel de cocodrilo.

FOTO N° 23

- Textura de la superficie.
- La presencia de sal en forma de pelusa (algodón) en estas dos tomas es casi nula.



FOTO N° 24

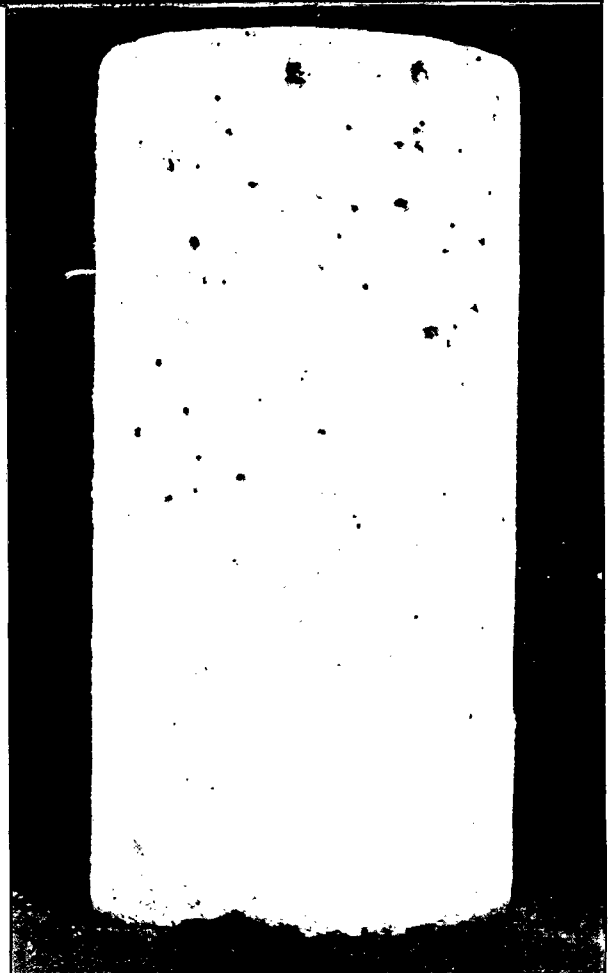
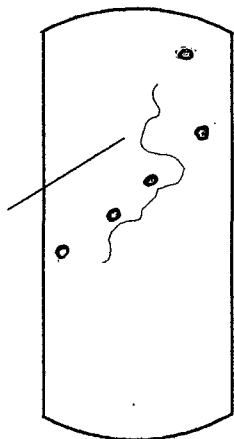
- Probetas que presentan fisuras en formación, llamadas fisuras no visibles.



FOTO N° 25

- Obsérvese detenidamente la parte central de la probeta para ver la fisura no visible.

Fisura No
Visible



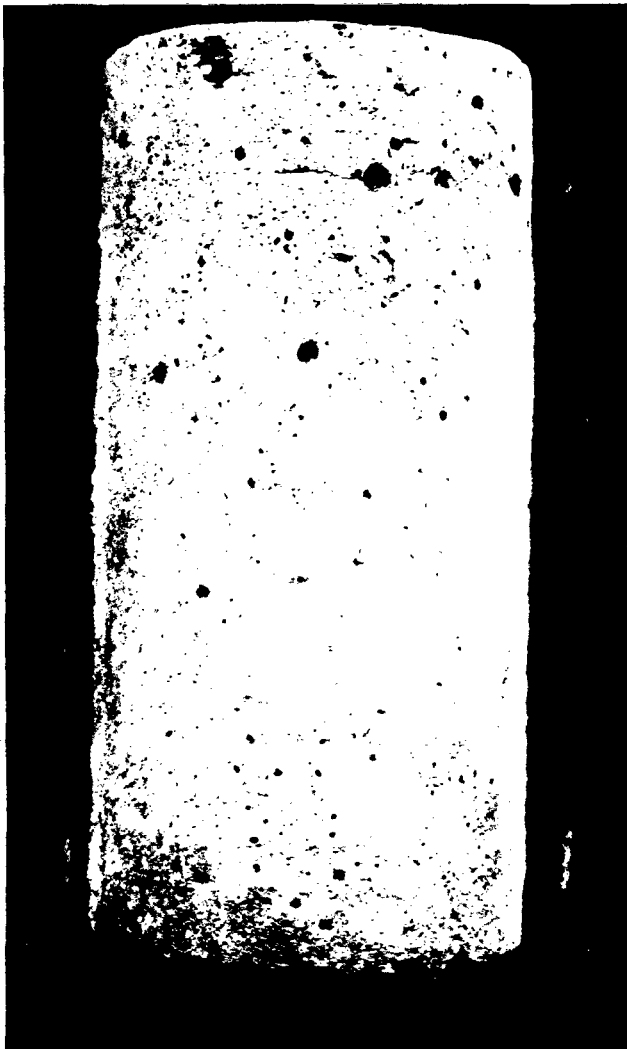


FOTO N° 27

- Fisura visible, la que se observa en la parte superior de la probeta.
- Fisura no visible o en formación en la parte central de la probeta.

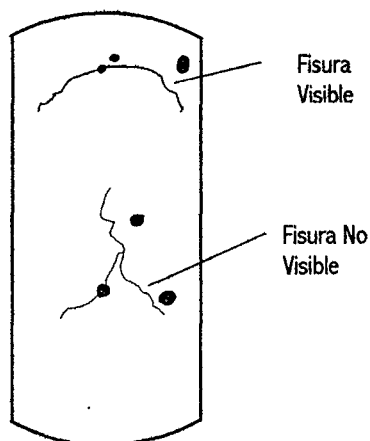
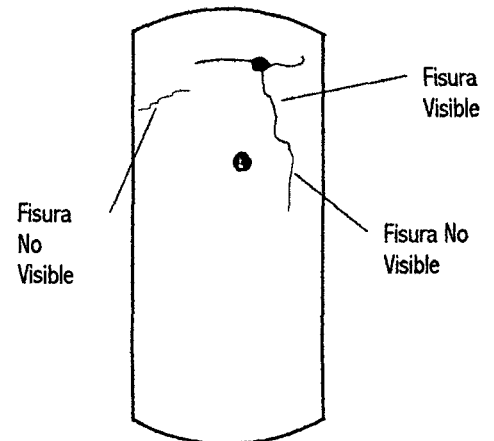


FOTO N° 26

- Fisura no visible y fisura visible.



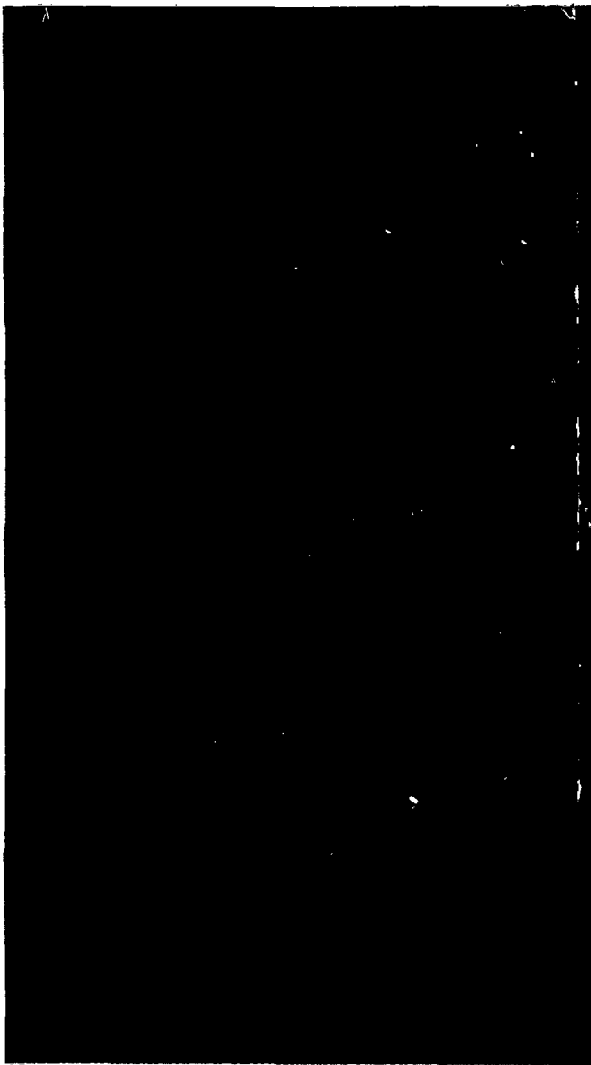
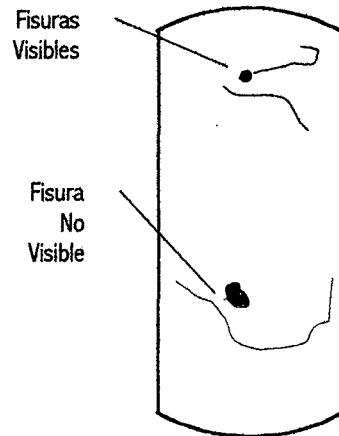


FOTO N° 28

- Fisura visible en la parte superior de la probeta.



- Fisura no visible o en formación.

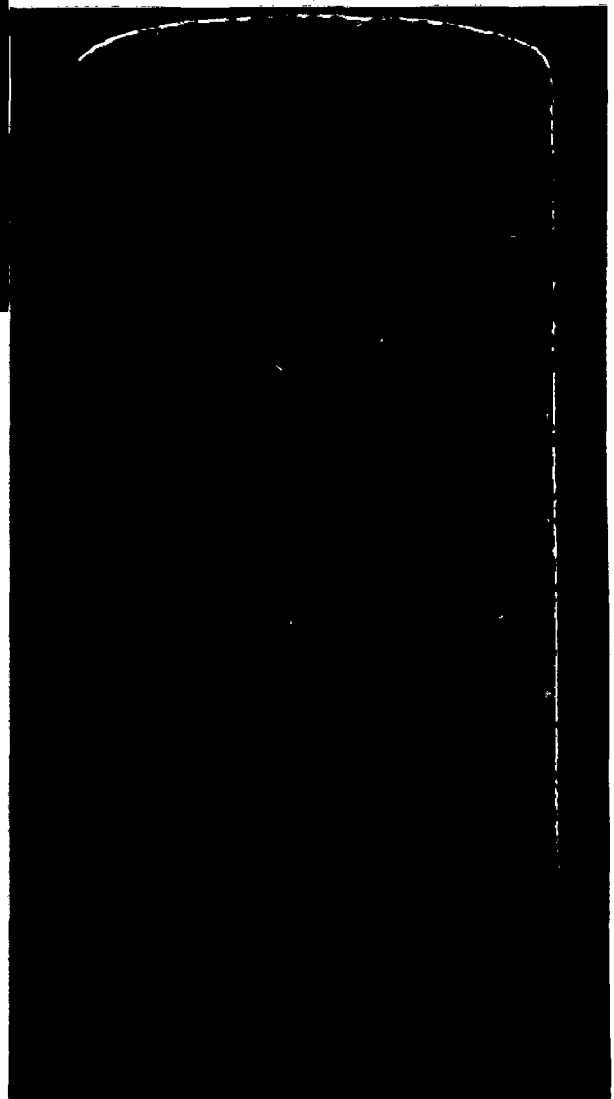


FOTO N° 29

- Fisura en formación

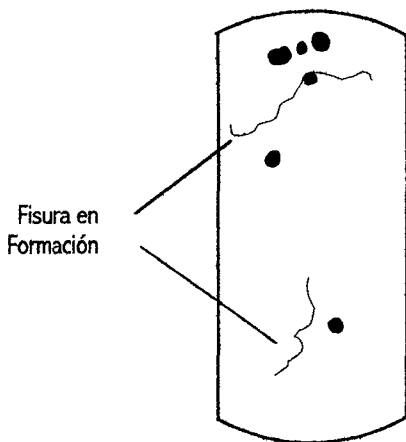
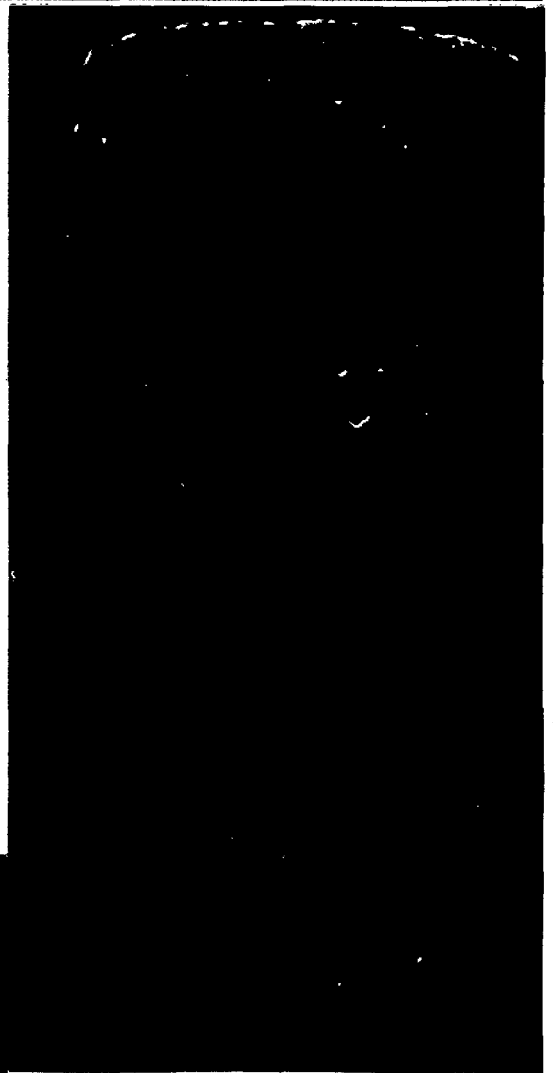
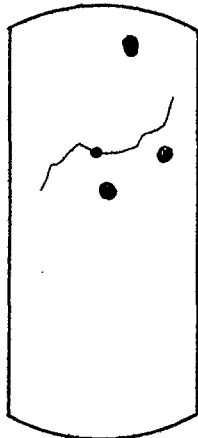


FOTO N° 30

- Formación de fisuras.
- Obsérvese la textura de la superficie de las probetas, nótese los pequeños puntos finos (parecido a la arena fina) adheridos a la superficie.

**FOTO N° 31**

- Formación de fisuras.

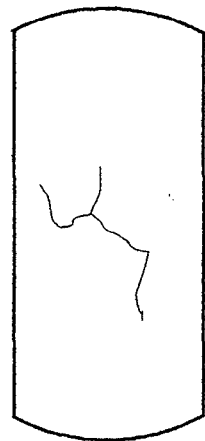




FOTO N° 32

- Nótese las características que presenta la textura de la superficie de la probeta.

FOTO N° 33

- Formación de fisuras.

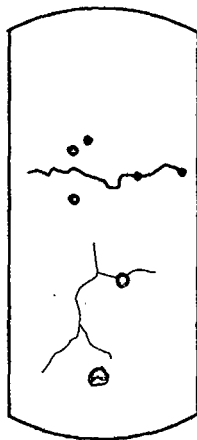




FOTO N° 36

- Fisura visible y en formación.

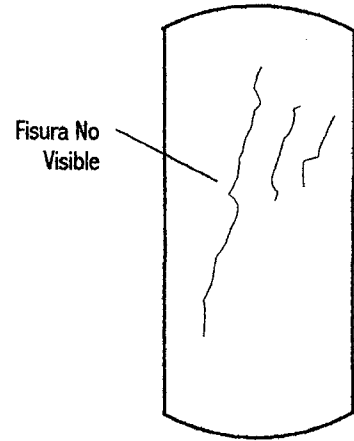


FOTO N° 37

- Fisura en formación.

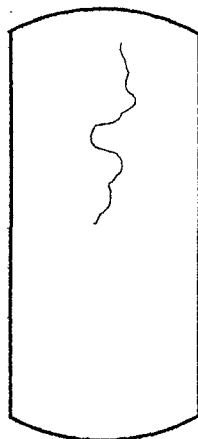


FOTO N° 38

- Fisura horizontal visible.



FOTO N° 39

- Fisura visible.



FOTO N° 40

• Fisura visible.



FOTO N° 41

• Fisura visible.

FOTO N° 42

- Fisura visible.

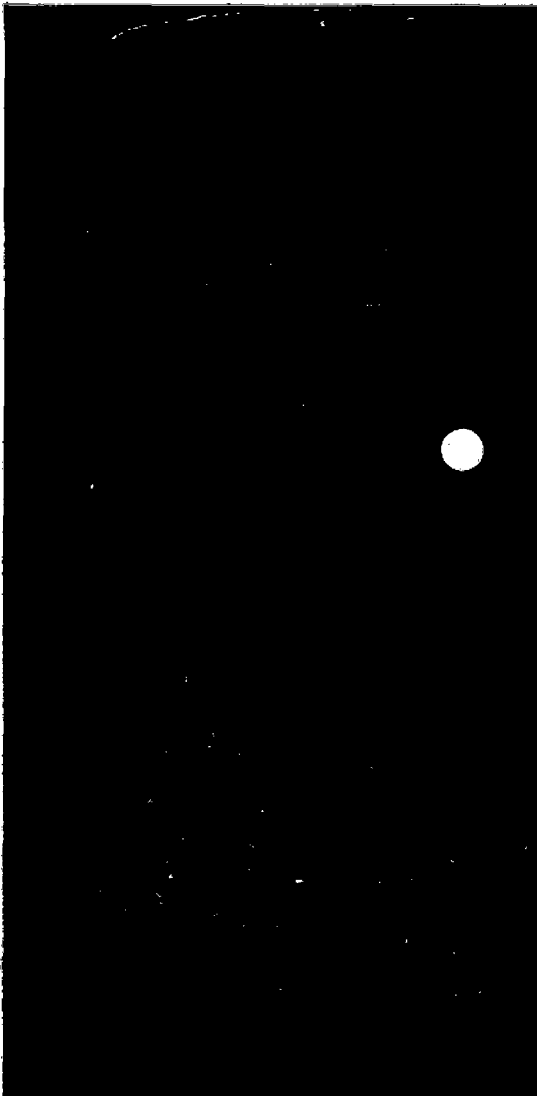
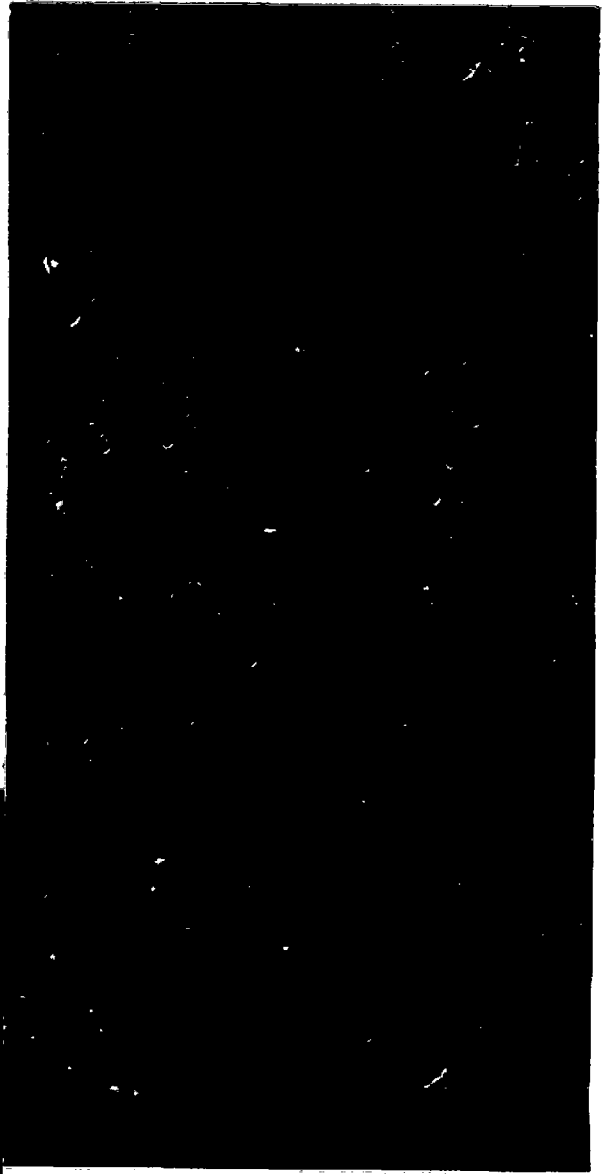
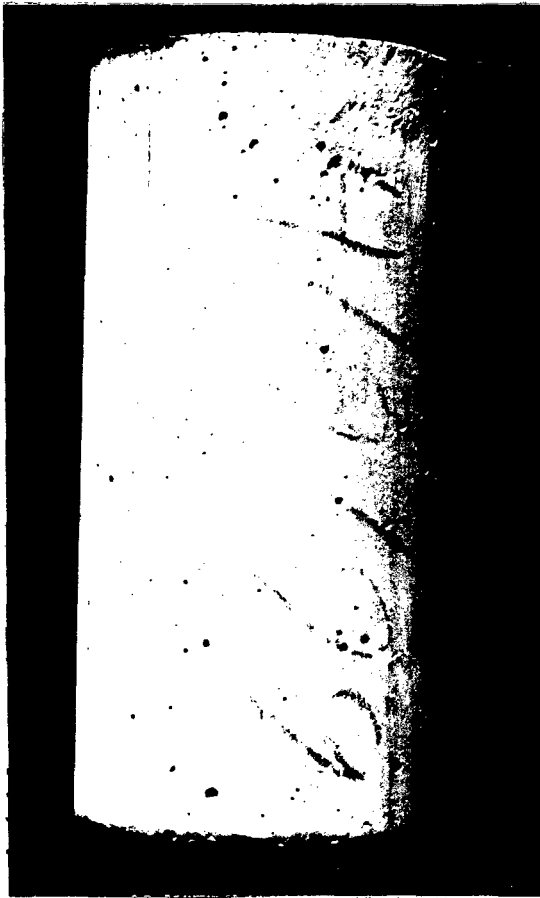


FOTO N° 43

- Fisura visible y en formación.

**FOTO N° 44**

- Características que presenta la probeta de 4x8' antes de someterse al ensayo de humedecido y secado.
- Obsérvese el color que presenta, gris.

FOTO N° 45

- Probetas sometidas de 4 a 6 ciclos más, después de producirse el fisuramiento.
- Obsérvese las profundas grietas formadas.

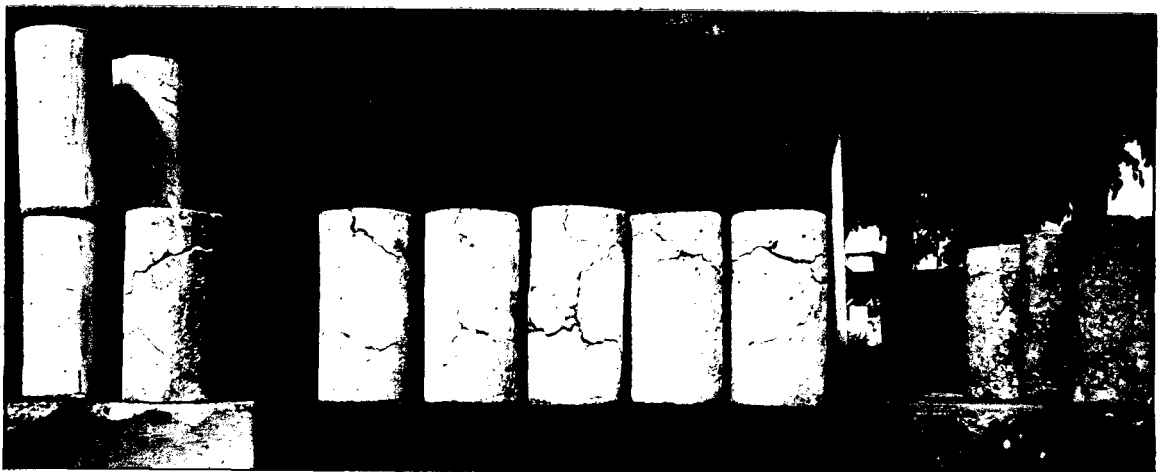
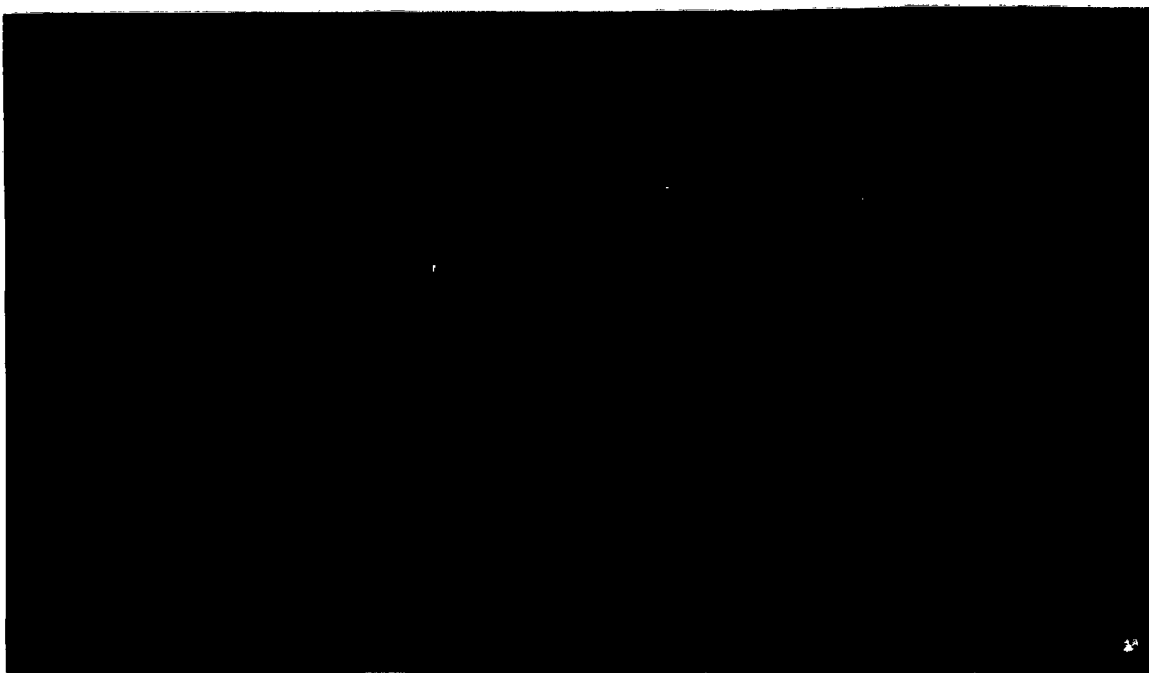


FOTO N° 46

- Toma más cercana a la anterior, obsérvese las características que presenta la superficie; longitud, espesor, y forma de la grieta.

**FOTO N° 47**

- Parte superior de las probetas mostradas anteriormente.
- Las grietas que aparecen en la superficie lateral se extienden tanto a la parte superior como inferior.



**FOTO N° 48**

- Vista de la probeta completa.
- Se observa el agregado grueso.
- Obsérvese la dirección de las grietas, verticales, horizontales y oblicuas.

**FOTO N° 49**

- Vista de la parte superior de la probeta, correspondiente a la toma 48.

**FOTO N° 50**

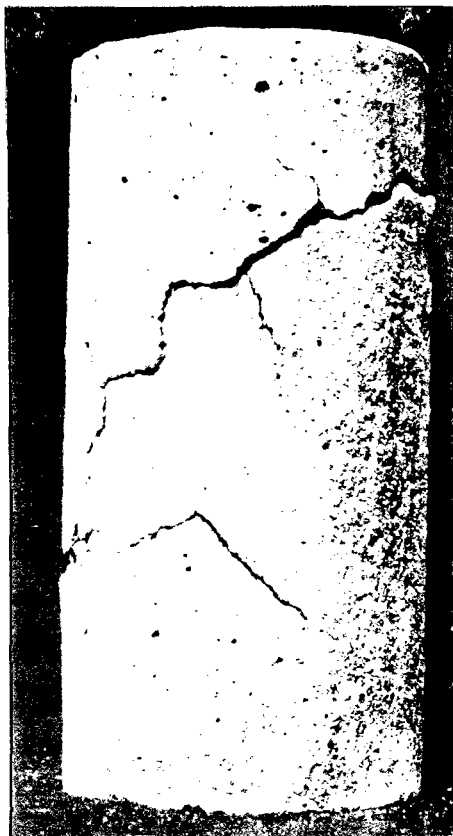


FOTO N° 51

FOTO N° 52



FOTO N° 53

FOTO 54

- Obsérvese las características, color, textura, que presenta las 06 probetas (encima del pequeño muro) después de 60 días de inmersión en Cloruro de Sodio.
- Dichas probetas se someterán a rotura.

**FOTO 55**

- Probeta a la izquierda, sometida al proceso de humedecido y secado (después de haber sido limpiada).
- Probeta a la derecha, para ser sometida a rotura después de 60 días de inmersión.
- Nótese la diferencia de color entre ambas.

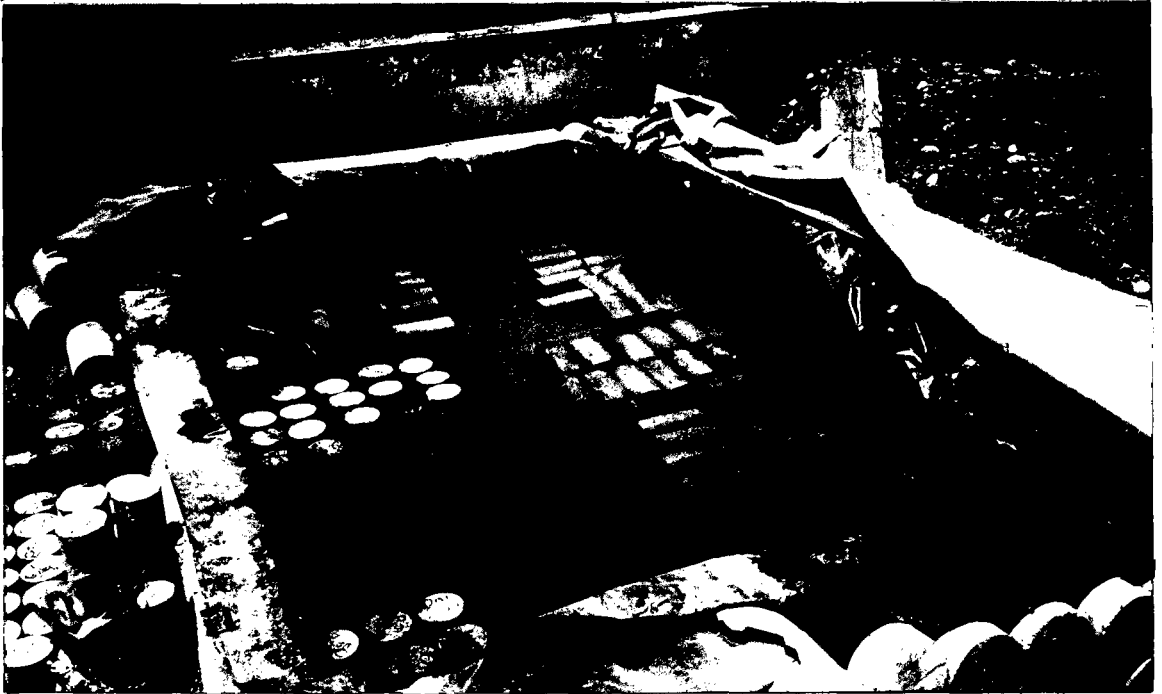
FOTO N° 56

- Vista completa de la probeta a someterse a rotura después de 60 días de inmersión.
- Obsérvese la poza de inmersión y las probetas que aun permanecen inmersas.



FOTO N° 57

- Poza de inmersión con solución diluida de Cloruro de Sodio.
- Nótese la distribución de las probetas tanto para el ensayo de humedecido y secado (mitad de la poza hacia el lado izquierdo) como para la rotura (mitad de la poza hacia el lado derecho).

**FOTO N° 58**

- Inmersión de las probetas después de haber sido pesadas y limpiadas.
- Horno ubicado al lado derecho.



Tesis: "Corrosión del concreto de mediana a baja resistencia por acción del Cloruro de Sodio con cemento Portland Tipo I"

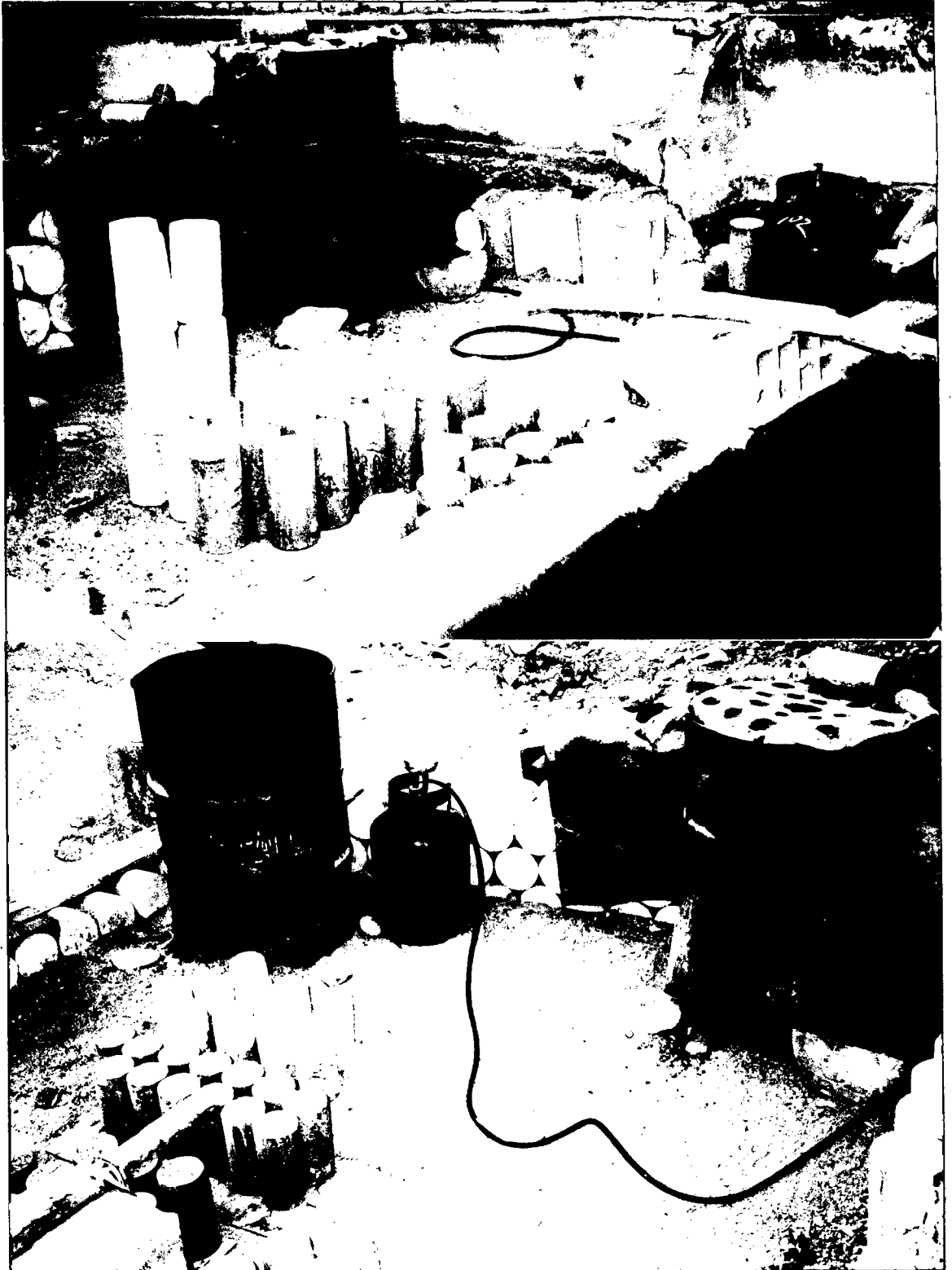
**FOTO N° 59**

- Cubriendo la poza de inmersión, ya que de acuerdo a su ubicación el polvo que la circunda tiende a ingresar.
- El color del agua dentro de la poza de inmersión no es producto de la cal que se desprende de las probetas.

FOTO N° 60

EQUIPO DE SECADO

- Nótese la disposición del Equipo de Secado, horno (cilindro metálico), cocina a gas de dos hornillas (debajo del horno), manguera y balón de gas.



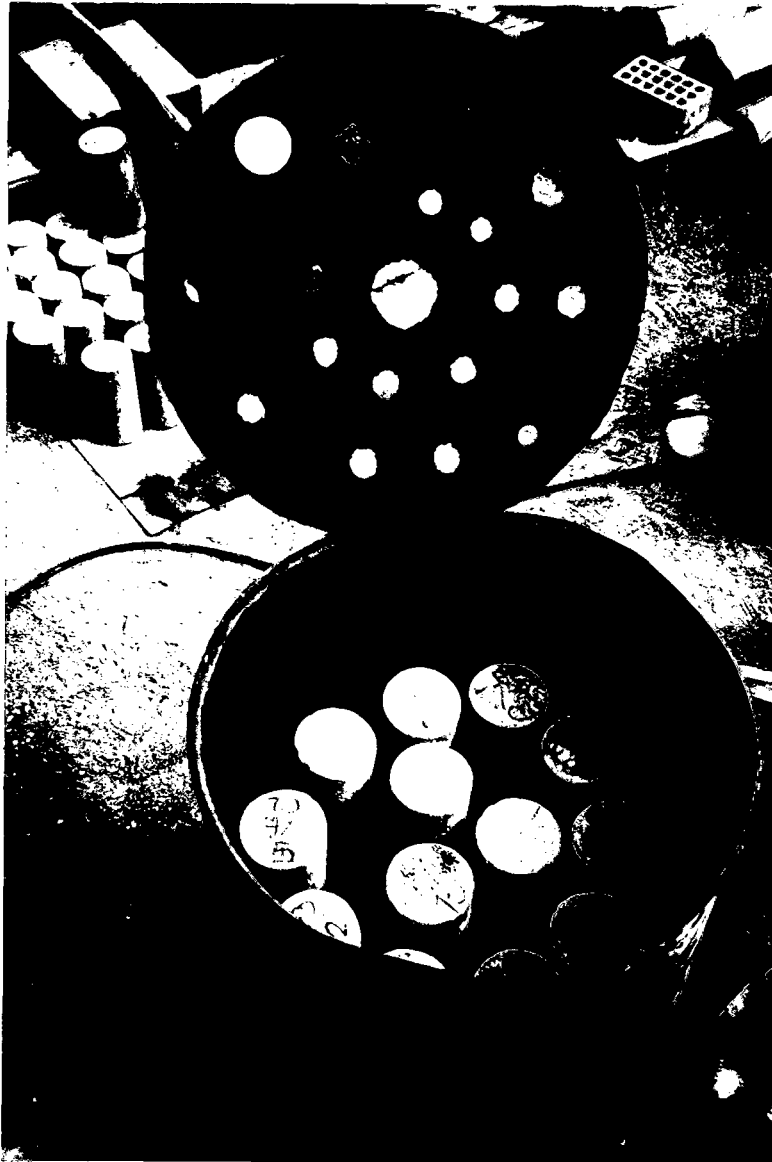


FOTO N° 61

- Disposición de las probetas al interior del horno.
- Nótese los orificios de ventilación en la tapa del horno.
- Nótese el agregado fino debajo de las probetas, esto se coloca con el fin de que el calor generado por la cocina no actúe directamente contra la superficie inferior de la probeta.



FOTO N° 62

Nótese las probetas:

- Trece unidades cercanas al muro, después de haber sido retiradas de la poza de inmersión para luego ser secadas en el horno.
- Trece unidades, encima del triplay, después de haber sido secadas y realizado la limpieza respectiva.

FOTO N° 63**EQUIPO DE CAPEADO**

- Disposición del equipo de capeado, capeador para probeta 6x12", olla eléctrica para calentar el caping, cucharón, etc.

**FOTO N° 64**

- Capeador para probetas 4x8".
- Obsérvese en la toma anterior las probetas de 4x8" capeadas y listas para someterse a rotura.

FOTO N° 65**EQUIPO DE ROTURA**

- Prensa Hidráulica, regulador de velocidad (manija con extremo color negro) y tablero de lectura digital.
- Modo de realizar la rotura de la probeta de 4x8", se colocan dos discos para aumentar la altura de la probeta.

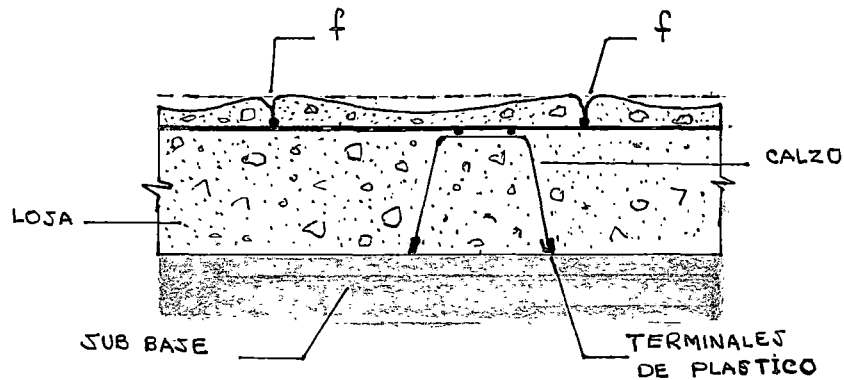
**FOTO N° 66**

- Procediendo a realizar la rotura de la probeta 4x8".
- Nótese en la toma anterior que el tablero digital tiene que estar en una lectura de 0000 para iniciar la rotura.



ANEXO E
ATLAS DE FISURAS

FISURACIÓN POR ASIENTO PLASTICO EN LOSA DE PAVIMENTO



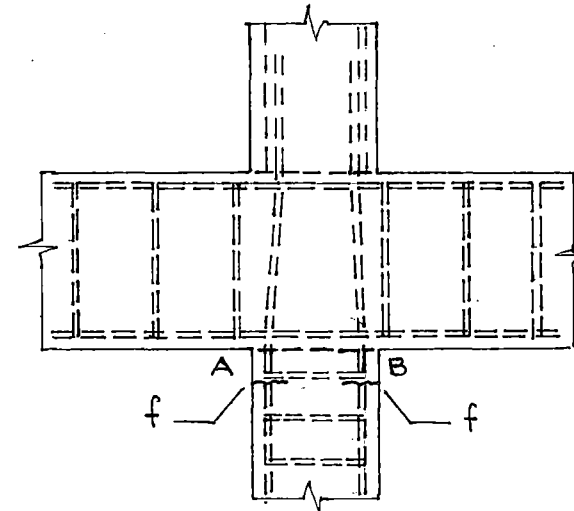
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho apreciable (0.15 a 0.3 mm) y, generalmente, de poca profundidad.
- 1.2 La fisura sigue la armadura.
- 1.3 Se produce en las primeras tres horas a partir del vertido.
- 1.4 Está motivada por la coacción que la armadura ejerce sobre el descenso por asiento plástico del hormigón.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de exudación.
- 2.2 Hormigonado con altas temperaturas ambientes y/o viento.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Armadura con poco recubrimiento.

FISURACIÓN POR ASIENTO PLASTICO EN CABEZA DE PILAR



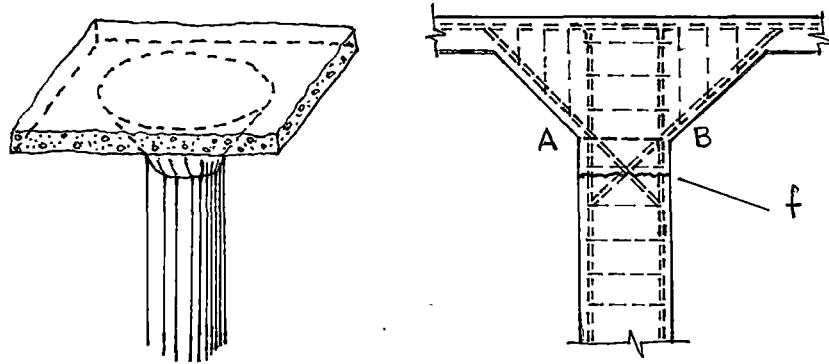
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras que aparecen generalmente a nivel ligeramente inferior al de un estribo en la cabeza del pilar (AB es la junta de construcción).
- 1.2 Fisuras de ancho apreciable (0.2 a 0.4 mm) y generalmente de poca profundidad.
- 1.3 Aparecen antes de tres horas de vertido el hormigón, pero no son observables debido al encofrado del pilar, hasta que se procede al desencofrado.
- 1.4 Están motivadas por la coacción que los estribos producen al asiento plástico del hormigón situado sobre ellos. El hormigón del núcleo y el situado bajo el estribo descenden libremente.
- 1.5 Se producen en cabeza, donde el hormigón tiene una mayor relación A/C por el vibrado y no hay peso de hormigón fresco encima en ese momento.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de exudación.
- 2.2 Hormigonado con altas temperaturas ambientes y/o viento.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Armadura con poco recubrimiento.

FISURACIÓN POR ASIENTO PLÁSTICO EN EL FUSTE DE UNA COLUMNA



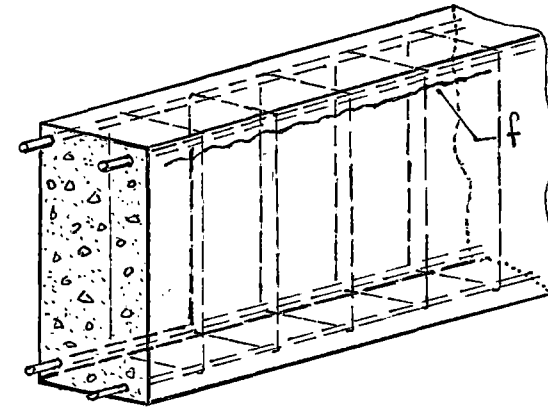
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras que aparecen generalmente a nivel ligeramente inferior al de un estribo en la cabeza del pilar (AB es la junta de construcción).
- 1.2 Fisuras de ancho apreciable (0.2 a 0.4 mm) y generalmente de poca profundidad.
- 1.3 Aparecen antes de tres horas de vertido el hormigón, pero no son observables debido al encofrado del pilar, hasta que se procede al desencofrado.
- 1.4 Están motivadas por la coacción que los estribos producen al asiento plástico del hormigón situado sobre ellos. El hormigón del núcleo y el situado bajo el estribo descienden libremente.
- 1.5 Se producen en cabeza, donde el hormigón tiene una mayor relación A/C por el vibrado y no hay peso de hormigón fresco encima en ese momento.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de exudación.
- 2.2 Hormigonado con altas temperaturas ambientales y/o viento.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Armadura con poco recubrimiento.

FISURACIÓN POR ASIENTO PLÁSTICO EN VIGA



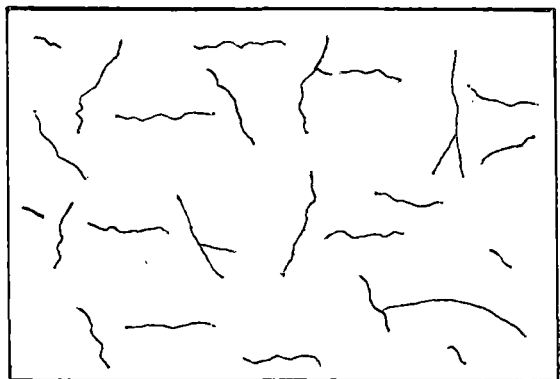
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho apreciable (0.15 a 0.3 mm) y generalmente, de poca profundidad.
- 1.2 La fisura sigue la armadura de la cara superior.
- 1.2 Se produce en las primeras tres horas a partir del vertido.
- 1.3 Están motivadas por la coacción que la armadura ejerce sobre el descenso por asiento plástico del hormigón situado sobre ella, que es en cambio libre para el esta debajo.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de exudación.
- 2.2 Hormigonado con altas temperaturas ambientales y/o viento.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Armadura con poco recubrimiento.

FISURACION DE UNA LOSA O PAVIMENTO POR RETRACCION PLASTICA



PLANTA

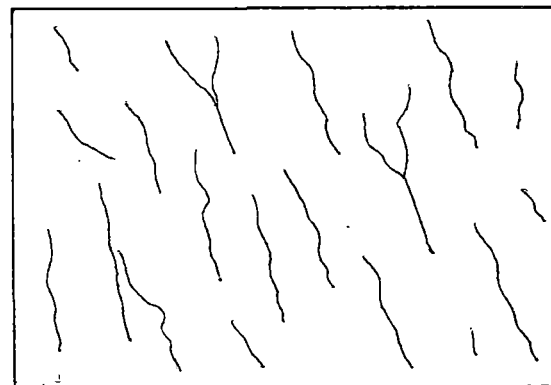
1. CARACTERISTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho apreciable (0.2 a 0.4 mm) y escasa profundidad.
- 1.2 Aparición desde una a seis horas de vertido del hormigón.
- 1.3 Con frecuencia, las direcciones predominantes coinciden con la menor cuantía de armadura, dirección del viento durante la puesta en obra, variación de espesor, etc.

2. CAUSAS

- 2.1 Evaporación muy rápida del agua en la superficie.
- 2.2 Velocidad lenta de exudación.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Hormigonado con altas temperaturas ambientes y/o viento.
- 2.8 Curado incorrecto.

FISURACION DE UNA LOSA O PAVIMENTO POR RETRACCION PLASTICA



PLANTA

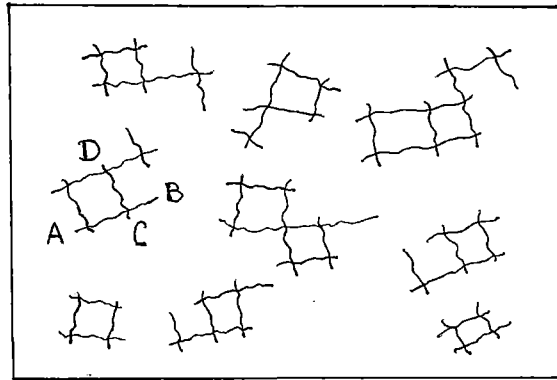
1. CARACTERISTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho apreciable (0.2 a 0.4 mm) y escasa profundidad.
- 1.2 Aparición desde una a seis horas de vertido del hormigón.
- 1.3 Con frecuencia, las direcciones predominantes coinciden con la menor cuantía de armadura, dirección del viento durante la puesta en obra, variación de espesor, etc.

2. CAUSAS

- 2.1 Evaporación muy rápida del agua en la superficie.
- 2.2 Velocidad lenta de exudación.
- 2.3 Exceso de relación A/C.
- 2.4 Exceso de finos en la arena.
- 2.5 Cemento inadecuado.
- 2.6 Empleo incorrecto de retardadores.
- 2.7 Hormigonado con altas temperaturas ambientes y/o viento.
- 2.8 Curado incorrecto.

FISURACIÓN DE UNA LOSA POR RETRACCIÓN HIDRAULICA



PLANTA

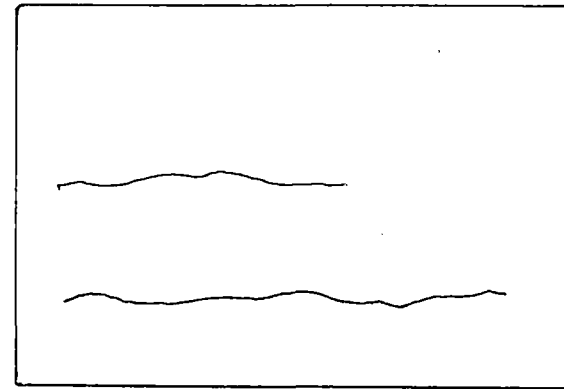
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de pequeño ancho (0.05 a 0.2 mm).
- 1.2 Aparición algunas semanas o meses después del endurecimiento del hormigón.
- 1.3 Si no hay una orientación preferente por cuantía alta de armaduras, su presencia es anárquica.
- 1.4 Una vez aparecida una fisura como AB, las tensiones en esa dirección en esa zona quedan liberadas y las de la dirección ortogonal tienen tendencia a producir otra perpendicular como CD. Por eso, esta fisuración recuerda la piel de cocodrilo.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de finos en la arena.
- 2.2 Cuantías mínimas insuficientes.
- 2.3 Curado escaso.

FISURACIÓN DE UNA LOSA POR RETRACCIÓN HIDRAULICA



PLANTA

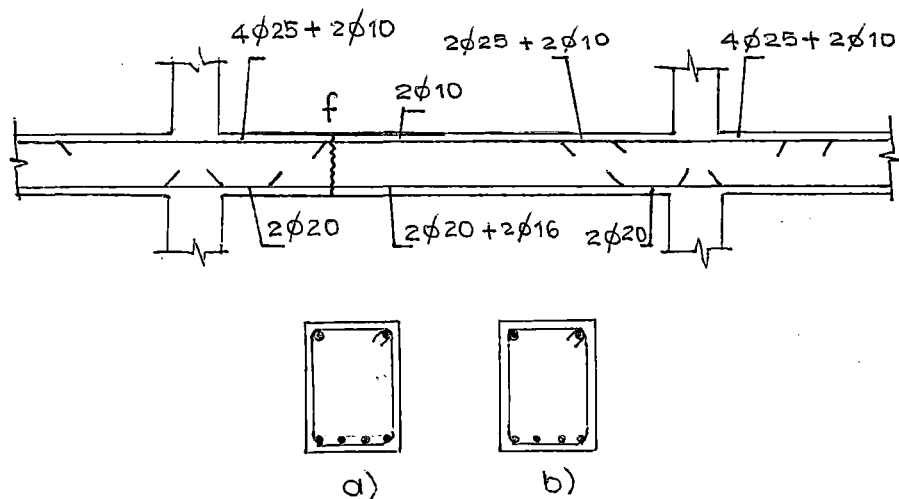
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de pequeño ancho (0.05 a 0.2 mm).
- 1.2 Aparición algunas semanas o meses después del endurecimiento del hormigón.
- 1.3 Si no hay una orientación preferente por cuantía alta de armaduras, su presencia es anárquica.

2. CAUSAS

- 2.1 Exceso de finos en la arena.
- 2.2 Cuantías mínimas insuficientes.
- 2.3 Curado escaso.

FISURACION DE UN DINTEL POR RETRACCION HIDRAULICA CONCENTRADA POR UN CORTE BRUSCO DE ARMADURAS



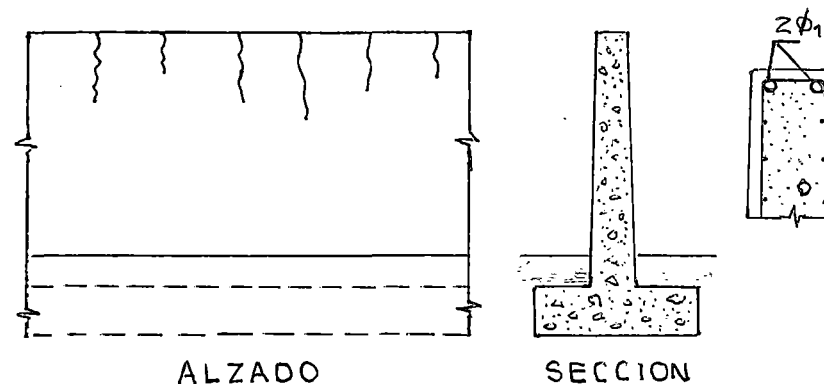
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de pequeño ancho (0.05 a 0.2 mm).
- 1.2 Aparición algunas semanas o meses después del endurecimiento del hormigón.
- 1.3 Aparecen justamente en el cambio de sección mecánica. Obsérvese que, aunque visualmente el dintel es de sección constante, mecánicamente experimenta un cambio muy brusco de sección e inercia equivalentes.
- 1.4 Según los casos, la fisura corta o no la sección. (Ver figuras a) y b)).
- 1.5 Si hay forjado asociado, la fisura puede continuar por la cara inferior del forjado.

2. CAUSAS

- 2.1 Básicamente la fisuración es debida al corte brusco de armaduras. (Véase a la derecha de la figura una disposición correcta).
- 2.2 La situación se agrava si las juntas de contracción, dilatación, etc. están erróneamente dispuestas.
- 2.3 Análogamente se agrava si el curado es incorrecto.

FISURACION POR RETRACCION HIDRAULICA EN LA CORONACION DE UN MURO



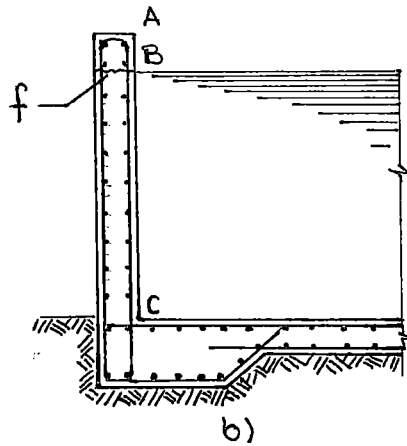
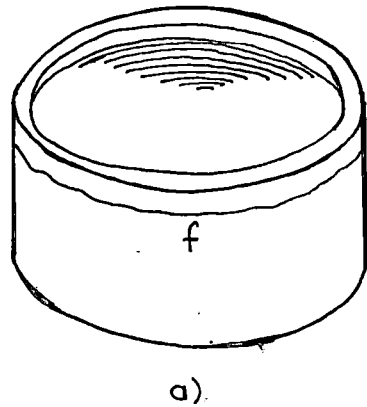
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho pequeño o medio (0.05 a 0.3 mm).
- 1.2 Aparición algunas semanas o meses después del endurecimiento del hormigón.
- 1.3 Fisuras con máxima abertura en coronación y ancho decreciente al descender. Frecuentemente se cierran antes de llegar al cimiento.
- 1.4 Secuencia de separación prácticamente constante.

2. CAUSAS

- 2.1 - Exceso de finos en la arena.
- 2.2 Insuficiente armadura de retracción y temperatura. Ausencia de dos redondos especiales (ϕ_1) en coronación.
- 2.3 Curado inadecuado.

FISURACIÓN PERIMETRAL POR RETRACCIÓN HIDRAULICA
EN DEPOSITOS DE AGUA



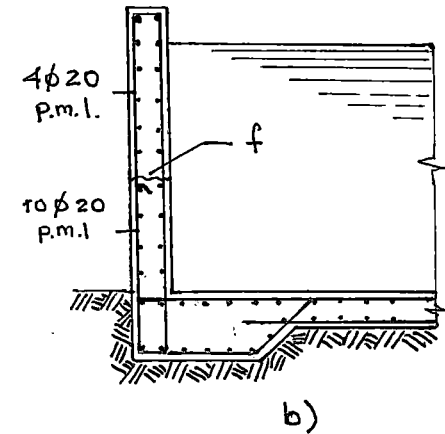
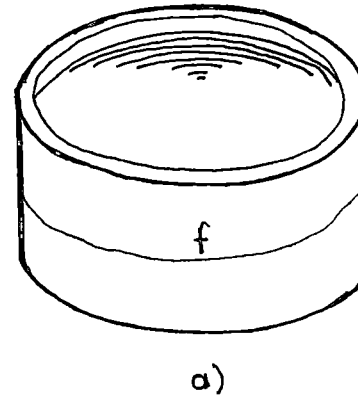
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisura que recorre generalmente todo el contorno.
- 1.2 Ancho pequeño (0.05 a 0.2 mm).
- 1.3 Aparece tanto por la superficie interior como por la exterior del depósito.
- 1.4 Esta situada en el plano del nivel superior de agua, cuando este se mantiene constante durante mucho tiempo, o ligeramente por encima de él.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es la retracción diferencial de la zona AB (fig. b)), relativamente seca, de la BC, en estado saturado.
- 2.2 Puede agravarse si las armaduras de la superficie interior o exterior no cumplen los mínimos establecidos por retracción o temperatura.

FISURACIÓN PERIMETRAL POR RETRACCIÓN HIDRAULICA
EN DEPOSITOS DE AGUA



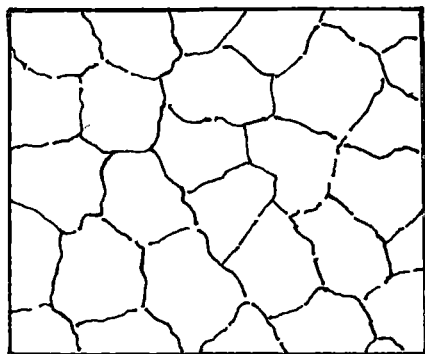
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisura que recorre generalmente todo el contorno.
- 1.2 Ancho pequeño (0.05 a 0.2 mm).
- 1.3 Puede aparecer por una o por ambas caras.
- 1.4 Esta situada en el nivel de corte de armaduras verticales en el cual se corta simultáneamente un porcentaje muy importante de barras.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es el cambio brusco de espesor real equivalente. Aunque visualmente el espesor del canto es constante o varía linealmente, la variación brusca de armaduras verticales produce una variación brusca de sección e inercia equivalentes. Ello produce un efecto de entalla que localiza los esfuerzos de retracción y de flexión vertical.

FISURACIÓN EN MAPA EN MUROS Y LOSAS



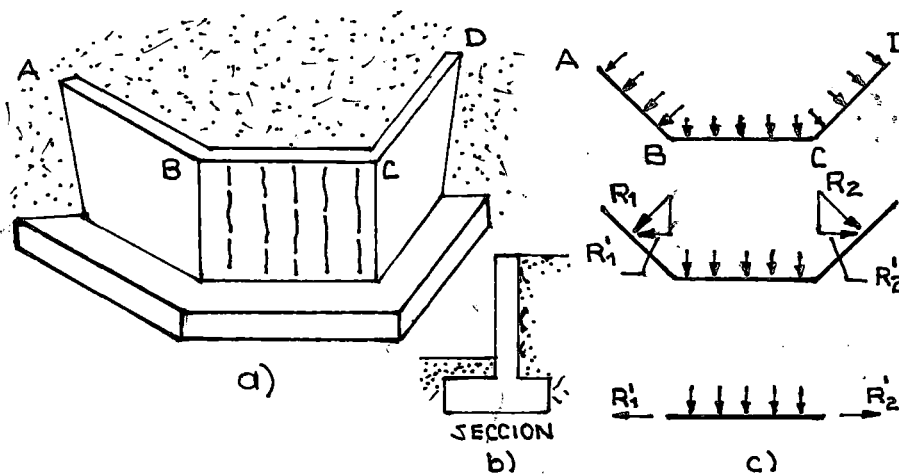
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho pequeño (0.05 a 0.2 mm).
- 1.2 Distribución anárquica.
- 1.3 Escasa profundidad.
- 1.4 Generalmente aparecen entre un día y una semana a partir del vertido del hormigón.

2. CAUSAS

- 2.1 Encofrados excesivamente impermeables.
- 2.2 Contenido excesivo de cemento.
- 2.3 Curado deficiente.
- 2.4 Llameado o fratasado excesivo.

FISURACIÓN VERTICAL EN ALZADO DE MUROS DE CONTENCIÓN



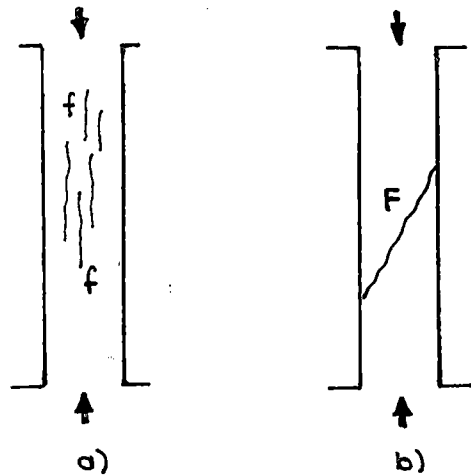
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras verticales.
- 1.2 Ancho variable.
- 1.3 Separación de pocos decímetros.

2. CAUSAS

- 2.1 El muro poligonal, al no tener juntas de dilatación en los cambios de dirección, sitúa al tramo BC en tracción horizontal. (Ver fig. c)).

FISURACIÓN EN PILARES POR AGOTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON



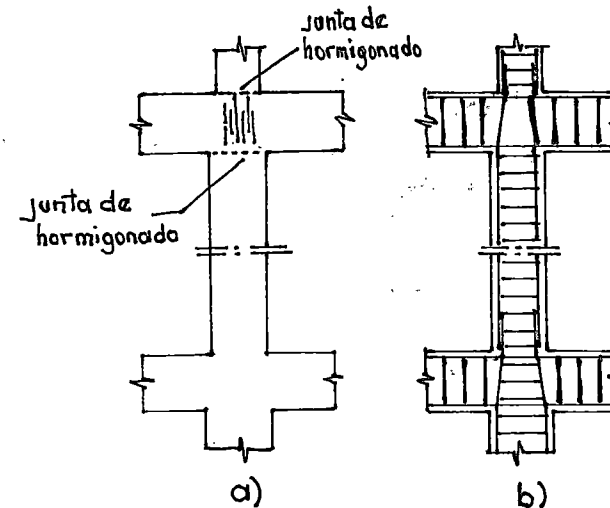
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 En hormigones con estado de humedad normal o alto, las fisuras de prerrotura son paralelas a la directriz del pilar (Fig. A)). La fisura inclinada F de la figura b) es muy rara y solo se presenta en el caso de hormigones secos.
- 1.2 Suelen presentarse varias fisuras, f, paralelas.
- 1.3 Las fisuras f son siempre muy finas, del orden de .1 mm como máximo. (Sólo son de mayor ancho en pilares con una cuantía de estribos extraordinariamente mas alta que la habitual).
- 1.4 Generalmente no están superpuestas a las armaduras.
- 1.5 Aparecen en fase de prerrotura de la pieza, es decir a partir del 80-90% de la carga de rotura del pilar.

2. CAUSAS

- 2.1 Falta de resistencia del hormigón para las tensiones a que está solicitado.

FISURACIÓN VERTICAL EN NUDOS DE ENTRAMADOS



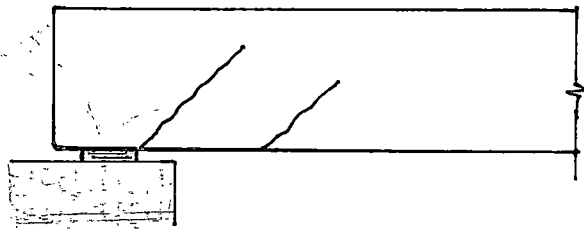
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras paralelas a la directriz del pilar.
- 1.2 Se producen solamente en el nudo.
- 1.3 Suelen presentarse varias fisuras paralelas.
- 1.4 Son de pequeño ancho, generalmente no mayores de 0.1 mm.

2. CAUSAS

- 2.1 Este tipo de fisuras puede tener dos causas diferentes:
 - 2.1.1 En estructuras en las que se emplea en pilares hormigón de resistencia notablemente mas alta que en vigas y forjados, cuando se comete el error de hormigonar el nudo con el hormigón de vigas y forjados y no con el de pilares, como debería hacerse.
 - 2.1.2 En estructuras en las que se omiten los estribos del pilar en el nudo. (Fig. b)).
- 2.2 En ambos casos se trata de un agotamiento local del hormigón en compresión.
- 2.3 En ambos casos el proceso de fisuración se agrava si la estructura se encuentra sometida a acciones horizontales apreciables, como por ejemplo sacudidas sísmicas, aunque sean muy inferiores a la intensidad prevista en la normativa.

FISURACION DE ESFUERZO CORTANTE POR TRACCION DIAGONAL



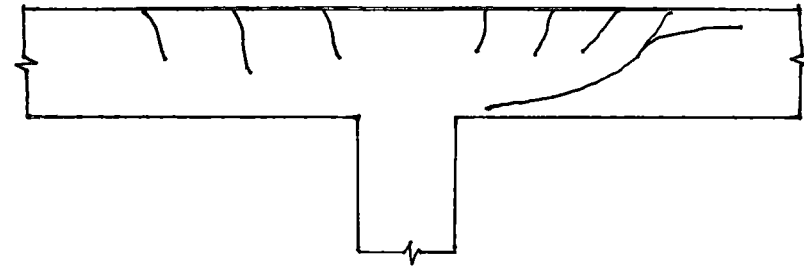
1. CARACTERISTICAS

- 1.1 Fisuras inclinadas con ángulo de unos 45° con la directriz de la pieza, si en la zona no hay un momento flector apreciable. Si lo hay, el ángulo puede ser mayor.
- 1.2 Fisura de ancho variable, mayor a nivel de la armadura de tracción.
- 1.3 Generalmente la fisura se cierra al llegar a la cabeza comprimida.
- 1.4 Frecuentemente se presentan varias fisuras paralelas, pero con separación apreciable.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa de las fisuras indicadas es la excesiva tracción principal (diagonal) en el hormigón.

FISURAS DE ESFUERZO CORTANTE/FLEXION



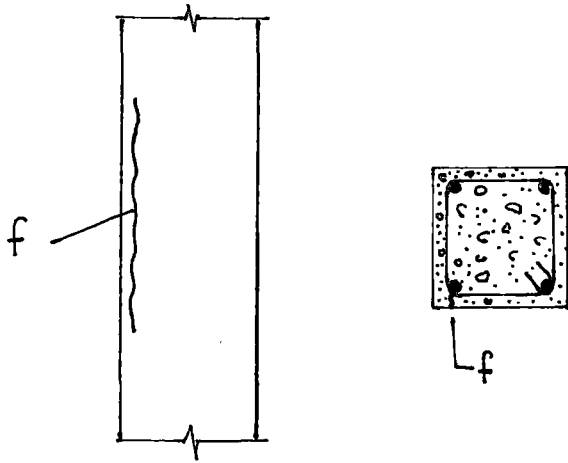
1. CARACTERISTICAS

- 1.1 Se presentan en zonas del hormigón fisurado por la acción de momentos flectores.
- 1.2 Fisuras mezcladas de flexión y corte.
- 1.3 Fisuras de ancho variable, mayor a nivel de armadura de tracción.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es una combinación de tensiones de tracción por flexión y tracción diagonal.

FISURA EN UN PILAR PRODUCIDA POR CORROSIÓN DE LA ARMADURA



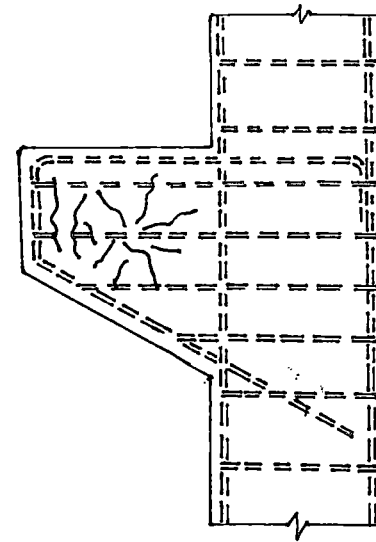
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras superpuestas longitudinalmente a la armadura.
- 1.2 Aparecen preferentemente en barras de esquina.
- 1.3 El ancho evoluciona hasta valores muy altos (hasta 0.5/1 mm).
- 1.4 Usualmente aparecen entre dos y cinco años a partir del hormigonado.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es la corrosión de la armadura, bien por escasez de recubrimiento, bien por falta de capacidad de protección del hormigón de recubrimiento.
- 2.2 La formación de óxido ejerce presión sobre el recubrimiento provocando su estallido.

FISURA POR CORROSIÓN DE ARMADURAS



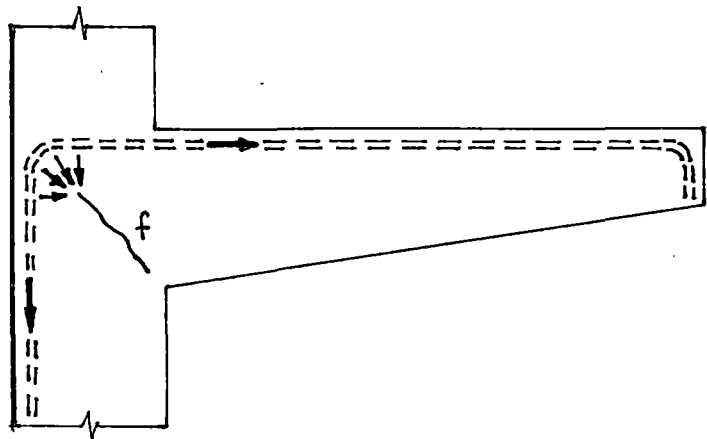
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras variadas y dispersas en zonas de alta densidad de armaduras superficiales.
- 1.2 El ancho evoluciona hasta valores muy altos (hasta 0.5/1 mm).

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es la corrosión de la armadura, bien por escasez de recubrimiento, bien por falta de capacidad de protección del hormigón.
- 2.2 La formación de óxido ejerce presión sobre el recubrimiento provocando su estallido.

FISURAS EN NUDOS POR COMPRESIÓN LOCALIZADA EN LOS DOBLADOS DE ARMADURA



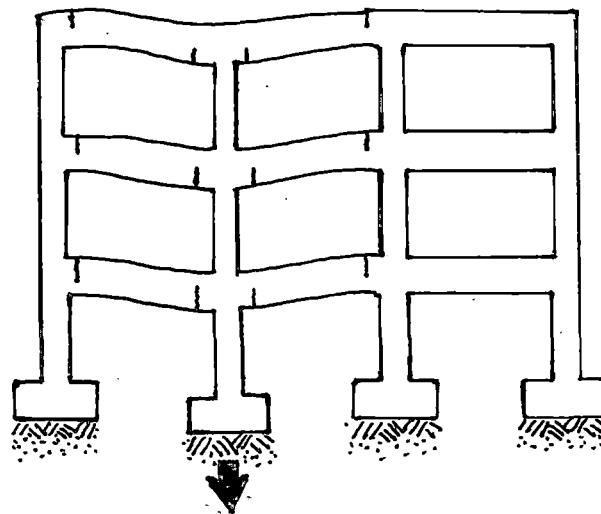
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho muy variable.
- 1.2 Sensiblemente en dirección de la bisectriz del ángulo de armaduras.
- 1.3 Puede haber una o varias fisuras pero siempre paralelas.

2. CAUSAS

- 2.1 En caso de grandes concentraciones de barras gruesas, las compresiones sobre el hormigón en la zona de doblado producen fisuras de compresión.
- 2.2 Los radios de doblado especificados en las normas pueden no ser suficientes en estos casos extremos.

FISURACIÓN POR ASIENTO DE PILAR INTERMEDIO



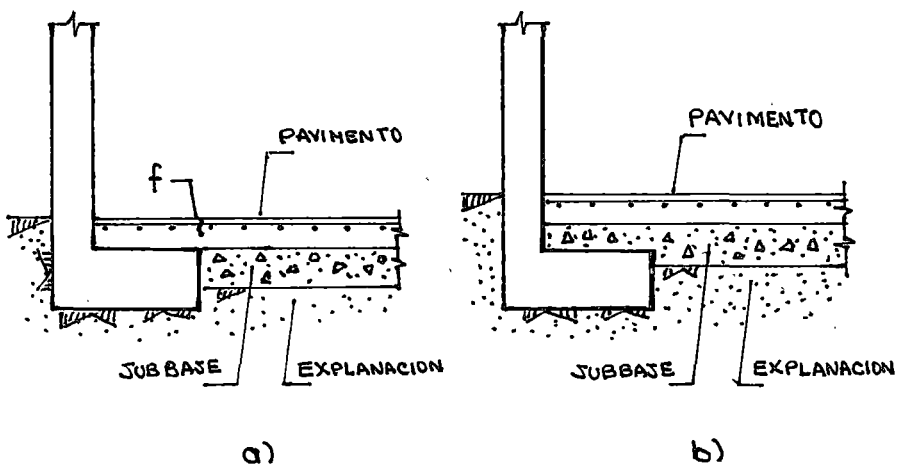
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisuras de ancho variable.
- 1.2 Dirección vertical o de poca inclinación con la vertical.
- 1.3 La fisura aparece en cara inferior junto al pilar que asienta, en las dos vigas que apoyan en él, y en cara superior en los extremos opuestos de dichas vigas.
- 1.4 La longitud de fisuras se reduce hacia las plantas superiores.

2. CAUSAS

- 2.1 La causa es el asiento del pilar intermedio.

FISURACIÓN DE PAVIMENTO POR ASIENTO DE LA SUBBASE



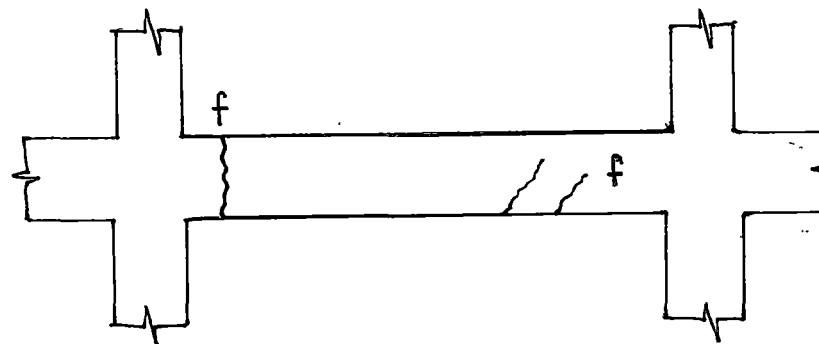
1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisura de ancho pequeño a medio (0.1 a 0.2 mm).
- 1.2 Paralela y superpuesta al borde del cemento del muro.

2. CAUSAS

- 2.1 La fisura (figura a)) es debida al hecho de apoyar parte del pavimento sobre el cemento del muro y parte sobre la subbase. El inevitable asiento de esta ultima hace que el pavimento se apoye en la arista del cemento y se fisure. La figura b) indica la solución correcta, que es interponer subbase entre la losa y el cemento.

FISURA VERTICAL/INCLINADAS EN VIGA



1. CARACTERÍSTICAS

- 1.1 Fisura vertical, seccionando generalmente la seccion completa.
- 1.2 Posicion de la fisura vertical proxima al nudo.
- 1.3 Fisura inclinada de ancho variable.
- 1.4 Fisura vertical de ancho variable, pero generalmente constante en todo el canto.
- 1.5 Fisura inclinada , apertura maxima a nivel de la armadura de traccion.

2. CAUSAS

- 2.1 Fisura vertical, la causa es el momento flector alternativo producido por la accion sísmica.
- 2.2 Fisura inclinada, la causa son los esfuerzos cortantes producidos por las acciones sísmicas.

ANEXO F

FORMATOS PARA LA DETECCIÓN DE LA CORROSIÓN

EVALUACION ESTRUCTURAL

ENTIDAD _____	FECHA _____	ELABORACION DE ESTRUCTURA _____
TIPO DE ESTRUCTURA _____	DE EVALUACION _____	
INSPECCION (EXAMEN DE SUPERFICIE)		
MEDIO AGRESIVO/AGENTES AGRESIVOS	_____	
EFLORESCENCIAS/INCRUSTACIONES	_____	
ESPEJOR	_____	
FORMA	_____	
(Compacta, porosa, ramificada, etc.)	_____	
COLOR	_____	
SECAS O HUMEDAS	_____	
PRESENTAN OLOR	_____	
FISURAS (longitud, ancho, profundidad)	_____	
GRIETAS (longitud, ancho, profundidad)	_____	
DELAMINACION	_____	
DESCONCHAMIENTO	_____	

EVALUACION ESTRUCTURAL

ENTIDAD _____	FECHA _____	ELABORACION DE ESTRUCTURA _____
TIPO DE ESTRUCTURA _____		DE EVALUACION _____
<p>DESPRENDIMIENTO _____</p> <p>CARBONATACION (profundidad) _____</p> <p>RECUBRIMIENTO DE BARRAS (estado) _____</p> <p>OTROS (desmoronamiento de aristas, humedad u otros defectos)</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>INFORMACION ADICIONAL (Técnicos, Personal de Obra, Propietarios, etc.)</p> 		

EVALUACION ESTRUCTURAL

ENTIDAD _____	FECHA _____
TIPO DE ESTRUCTURA _____	ELABORACIÓN DE ESTRUCTURA _____
	DE EVALUACION _____

CROQUIS DE LA ESTRUCTURA

UBICACIÓN / REFERENCIA

FOTO SI NO

VIDEO SI NO

TOMA
ROLLO

VIDEO

EVALUACION ESTRUCTURAL

ENTIDAD _____	FECHA _____
TIPO DE ESTRUCTURA _____	ELABORACIÓN DE ESTRUCTURA _____
	DE EVALUACION _____

ESTIMACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO (f_c)

EQUIPO

ESCLEROMETRO

EQUIPO DE ULTRASONIDO

PROBETAS DE TESTIGO

EVALUACION ESTRUCTURAL

ENTIDAD _____	FECHA _____
TIPO DE ESTRUCTURA _____	ELABORACIÓN DE ESTRUCTURA _____
	DE EVALUACION _____

DIAGNOSTICO DE LA ESTRUCTURA

DAÑOS OCURRIDOS COMPROMETEN LA CAPACIDAD RESISTENTE DE

ELEMENTO ESTRUCTURAL INDIVIDUALMENTE

ESTRUCTURA EN CONJUNTO

SOLUCION

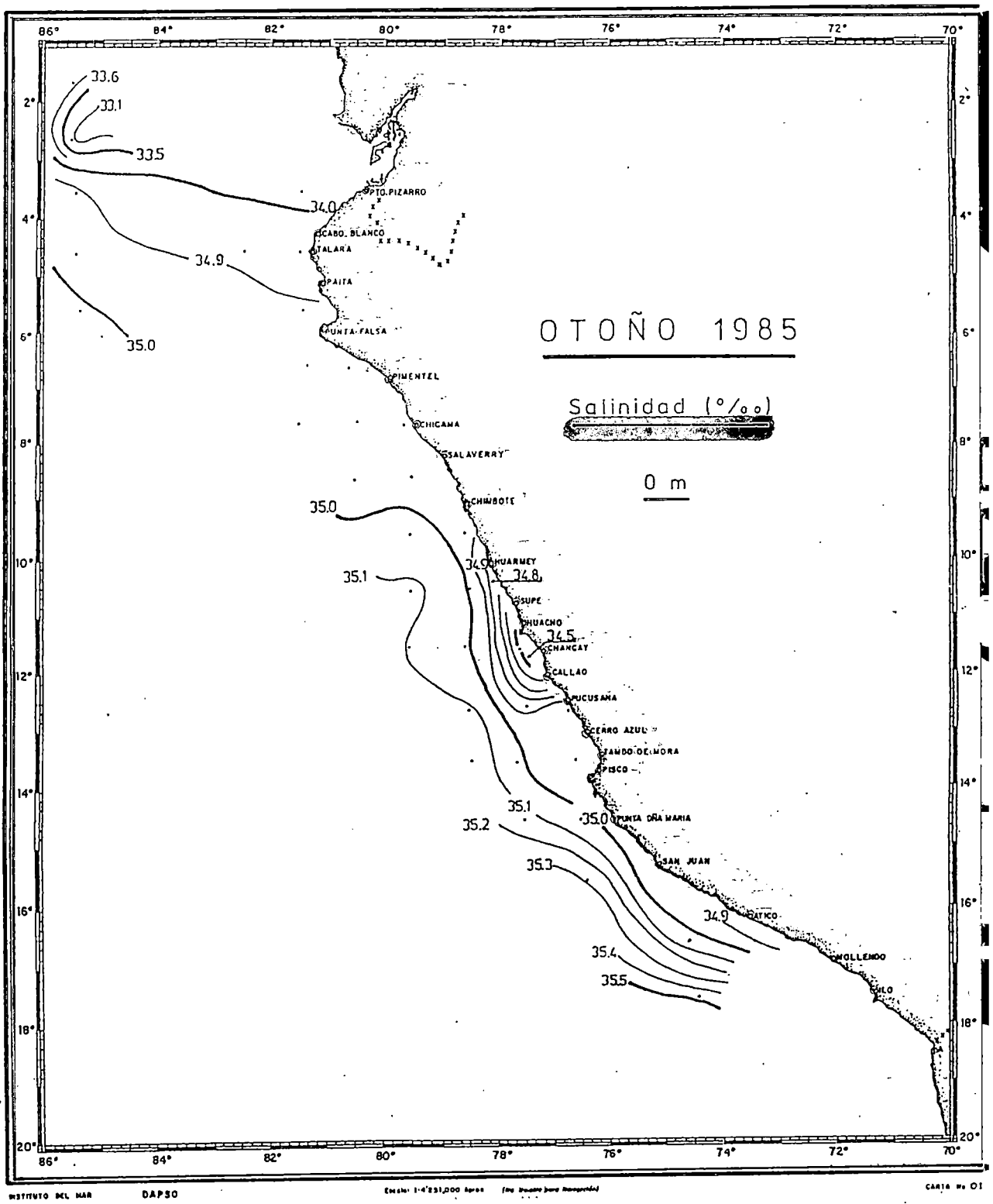
REPARAR _____

DEMOLER _____

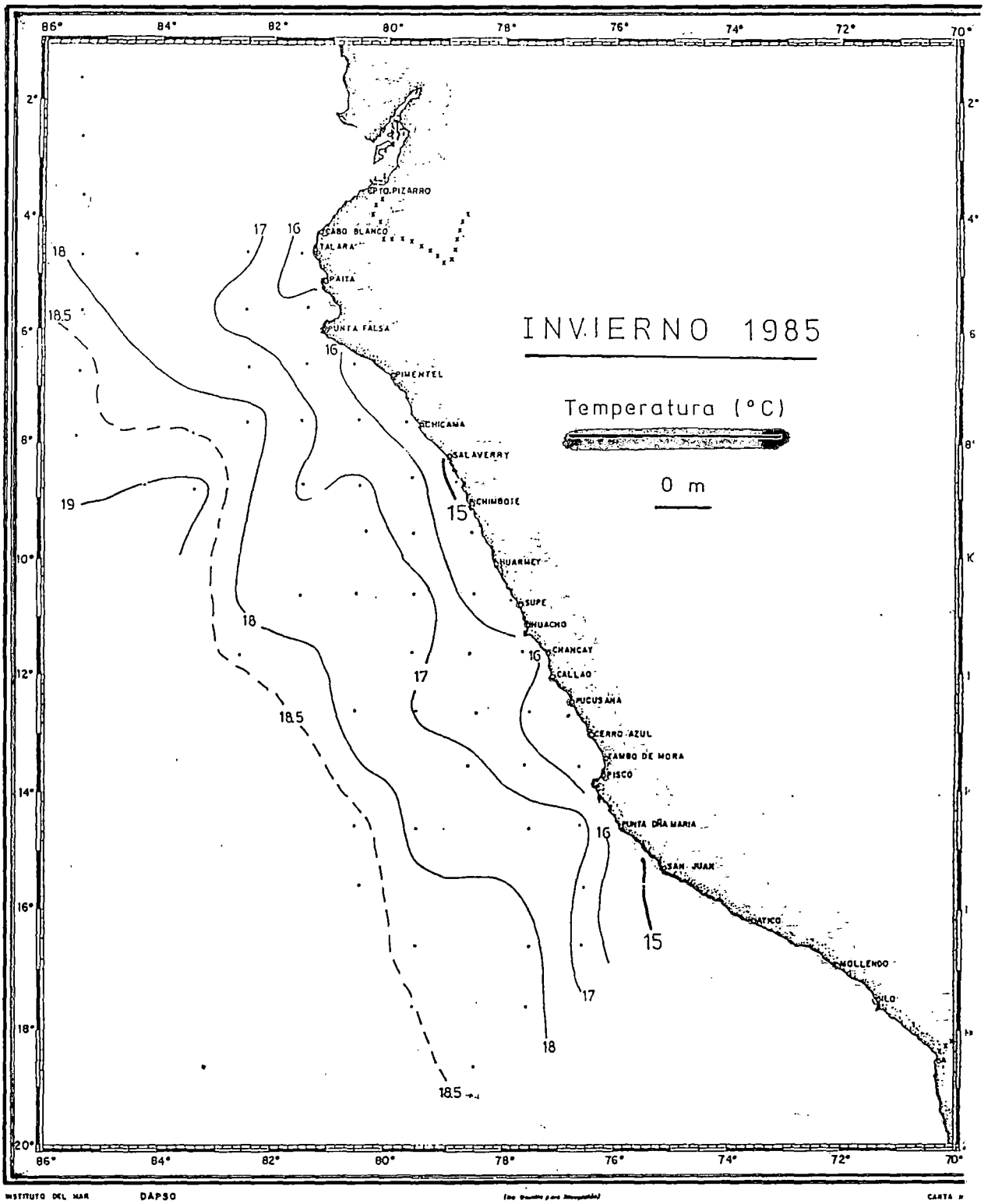
ALCANCES U OBSERVACIONES

ANEXO G

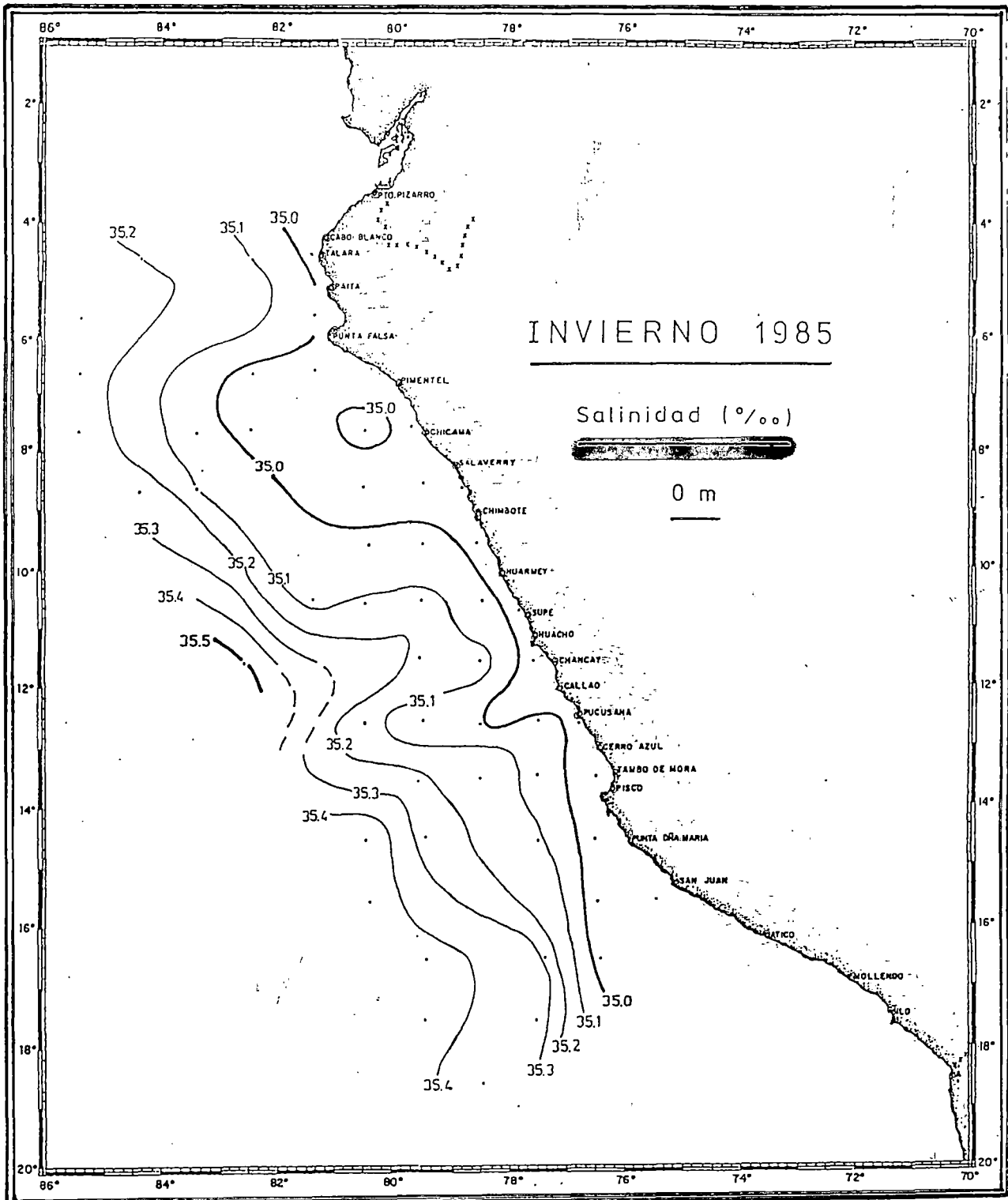
CARTAS OCEANOGRAFICOS (T, S y O₂)



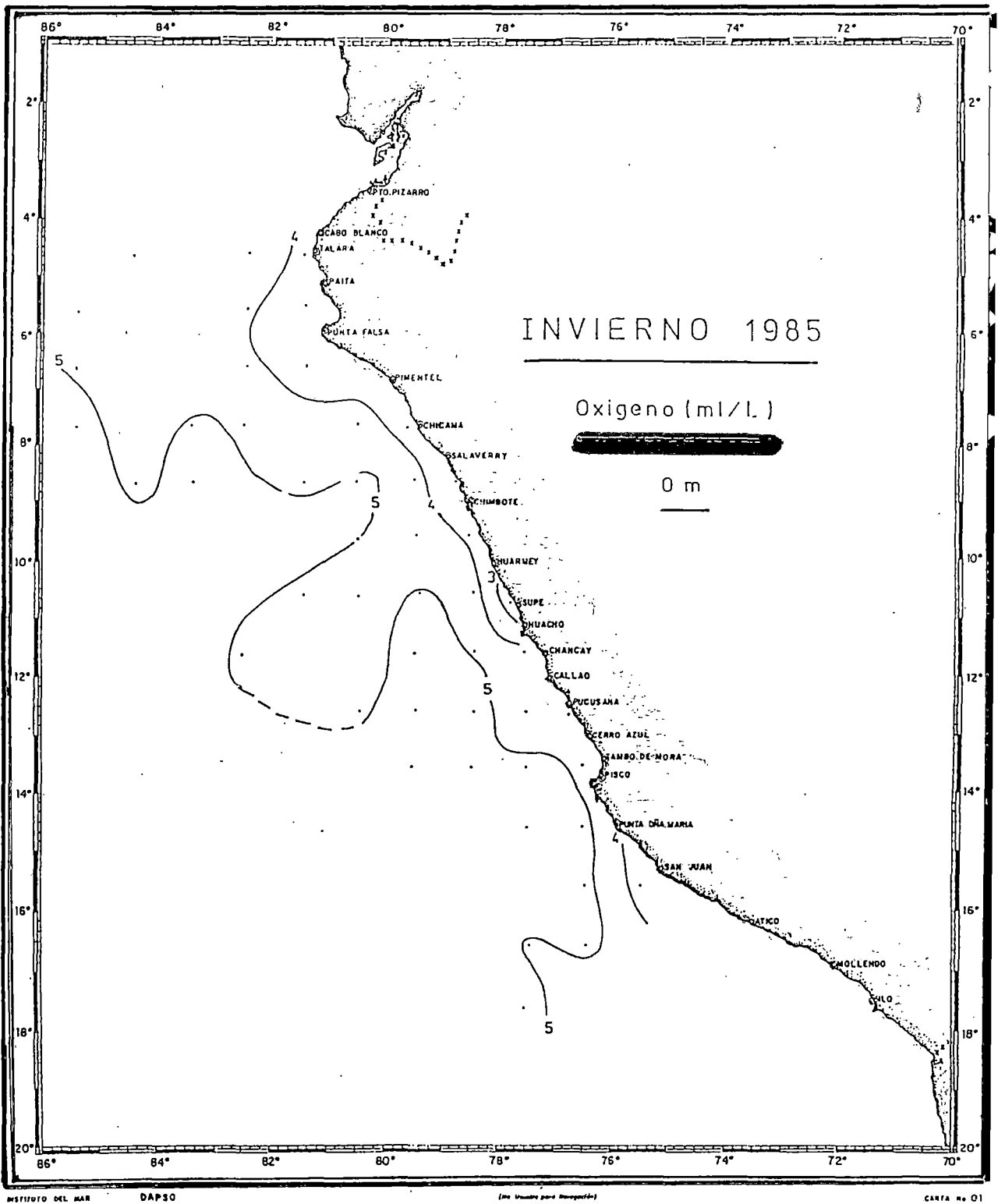
Fuente : Instituto del Mar del Perú **IMARPE**, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂) ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la costa peruana, periodo 1970-1985.



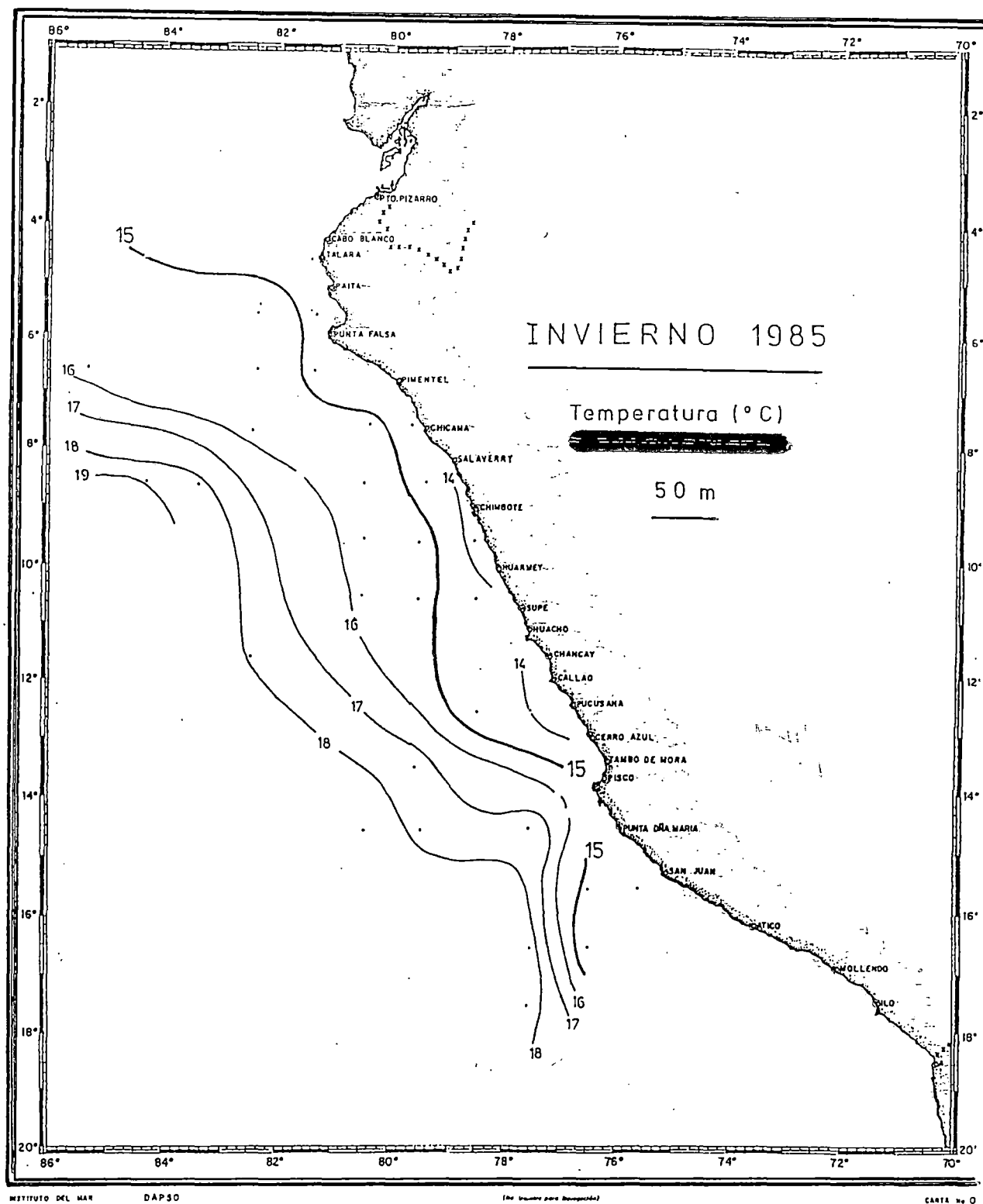
Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



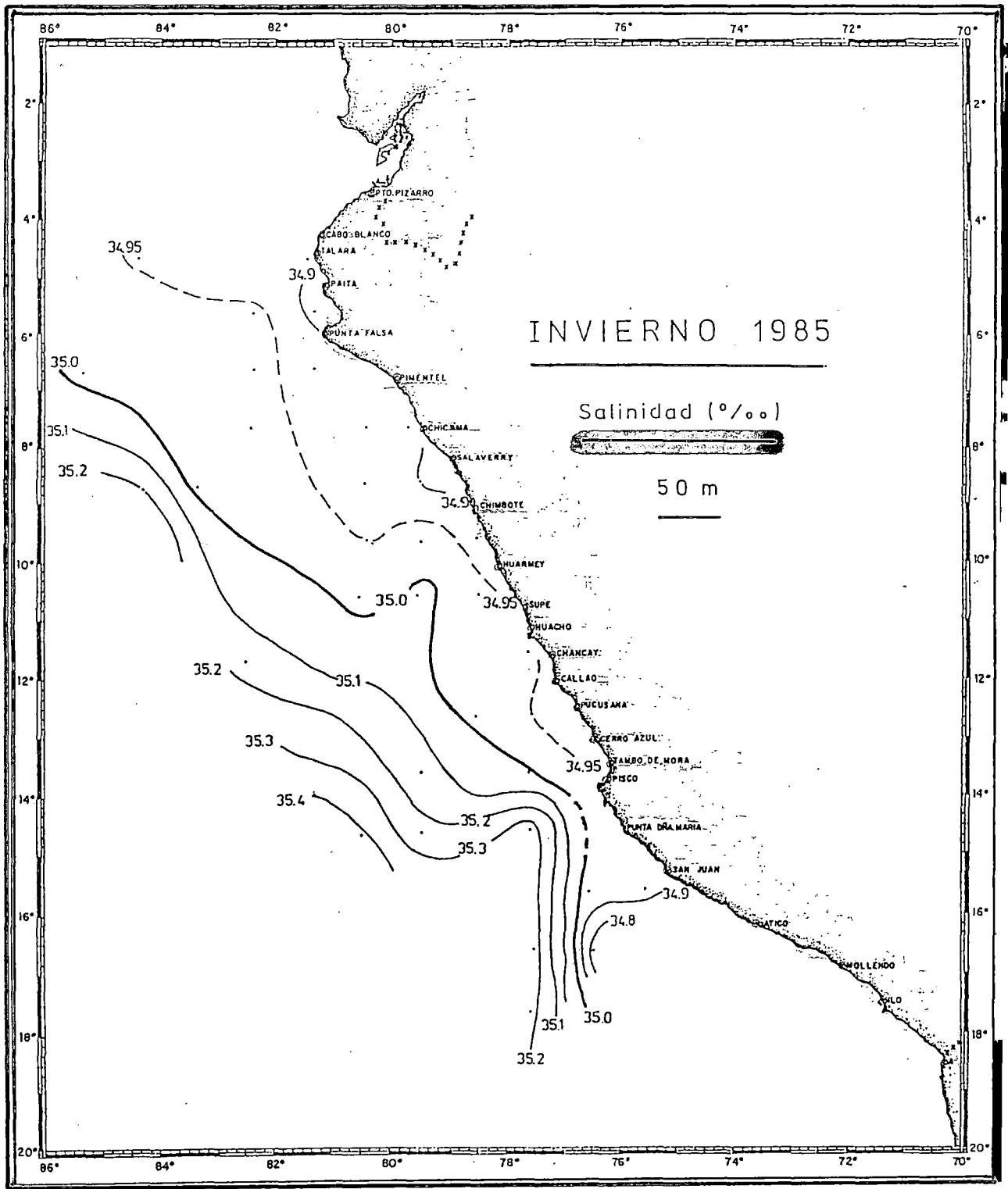
Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



Fuente : Instituto del Mar del Perú **IMARPE**, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.

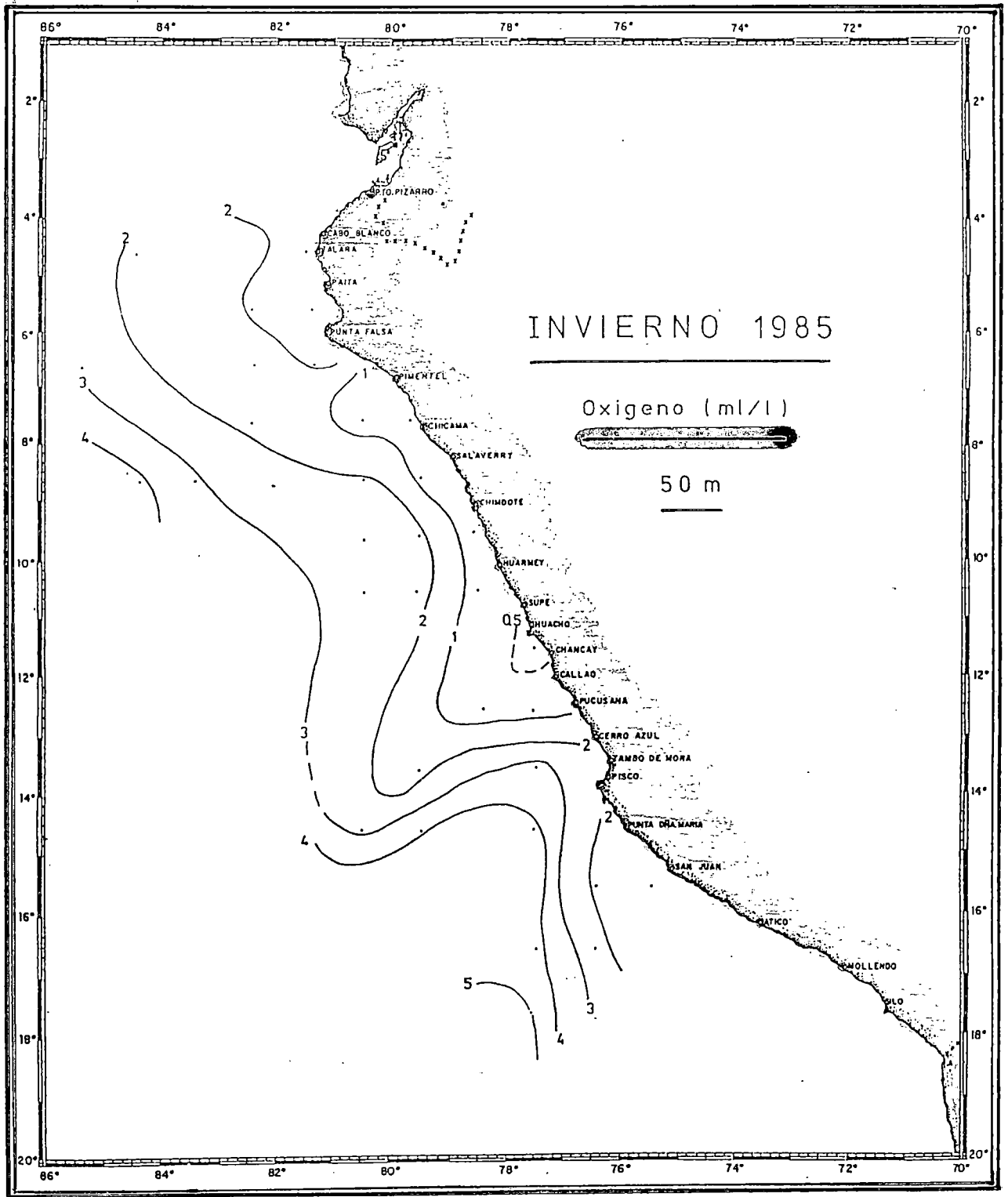


INSTITUTO DEL MAR DAP30

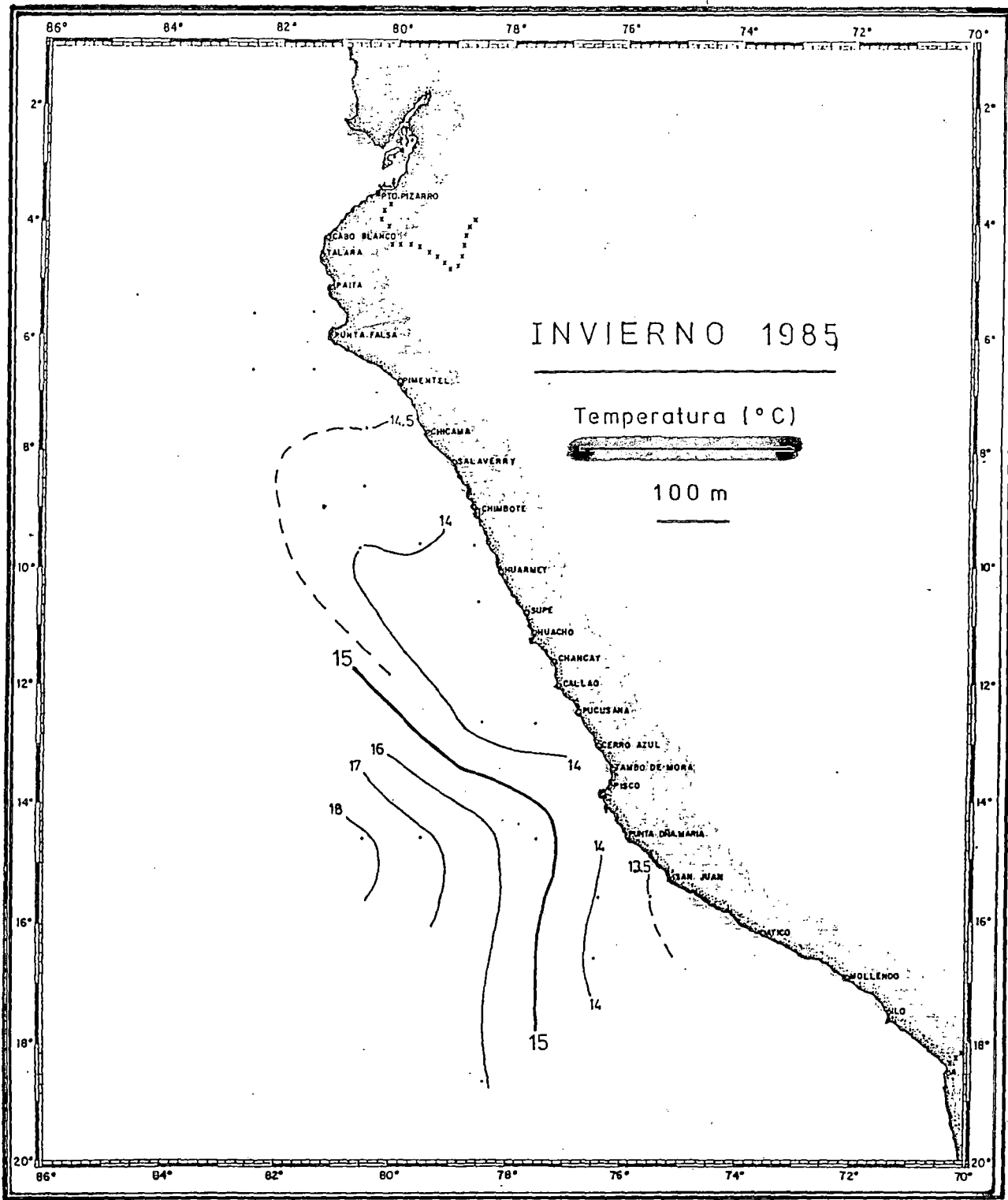
(No Usar para navegación)

CARTA # 01

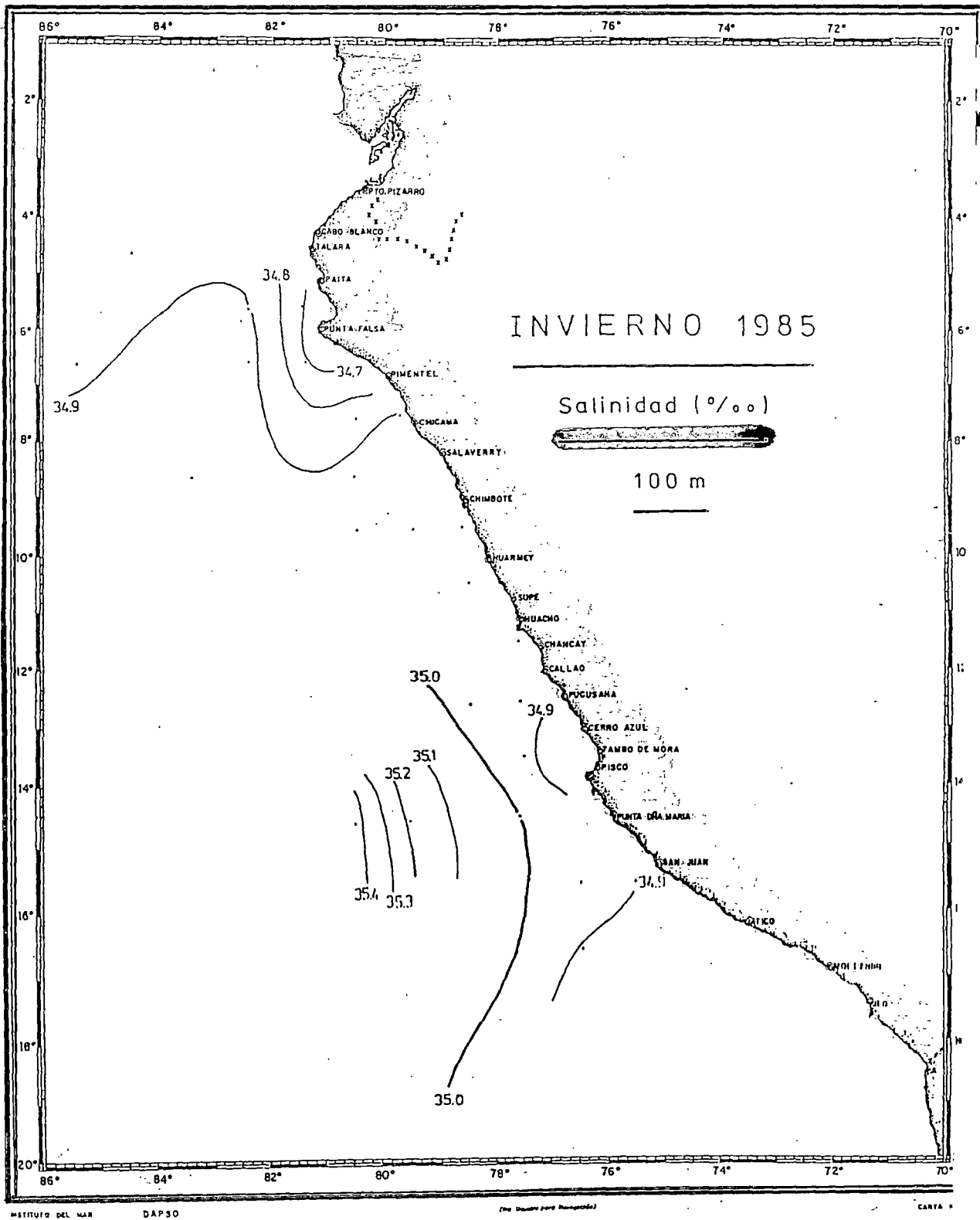
Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



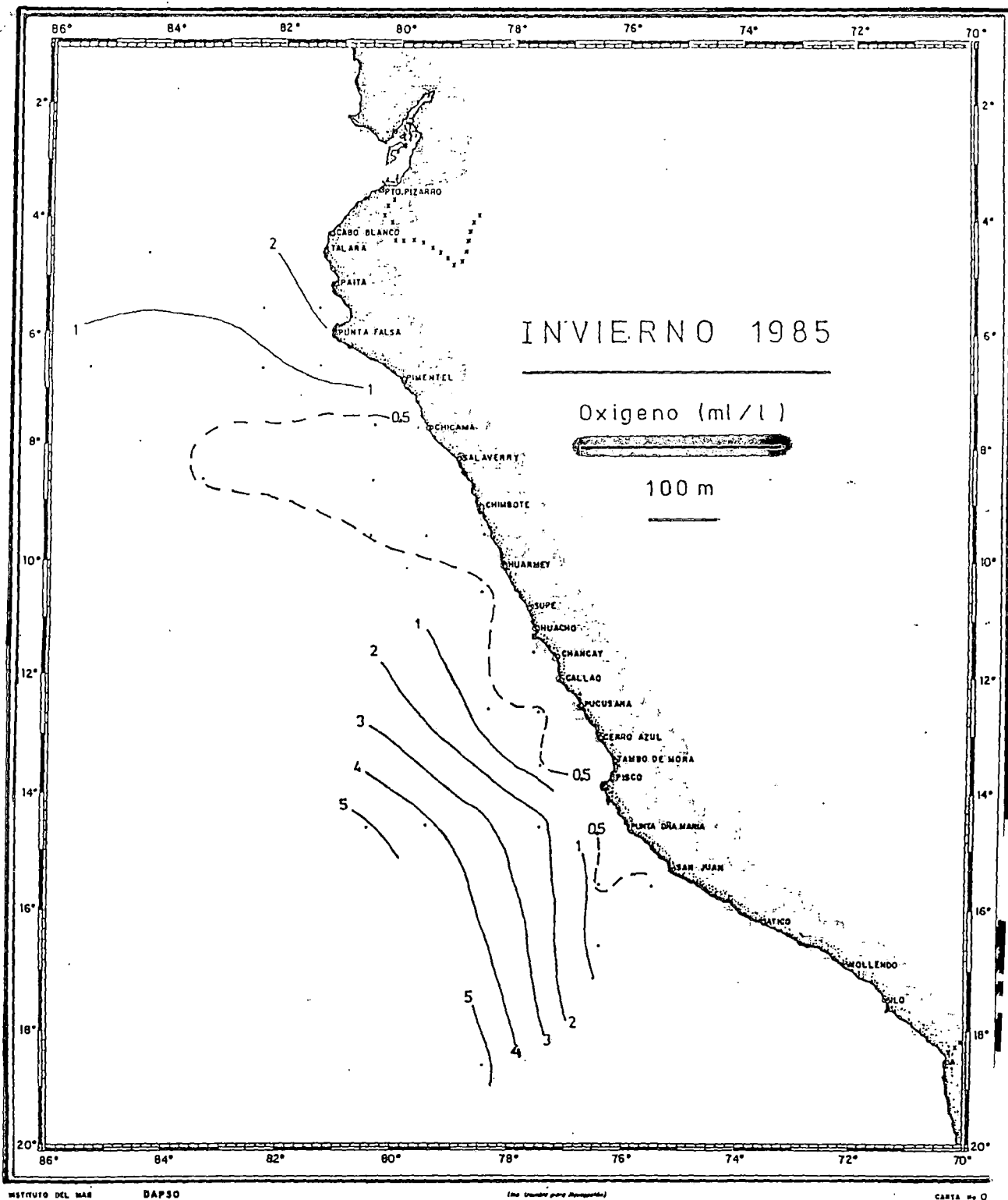
Fuente : Instituto del Mar del Perú **IMARPE**, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂) ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la costa peruana, periodo 1970-1985.



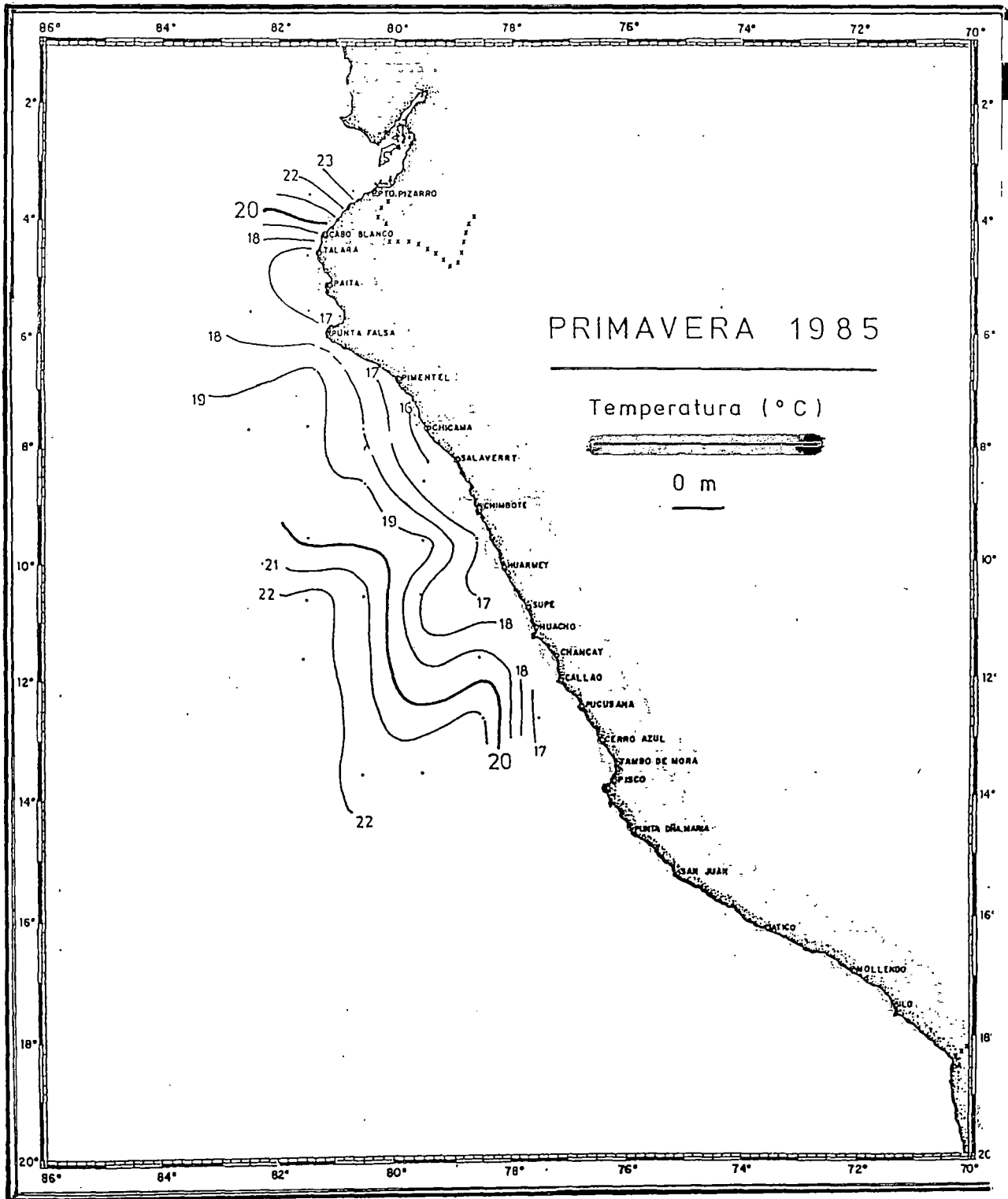
Fuente: Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.

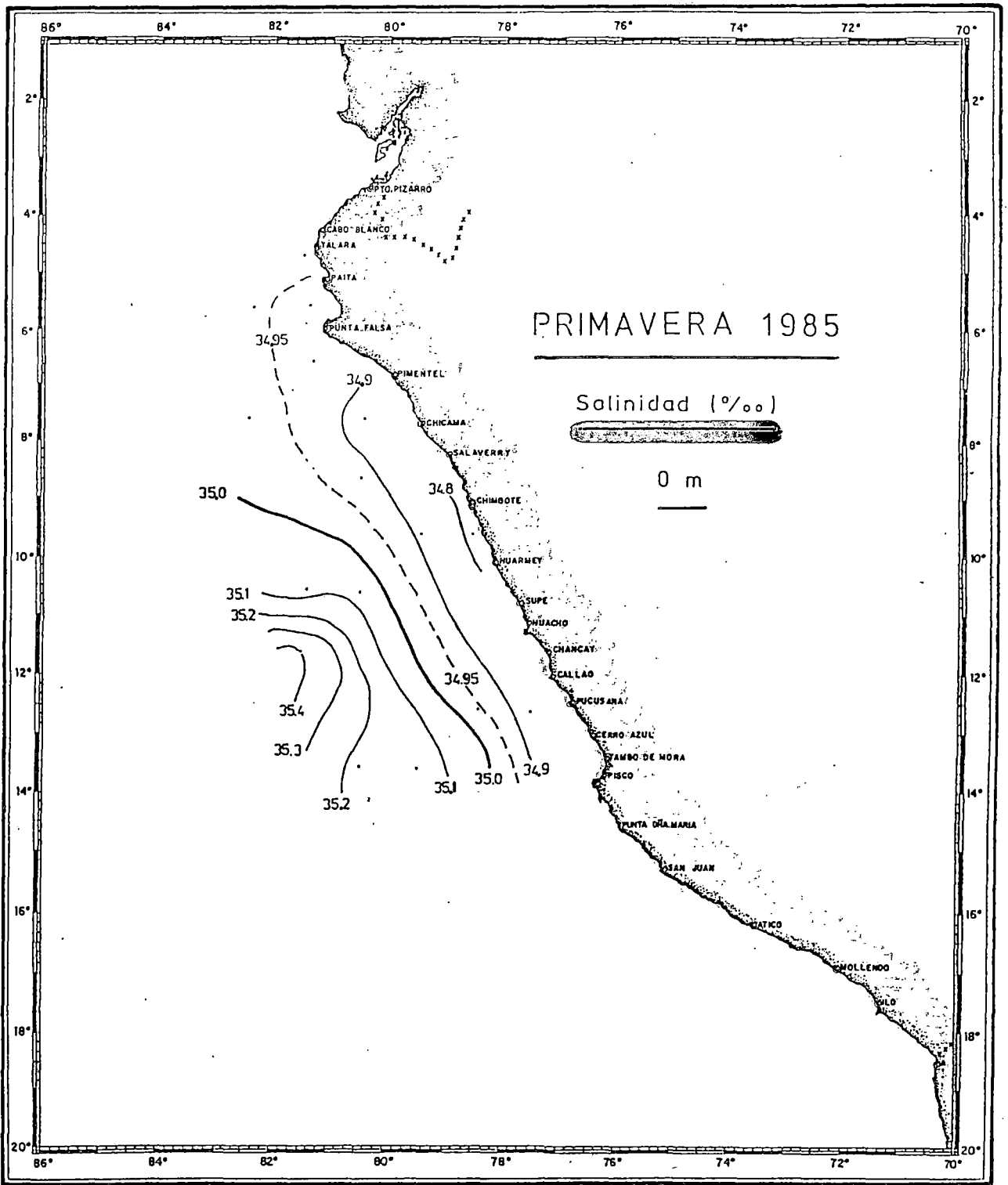


Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂) ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la costa peruana, periodo 1970-1985.



INSTITUTO DEL MAR DAPSO (For updates and inquiries) CARTA No. 1

Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



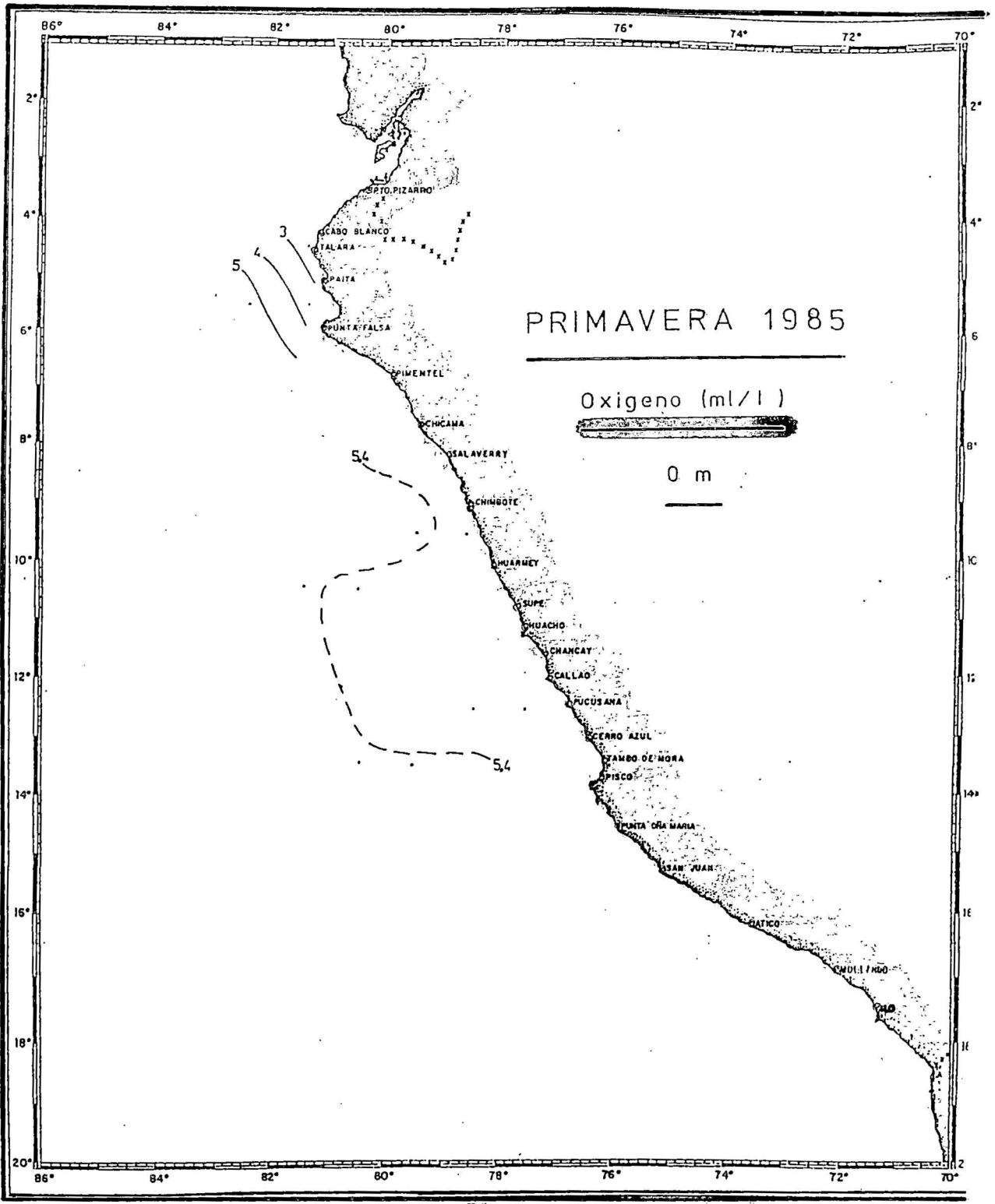
INSTITUTO DEL MAR

DAPSO

(No Usar para Altoparlantes)

CARTA No 01

Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
 ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
 costa peruana, periodo 1970-1985.



INSTITUTO DEL MAR

DAPSO

(No Usar para Imprimir)

CARTA No

Fuente : Instituto del Mar del Perú IMARPE, Catalogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂)
ISSN-0378-7690 por estaciones del año en diferentes profundidades frente a la
costa peruana, periodo 1970-1985.

ANEXO H

DURABILITY OF CONCRETE IN SEA WATER: METHOD OF ACCELERATED TESTING AND EVALUATION

Durability of Concrete in Sea Water:
Method of Accelerated Testing and Evaluation

By Shinzo Nishibayashi, Kiyoshi Yamura, and
Shoichi Inoue

Synopsis: The seawater resistance of concrete must be considered when it is used for construction on the seashore or in the ocean. This paper describes an accelerated test method for assessing durability by subjecting the concrete to repeated cycles of seawater immersion and oven-drying.

Test were ^{lavar a cabo} carried out to evaluate the procedure in which, in addition to visual observation, reduction in dynamic modulus and length changes of the concrete up to 200 cycles were measured. Resistance indicators are proposed which combine these factors.

Among the variables included in the test specimens it was found that seawater resistance of concrete is mainly affected by the type of cement, the water-cement ratio, the mixing water (fresh or seawater) and the age at immersion (period of pre-curing).

Keywords: accelerated tests; concrete durability; corrosion resistance; dynamic modulus of elasticity; immersion tests (corrosion); sea water; shrinkage.

Seashore n. costa, playa, orilla o ribera del mar
asesar v.t. valorar, apreciar, tasar, calcular

S. Nishibayashi, a member of ACI, is a professor of Civil Engineering and the dean of Faculty of Engineering at Tottori University, Japan, and a graduate of Kyoto University, Japan, M.Sc. in 1959 and Dr.Eng. in 1968. He has been active in concrete research for about 20 years and has numerous publications in the area.

ACI member, K. Yamura is an associate professor of Civil Engineering at Tottori University. He graduated in 1967, received his M.Sc. in 1969 and got Dr.Eng. in 1980 from the Kyoto University. He was an associate researcher from 1971 to 1979 at Kyoto University.

S. Inoue is a lecturer of Civil Engineering at Tottori University. He graduated from Tottori University in 1972 and obtained his M.Sc. from Gifu University in 1974. He was an associate researcher from 1974 to 1979 at Tottori University.

INTRODUCTION

Recently, in Japan, much attention has begun to be paid to marine construction. In such construction, steel and concrete are commonly used just as on land, but it must be ascertained that these materials will perform satisfactorily.

Structures at the seaside or in the ocean fundamentally undergo attack by seawater, and in addition are exposed to the severe weather conditions of the marine environment. For these structures, therefore, sufficient durability and safety are essential, as reinforcement and repair work after construction are generally very difficult to carry out, and maintenance-free conditions are consequently required.

MATERIALS

Two kinds of cement, i.e., normal portland cement (NP cement) and seawater-resisting cement (SR cement containing about 80 percent of blended blast-furnance slag) for marine underwater work were used. The physical properties and chemical compositions are shown in Table 1.

The aggregates used were crushed stone (specific gravity, 2.65; bulk density, 1550 kg/m³; absorption, 0.92% and F.M., 7.13) and river sand (specific gravity, 2.59; absorption, 1.33% and F.M., 2.73). All aggregates were used in a saturated surface dry condition

352

lecturer n. conferenciante; conferenciante;
lector (de una universidad).

ascertain v.t. averiguar, descubrir, determinar

perform v. ejecutar, llevar a cabo, cumplir, hacer

undergo v.t. sufrir, padecer, experimentar, aguantar,
soportarse a

Fuente : American Concrete Institute ACI

SP 65 Performance of Concrete in Marine Environment

when mixing concrete.

A typical water-reducing admixture, Pozzolith No. 8A, was used for the purposes of reducing water content, entraining air, and improving the workability of fresh concrete.

Because, in practice, supplying large quantities of fresh water may be difficult out in the ocean, to examine the effect of the mixing water on the properties of concrete both fresh water and seawater were used.

Mix proportions to obtain constant a slump of 6 to 9 cm, an air content of 4 to 6% and two levels of water cement ratio of 0.40 and 0.60 were determined from trial batches for all combinations of proportions. These mix proportions are shown in Table 2.

TEST PROGRAM, CONDITIONS, AND METHODS

The scope of the tests performed is summarized in Table 3. The test method adopted for this study may be broadly divided into the following:

- a) Long-term Immersion Test... Changes in properties of concrete immersed in fresh water and seawater were measured for approximately 1,000 days.
- b) Accelerated Test... In order to accelerate changes, specimens after standard curing (20°C in water) for 3 or 28 days were subjected to repeated cycles of immersion in seawater for 24 hours and drying in an oven (temperature; 60 to 80°C) for 24 hours, in accordance with the wetting and drying test methods of the U.S. Bureau of Reclamation[1] and Nishibayashi[2].

In the accelerated test, in addition to visual observation, the reduction in dynamic modulus of elasticity in flexural vibration (sonic method) and length changes using a Hugenberger strain meter having a gauge length of 10 in. were measured. These measurements were made with the concrete in the saturated condition, after immersion and just before drying, every 10 cycles for 200 cycles. Whenever the accelerated test had to be suspended midway, specimens were stored in a room of constant temperature and humidity (20 ± 2°C, 90% R.H.), and testing was resumed from the immersion stage. All of the accelerated tests terminated at 200 cycles and the values then were adopted as ultimate characteristic values.

In long-term immersion tests, in addition to measurements of dynamic modulus of elasticity, E_D , and length change every month, compressive strength tests were carried out about every three months.

Four 10x10x40 cm specimens for immersion test and 10x20 cm cylinders for compressive strength test were prepared for each test item and the results of tests

Long-Term : Plazo largo

bulk density : densidad de masa

bulk specific gravity : peso específico de la masa

Fuente: American Concrete Institute ACI SP 65 Performance of Concrete in Marine Environment
whenever act. & test. ACI cuando, siempre que, cada vez que

are shown as averages. Both fresh water and seawater in the testing baths were renewed every month.

RESULTS AND DISCUSSIONS

(1) Long-term Immersion Test

The results of the long-term immersion tests are shown in Fig. 1 through 8. For convenience, the characteristic values of relative dynamic modulus of elasticity (RE_D) and relative compressive strength (specific strength) are expressed as ratios of the data at age of 28 days, and length changes by their absolute values ($\times 10^{-4}$) (positive indicates expansion; negative indicates shrinkage).

According to the results, when NP cement (NW and NS) was used, the tendency for deterioration was most evident in concrete having the higher water-cement ratio, having seawater as the mixing water, when immersed in seawater, and subjected to 28-days pre-curing. In particular, with the combination of higher water-cement ratio and seawater as mixing water, deterioration took place with certainty regardless of the age at the start of immersion. Pre-curing was not effective for improvement of durability of the concrete having the higher water-cement ratio.

When using SR cement (SW and SS), there was no recognizable deterioration during the observation period of about 1,000 days.

(2) Accelerated Test

The RE_D and length-change values of specimens repeatedly subjected to immersion and drying are shown in Fig. 9 through 16. The characteristic values at the beginning of the accelerated tests were taken as the reference values, and representative values at every 20 to 30 cycles were plotted.

In concretes made with NP cement (NW and NS), length changes tended to be large at early cycles, but the rate of change decrease and approached a maximum value. On the other hand, with concretes containing SR cement (SW and SS), it was found that length changes were very small up to 100 cycles, but suddenly began to increase at 100 cycles or more.

This difference due to kind of cement used may depend on the compositions of the cement. The chemical reaction between seawater and NP cement begins at an early stage, while with SR cement, the reaction is delayed until after a certain number of cycles.

With concrete mixed using NP cement and seawater and subjected to accelerated testing at the age of 3 days, the length change was especially great, presumably because of expansive material (ettringite) produced by a reaction between sulfates in the seawater and cer-

shrinkage n. contraction; μαρμα; ανασομικετο

tain chemical components of the cement.

With NP cement, the reduction in RE_D tends to be large from some early cycle less than 100 cycles. With SR cement, the reduction does not begin until after at least 100 cycles.

Pre-curing for improvement of durability against seawater does not appear to be effective regardless of kind of cement. O. E. Gjørvi[3] and Fukuoka et al[4] have also reported that seawater resistance of pre-cured concrete is inferior. This is assumed to be so because when ettringite is produced at an early stage of cement hydration the restraint of expansion of the ettringite is small and the disruption of the structure caused by this expansion may be repaired with the progress of hydration. On the other hand, when ettringite is produced at a stage of advanced hydration, the restraint of expansion is large and the structure may be disrupted by stresses due to restraint.

ESTIMATION OF SEAWATER RESISTANCE BY ACCELERATED TEST

The results obtained from the accelerated test are shown in Table 4. Values of E_D at 200 cycles were lower than 100 percent for all of the concretes except NW-3W, and RE_D values in about half the specimens were less than 60%. Length changes were very large in NW-40-28S, NS-40-3S, NS-60-3W and 3S, being in the order of 40×10^{-4} .

The deterioration of concrete due to the action of seawater can be judged to a certain extent simply by comparing the various characteristic values at 200 cycles, but an assessment of seawater resistance considered comprehensively by characteristic values and number of cycles can not be made.

Therefore, indexes similar to the durability factor in freezing and thawing tests were defined and estimations of seawater resistance were tried based on these indexes.

Seawater resistance factor (1) ($SDF(1)$) calculated by the following expression are shown in Table 5.

$$SDF(1) = nP/m$$

where, $P = RE_D = 60\%$ (if $RE_D < 60\%$ at 200 cycles, P to be RE_D measured), $m = 200$ cycles, and $n =$ number of cycles at RE_D of 60% (200 cycles if $RE_D < 60\%$).

The concretes for which $SDF(1)$ values were less than 30% and the seawater resistances judged to be particularly inferior were NW-60-28S, NS-40-28S, NS-60-3S, NS-60-28S, and SS-40-28S. Therefore, from this index, with NP cement, it can be judged that concrete having either one or a combination of the conditions high water-cement ratio, seawater as mixing water, precuring,

regardless of sin hacer caso de, prestando de
restraint n. restricción; reserva, circunspección

and immersion in seawater will have inferior seawater resistance. On the other hand, using SR cement, it can be assumed that deterioration will be marked only when seawater as mixing water, pre-curing and immersion in seawater are selected as conditions of testing.

Another index of seawater resistance (SDF(2)) evaluated through combinations of a number of factors such as P, n, m and length change at 200 cycles, l, calculated by the following formula, is also shown in Table 5.

$$\text{SDF (2)} = \text{Pn/lm} \times 100$$

With NP cement, the SDF(2) indexes of all concretes except for NW-40-3W, NW-60-3W and NS-40-3W are low, and therefore, it can be judged that deterioration has progressed. In other words, when immersed in seawater, both length change and reduction in RE_D became large, and these tendencies were more pronounced when seawater was used as mixing water. On the other hand, with SR cement, the indexes of SS-40-3S, SS-40-28S, SS-60-3S and SS-60-28S are low, and therefore, it can be judged that deterioration of concrete using seawater for mixing and immersed in seawater is very pronounced. Moreover, concretes showing low indexes, either SDF (1) or (2), were NW-40-28S, NW-60-28S, NS-40-28S, NS-60-3S, NS-60-28S and SS-60-28S, and therefore, it may be stated that the seawater resistance of a concrete for which four conditions such as NP cement, seawater as mixing water, pre-curing for 28 days, and immersion in seawater overlap, will be particularly inferior.

RELATIONSHIP BETWEEN ACCELERATED AND LONG-TERM IMMERSION TEST

The reliability of the accelerated test must be proven in comparison with the long-term immersion test. As the long-term immersion test results obtained in the present study are only for approximately 1,000 days, they are not adequate for a direct comparison with the results of the accelerated tests. Therefore, the reliability of the accelerated test is discussed here with reference to the 30-year test results reported by Gjorv[3]. His data are the results from concretes of nearly the same kind and condition as in the present study relative to such factors as cement type, mix proportions, and with or without pre-curing.

When compared with Gjorv's data, it appears that the characteristic values after 200 cycles of immersion in seawater and drying in an oven are very close to the values of specimens immersed in seawater for approximately 30 years. Therefore, one cycle in the acceler-

ated treatment may roughly correspond to immersion in seawater for 50 to 60 days.

CONCLUDING REMARKS

In this study, an accelerated method for evaluating the seawater resistance of concrete by repeated cycles of immersion in seawater and drying in an oven has been proposed and test results presented. The resistance was estimated from the rates of reduction in dynamic modulus of elasticity, RE_D , and the length changes of specimens.

The conclusions of the present study are summarized as follows:

- 1) The seawater resistance of concrete using SR cement is considerably superior to that of concrete using NP cement
- 2) The degree of deterioration under action of seawater is greatest with higher water-cement ratio, seawater as mixing water, and pre-curing.
- 3) The most satisfactory estimation of seawater resistance is obtained by indexes derived from combinations of several factors such as number of cycles of immersion in seawater and oven-drying, reduction in dynamic modulus of elasticity, and length change, similar to the durability factor of freezing and thawing test.
- 4) As changes in characteristics of concrete appear rapidly and evaluation of seawater resistance can be made fairly distinctly, the method is useful as an accelerated durability test.

The effects of concentrated seawater, use of artificial seawater, intervals of wetting and drying, quantitative X-ray diffraction analysis of chemical products formed by immersion in seawater, and relationships between deterioration of concrete and the chemical products thereof are now being examined.

ACKNOWLEDGMENTS

This project was made possible by a grant from the Ministry of Education, Japan, and testing was done at the Civil Engineering Laboratory of Tottori University. The authors express their gratitude to research fellows at the laboratory for their enthusiastic cooperation in the study.

BIBLIOGRAFIA:

- TITULO** : Ataque por cloruros en el concreto
AUTOR : Humberto Alejandro Girón Vargas
EDITORIAL : Universidad Autónoma de México UNAM
Instituto Mexicano del concreto y del Cemento IMCYC
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : Ataque por cloruros en el concreto
- TITULO** : Corrosión de Estructuras de Concreto
AUTOR : Ing. Carlos Casabonne R.
EDITORIAL : American Concrete Institute – Universidad Nacional de
Ingeniería
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : Cimentaciones de concreto armado en Edificaciones:
Durabilidad de las estructuras de concreto, Mecanismos de
ataque al concreto, Diseño por durabilidad
- TITULO** : Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil
Año 4, N° 20 - 1999
AUTOR : Ing. Manuel Gonzales de la Cotera
EDITORIAL : Colegio de Ingenieros del Perú
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : Concreto y estructuras: Guía Introductoria a la durabilidad
en el concreto.
- TITULO** : Comportamiento de las resistencias mecánicas del
concreto sometidas a altas temperaturas
AUTOR : Cirilo Wilber Delgado Poma
EDITORIAL : Universidad Nacional de Ingeniería UNI. Lima – Perú
BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Civil – UNI Tesis de Grado TG 3332
CONTENIDO : Ensayo del espécimen sometido al calor, análisis a
diferentes temperaturas

TITULO : Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la
Construcción y del Cemento
Durabilidad del Hormigón N° 232

AUTOR : Pablo Garcia de Paredes Gaibrois

EDITORIAL : Consejo Superior de Investigaciones Científicas –
Patronato “Juan de la Cierva” de Investigación Técnica –
Madrid 1963

BIBLIOTECA : Personal

CONTENIDO : Agentes Destruidores de la Durabilidad, el Agua de Mar; la
concentración del agente agresivo.

TITULO : Oceanografía de las aguas costeras del Perú
Perú – Callao Junio 1970

AUTOR : Salvador Zuta y Oscar Guillen – Departamento de
Oceanografía

EDITORIAL : Instituto del Mar del Perú IMARPE – Boletines Volumen II

BIBLIOTECA : Instituto del Mar del Perú IMARPE Callao - Perú

CONTENIDO : Distribución y variación de las propiedades físicas y
químicas del agua de mar.

TITULO : SODIUM CHLORIDE The Production and Properties of Salt
and Brine

AUTOR : Dale W. Kaufmann

EDITORIAL : Reinhold Publishing Corporation, New York
Chapman & Hall, LTD., LONDON

BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera – UNI
Cod. 661.42 K21

CONTENIDO : La geología de los depósitos de sal, Reacciones Químicas
del Cloruro de Sodio

TITULO : Corrosión y protección del Hormigón

AUTOR : Ing. Imre Biczok

EDITORIAL : Urmo, S.A. de EDICIONES / España

BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Civil – UNI Cod. 66.9 B1

CONTENIDO : Investigación de la corrosión en el Hormigón.

TITULO : Corrosión del cemento por ataque de Sulfatos
AUTOR : José Luis Díaz Lazo
EDITORIAL : Universidad Nacional de Ingeniería UNI. Lima – Perú
BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Civil – UNI Tesis de Grado TG 3166
CONTENIDO : Método de ensayo de Humedecido y Secado por Pérdida de peso

TITULO : Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú
AUTOR : Enrique Pasquel Carbajal
EDITORIAL : Capitulo de Ingeniería Civil – Consejo Departamental de Lima
BIBLIOTECA : Personal
CONTENIDO : Propiedades del concreto al estado Fresco

TITULO : Diseño de Mezclas, Método del Agregado Global y Modulo de Finura para concretos de mediana a alta resistencia.
AUTOR : Rafael Cachay Huamán
EDITORIAL : Universidad Nacional de Ingeniería UNI. Lima – Perú
BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Civil – UNI Tesis de Grado TG 3280
CONTENIDO : Diseño de Mezclas

TITULO : Catálogo de Datos Oceanográficos (T, S y O₂) por estaciones del año en diferentes profundidades frente a ala costa peruana, periodo 1970-1985
AUTOR : Wilfredo Urquiza, Claudia Wosnitzza-Mendo, Elvira Valdivia y Carlos Moreno
EDITORIAL : Instituto del Mar del Perú IMARPE Callao - Perú 1987
BIBLIOTECA : Facultad de Ingeniería Pesquera – Universidad Nacional Federico Villareal / Volumen Extraordinario Boletín ISSN – 0378-7690
CONTENIDO : Cartas Horizontales a los niveles de 0-50-100 y 200 m de profundidad y por estaciones de cada año 1970-1985 sobre información básica de temperatura, salinidad y oxígeno.

TITULO : *Performance of concrete in Marine Environment*
AUTOR : Shinzo Nishibayashi, Kiyoshi Yamura, y Shoichi Inoue
EDITORIAL : American Concrete Institute
BIBLIOTECA : American Concrete Institute – Capitulo Peruano Cod. N° 58
CONTENIDO : SP 65-20, Durability of concrete in Sea Water: Method of Accelerated Testing and Evaluation