



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

5  
24



Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ACATLÁN"

ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL AGUA  
TRATADA EN EL CONCRETO  
PREMEZCLADO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A  
**María del Rosario Canseco García**



Acatlán, Edo. de Méx.

TESIS CON



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS TITULADA:

ESTUDIOS DE LOS EFECTOS DEL AGUA TRATADA  
EN EL CONCRETO Premezclado.

OBJETIVO:

EN ESTE ESTUDIO, SE VERA LA IMPORTANCIA QUE TIENE EL AGUA TRATADA EN LA ELABORACION DEL CONCRETO HIDRAULICO, DE ACUERDO A PRUEBAS REALIZADAS A PERIODOS ESTABLECIDOS, VIENDO EL COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA Y OTRAS VARIABLES QUE SON DE GRAN IMPORTANCIA PARA SU USO EN LA CONSTRUCCION Y PODER DETERMINAR SI ES FACTIBLE EL USO DE ESTAS AGUAS.

CONTENIDO

- I.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES
- II.- EL AGUA EN EL CONCRETO
- III.- PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS
- IV.- ELABORACION DE LAS MEZCLAS
- V.- RESULTADOS DE LOS CONCRETOS Y MORTEROS
- VI.- COMPARACIONES ENTRE RESULTADOS DE CONCRETOS
- VII.- CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS.

## INDICE

### CAPITULO I.- INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

### CAPITULO II.- EL AGUA EN EL CONCRETO

#### II.1 DEFINICION, CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE AGUAS PARA CONCRETO.

- a) DEFINICION
- b) ACCION AGRESIVA DE LAS AGUAS

#### II.2 NATURALEZA DEL AGUA EN EL CONCRETO

- a) AGUA DE MEZCLADO
- b) AGUA DE CURADO
- c) CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS DEL AGUA DE MEZCLADO.
- d) CARACTERISTICAS DEL AGUA DE CURADO
- e) ESPECIFICACIONES Y CALIDAD DEL AGUA

### CAPITULO III.- PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

#### III.1 PLANTEAMIENTO

- a) MATERIALES A EMPLEAR
- b) DISEÑOS PROPUESTOS
- c) PRUEBAS

#### III.2 JUSTIFICACION (REQUISITOS POR CUMPLIR)

### CAPITULO IV.- ELABORACION DE LAS MEZCLAS

#### IV.1 MATERIALES

#### IV.2 PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

### CAPITULO V.- RESULTADOS DE LOS CONCRETOS Y MORTEROS

#### V.1 CONCRETO FRESCO

- a) CONTENIDO DE AIRE
- b) PESO VOLUMETRICO
- c) REVENIMIENTO

**V.2 CONCRETO ENDURECIDO**

- a) RESISTENCIA A LA COMPRESION
- b) MODULO DE ELASTICIDAD

**V.3 MORTEROS**

**V.4 PRUEBAS ESPECIALES TENTATIVAS**

**CAPITULO VI.- COMPARACIONES ENTRE RESULTADOS DE CONCRETOS.**

EN ESTE CAPITULO SE DESCRIBEN LOS COMENTARIOS DE LAS COMPARACIONES ENTRE RESULTADOS DE CONCRETOS ANALIZADOS DE LAS AGUAS TRATADAS EN ESTUDIO, DE LOS LABORATORIOS QUE INTERVINIERON EN LA REALIZACION DE ESTE ESTUDIO.

**CAPITULO VII.- OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

**CONCLUSIONES**

## CAPITULO I

### INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La Ciudad de México una de las urbes más pobladas del mundo, enfrenta gran cantidad de problemas de muy diversa índole. El abastecimiento de agua potable a la ciudadanía es sin duda uno de los problemas más agudos y de más difícil solución.

LA DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL en su afán por optimizar el uso de tan preciado recurso, ha implementado programas que aumenten la eficiencia en el Sistema Hidráulico de la Ciudad. Es indudable que la escasez de agua potable se incrementará en el futuro a niveles alarmantes; por lo cual es imperativo dar prioridades en el consumo de este elemento vital, restringiendo cada vez más su uso.

Dentro de los consumidores de agua potable afectados son las empresas que se dedican al suministro y elaboración del concreto Premezclado.

Como es sabido, la elaboración de concretos demanda grandes cantidades de agua, cuya calidad debe ser la especificada, de manera que no produzca reacciones anormales que pudieran ejercer efectos dañinos en el concreto.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, se ha integrado un comité para estudiar la influencia adversa que el agua residual tratada, empleada como agua de mezclado pueda tener en el comportamiento y en la producción de concretos. Dicho comité se integró en la forma siguiente:

- SUBDIRECCION DE DESARROLLO-DIRECCION TECNICA-DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA.-DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

- LABORATORIO DE ICATEC, S.A. DE C.V.

- EMPRESAS PREMEZCLADORAS DE LA ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO, A.C.

( GRUPO BAL, CARSA, COMESA, PRECONCRETO, LACOSA, CONCRETOS METROPOLITANOS, DECAR, CONCRETOS GUADALAJARA, CONCRETOS APASCO).

El objetivo común del mencionado comité es precisamente, definir la influencia del agua tratada usada como agua de mezclado para la elaboración de concretos para la zona Metropolitana de la Ciudad de México.

LA DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA a través de la SUBDIRECCION DE DESARROLLO encomendó a ICATEC, S.A. DE C.V., su participación para integrarse al comité y realizar

las pruebas correspondientes y efectuar con ello el estudio de la influencia que en el comportamiento del concreto causa el uso de aguas tratadas como agua de mezclado.

El aprovechamiento de las aguas residuales, previamente tratadas, es una actividad que se viene efectuando desde 1955 dicha actividad se intensificó en los años subsecuentes hasta sumar trece las instalaciones de tratamiento ubicadas en diferentes puntos de la zona metropolitana de la Ciudad de México, las cuales son:

- 1.- Chapultepec
- 2.- Ciudad Deportiva
- 3.- Coyoacán
- 4.- San Juan de Aragón
- 5.- Cerro de la Estrella
- 6.- Bosque de las Lomas
- 7.- Acueducto de Guadalupe
- 8.- Tlatelolco
- 9.- Rosario Azcapotzalco
- 10.- San Luis Tlaxialtamalco
- 11.- Reclusorio Sur
- 12.- Colegio Militar
- 13.- Iztacalco

Actualmente se aprovecha un caudal de 1951 l/s para contribuir al suministro total de agua al Distrito Federal, utilizándose las aguas tratadas en procesos que no requieren la calidad potable.

Ante el constante aumento de la demanda de agua en la Ciudad de México, el DEPARTAMENTO del DISTRITO FEDERAL, a través de la SECRETARÍA GENERAL de OBRAS, estableció la meta de diversificar al máximo los usos del agua residual tratada. Para esto se estructuró en 1980 un plan maestro de tratamiento y reuso.

Como resultado de esta planeación, la planta de tratamiento Cerro de la Estrella, que es la mayor del sistema de tratamiento y reuso, es uno de los proyectos más ambiciosos en lo que se refiere a la ampliación de su capacidad y el desarrollo de la tecnología requerida, con el fin de alcanzar los niveles de calidad requeridos para ampliar el uso del agua residual tratada en diferentes aplicaciones, entre los que no se descarta lograr su potabilización.

El Sistema de Tratamiento y Reuso (STR) en el Distrito Federal esta comprendido por un conjunto de instalaciones equipo y personal, cuyo objetivo principal es incrementar y diversificar el aprovechamiento de las aguas residuales, previo tratamiento.

Actualmente el STR esta formado por trece plantas de tratamiento de aguas residuales cuya capacidad total instalada es de entre 4.450 m<sup>3</sup>/seg, una red primaria de distribución de 119 km aproximadamente y una red secundaria de aproximadamente 500 km.

El proceso de tratamiento de aguas residuales que utiliza la DGCOH, se efectúa mediante el proceso biológico de lodos activados; cabe hacer mención que antes de iniciar este proceso se realiza un tratamiento preliminar con el propósito de retirar el material sólido de gran tamaño y el inorgánico, como las arenas. El agua pasa a continuación por un tratamiento primario, que consiste en la separación por gravedad de la materia en suspensión y el retiro de grasas, aceites y natas, por flotación. Posteriormente el agua pasa a la fase de tratamiento secundario o de lodos activados que se desarrolla en un tanque de aereación, al que se inyecta aire comprimido por medio de difusores. De esta manera se suministra el oxígeno disuelto necesario para degradar la materia orgánica presente en las aguas residuales formándose agrupaciones esponjosas denominadas "flóculos", los que constituyen los llamados lodos activados.

Por otra parte, la aereación permite mantener en suspensión a los "flóculos" y favorece el contacto de éstos con la materia orgánica, por lo que el medio líquido existente en el tanque de aereación se le denomina licor mezclado. Posteriormente el agua se pasa a la etapa de sedimentación secundaria, para separar por gravedad los lodos activados y reciclar una parte de ellos hacia el tanque de aereación con la finalidad de mantener un nivel constante de microorganismos en el proceso.

La parte restante se dispone hacia el drenaje de la planta y el sobrante clarificado, se envía hacia un tanque de contacto donde se le agrega cloro, gas ó hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) para eliminar bacterias patógenas que pudieran causar problemas durante el reuso.



## CAPITULO II

### EL AGUA EN EL CONCRETO

#### II.1 DEFINICION, CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE AGUAS PARA CONCRETO.

Tomando como base los requisitos y determinaciones de la norma NOM C-122-1982 Norma Oficial Mexicana de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial a continuación se clasifican los tipos de aguas que pueden emplearse en la elaboración y curado de los concretos hidráulicos.

##### a) DEFINICION

###### a.1. Aguas Puras (Lluvia, deshielo de glaciares, manantiales y pozos).

Bajo un punto de vista práctico, son aquellos cuyo grado hidrométrico es inferior a 6 y cuyo pH es aproximadamente 7. En general son aguas que no tienen sustancias disueltas o las tienen en cantidad mínima y en lo particular, aquellas en las que el ión calcio se encuentra en cantidades mínimas. Estas generalmente provienen de la lluvia, del deshielo de glaciares, nieve o granizado o de manantiales y pozos, de terrenos montañosos cuyas rocas son resistentes al poder disolvente del agua, tales como las porfíricas, basálticas, graníticas, etc...

###### a.2 Aguas ácidas naturales.

Son aquellas que contienen una cantidad notable de gas carbónico libre, agresivo, ácido nítrico o ácido húmicos y cuyo pH es inferior a 6. Estas en general son de lluvia en zonas urbanas que disuelven el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) u óxidos nítricos del aire o que provienen de turberas o pantanos que por descomposición de la materia vegetal son ricas en ácidos húmicos.

###### a.3 Aguas fuertemente salinas.

Son aquellas que tienen alta concentración de una o varias sales; tienen su origen en el alto poder disolvente de las aguas ácidas y de las puras al atravesar diferentes terrenos, y son:

###### a.3.1 Aguas alcalinas.

Aguas con concentraciones de hidróxido de sodio del 0.5% por peso de cemento (6,000 a 10,000 ppm) no afectan la resistencia a los fraquados. Sin embargo, más altas concentraciones pueden reducir la resistencia del concreto o mortero.

El hidróxido de potasio en concentraciones por encima del 1.2% por peso del cemento (18,000 a 24,000 ppm) tienen pequeños efectos sobre el desarrollo de resistencia de algunos cementos, y otros la pueden reducir sustancialmente.

#### a.3.2 Aguas sulfatadas (Selenitosas)

Son las que contienen gran cantidad de sulfatos alcalinos de litio, sodio, potasio, calcio o magnesio. Algunas de ellas tienen su origen en el ataque de terrenos dolomíticos y/o con yeso por las aguas puras o las ácidas.

#### a.3.3 Aguas cloruradas.

Son las que contienen en mayor proporción cloruros de elementos alcalinos y alcalinotérreos, se originan por la acción disolvente de las aguas puras o las ácidas que atraviesan yacimientos de Sal Gema o antiguos lechos marinos.

#### a.3.4 Aguas magnesianas.

Son aquellas que contienen cantidades apreciables de sales solubles, de magnesio, tales como cloruros, sulfatos y principalmente bicarbonatos. Estas aguas provienen de terrenos dolomíticos que por acción del gas carbónico disuelto en el agua los hacen solubles por la transformación de los carbonatos en bicarbonatos; estos últimos cuando reaccionan con el sulfato de calcio y de magnesio forman los carbonatos correspondientes y el ácido sulfúrico.

#### a.3.5 Aguas de mar.

Estas tienen una gran cantidad de sales disueltas (aproximadamente 35,000 ppm o más), en la cual predominan el cloruro de sodio, el cloruro de magnesio, sulfato de magnesio y el sulfato de calcio; su origen se remonta en el período terciario.

#### a.4. Aguas recicladas.

Se consideran como tales las que se usan para el lavado de unidades revolventoras de concreto y que después de un proceso incompleto de sedimentación se emplean en la fabricación del concreto hidráulico. Estas por lo general tienen en suspensión alto porcentaje de finos del cemento y de los agregados, sales solubles de aditivos cuando se emplean éstos.

#### a.5 Aguas Industriales

Estas aguas provienen de los desechos de las industrias y dependiendo de su origen pueden ser ácidas, básicas o salinas. Las más perjudiciales para el concreto son aquellas que contienen sulfatos, sulfuros, sales amoniacales, azúcares, ácidos

sulfúrico, clorhídrico, fluorhídrico, nítrico. ácido láctico, acético, fórmico u otros ácidos orgánicos y álcalis cáusticos.

#### a.6. Aguas negras

Proviene de los desagües de las poblaciones. Su composición es muy compleja y varía en función de la distancia de su punto de origen.

Las aguas negras domésticas se recogen en las unidades de vivienda, edificios comerciales e instituciones de la comunidad. Pueden incluir desechos de procesos industriales, así como la infiltración del agua subterránea y otros desechos líquidos.

Está compuesta principalmente del agua ya usada procedente del suministro del agua de los edificios, a los que han unido los materiales de desecho de los baños, cocinas y lavanderías.

Las alcantarillas sanitarias llevan principalmente residuos domésticos. Pueden recibir también algunos desechos industriales; pero no están diseñados para las aguas pluviales o las aguas subterráneas. De acuerdo al nivel económico y a las necesidades que se tienen en las zonas urbanas, se tienen alcantarillas pluviales, alcantarillas combinadas, registros, etc.

#### b) ACCION AGRESIVA DE LAS AGUAS

La agresividad de las aguas para la elaboración y curado del concreto está en función de la ausencia de compuestos en ellas o de la presencia de sustancias químicas perjudiciales disueltas ó en suspensión, en concentraciones que sobrepasan determinados límites. A continuación se describe la forma en que actúan.

##### b.1 Aguas puras

Son agresivas por su acción disolvente e hidrolizantes sobre los compuestos cálcicos de concreto.

##### b.2 Aguas ácidas naturales

Su acción se debe a la presencia de gas carbónico libre ( $\text{CO}_2$ ) y/o ácidos húmicos que disuelven rápidamente los compuestos del cemento, de los agregados calizos y del concreto.

##### b.3 Aguas fuertemente salinas

Cuando estas aguas contienen fuerte concentración de ciertas sales, éstas propician que otras muy agresivas se vuelvan más solubles antes de la saturación. Como aguas de mezclado, su acción sobre la cal es la que interrumpe las reacciones de fraguado del cemento y cuando se emplean para curado, pueden ejercer una acción disolvente sobre los componentes cálcicos del concreto.

### b.3.1 Aguas alcalinas

Estas producen la hidratación alcalina de ciertos compuestos del cemento por los cationes alcalinos y pueden ser nocivas para toda una gama de cementos diferentes al aluminoso, los cuales sufren un ataque corrosivo con aguas de esta naturaleza ya que los cationes alcalinos tienen una acción sobre los aluminatos cálcicos hidratados y sobre los iones de calcio.

### b.3.2 Aguas sulfatadas (Selenitosas).

Estas aguas pueden considerarse muy agresivas, en lo particular para los cementos ricos en cal total y aluminato tricálcico y en lo general, para aquellos concretos o morteros fabricados con cementos de reacción básica tales como los portland. En general estas aguas propician la formación de una sal doble fuertemente hidratada, conocida como Sal de Candiot, que es un sulfo aluminato tricálcico bajo una forma pulverulenta y expansiva.

### b.3.3 Aguas cloruradas.

Estas aguas en general deben considerarse agresivas puesto que la solubilidad de la cal y el yeso en ellas es mayor que en las aguas puras, y en particular este efecto se incrementa en las aguas fuertemente cloruradas que con la presencia de los cloruros alcalinos favorecen la solubilidad de varias sales agresivas. Por otra parte en determinadas concentraciones pueden ejercer una acción disolvente sobre los componentes del cemento y del concreto; y su agresividad es aún mayor, en el caso del concreto armado.

### b.3.4 Aguas magnesianas

Las aguas magnesianas que contienen sulfato de magnesio, son las más agresivas por la gran solubilidad de éste y su tendencia a fijar la cal formando hidróxido de magnesio y yeso insoluble.

Cuando se encuentra disuelto en el agua de mezclado en fuertes dosis, su acción sobre la cal es la que interrumpe el fraguado y esta acción es mayor en el caso de los cementos portland con alto contenido de aluminato tricálcico.

### b.3.5 Agua de mar

La acción de las aguas de mar es muy compleja, se parece al de las aguas selenitosas naturales y aunque su contenido de sulfatos es superior al de éstos últimos, su proceso de ataque es lento y menos agresivo debido a la acumulación superficial de calcita, formada por la reacción de la cal del

cemento con el bicarbonato de calcio que contiene el agua de mar.

Por otra parte el sulfato de calcio no está en el estado de saturación debido a la presencia de otros sulfatos tales como el de magnesio, que forma un depósito de magnesio insoluble en los poros del concreto, también contribuye a disminuir su agresividad, la acción inhibitoria, no despreciable, de los cloruros sobre el ataque de los sulfatos. Sin embargo, el empleo del agua de mar en los concretos simples produce eflorescencias. En el concreto reforzado o presforzado aumenta el peligro de la corrosión del acero, por lo que no debe usarse para estos fines.

#### b.4 Aguas recicladas

Estas aguas pueden ser agresivas si contienen sulfatos, cloruros y álcalis en concentraciones considerables. Por otra parte si tienen gran cantidad de sólidos en suspensión y éstos no se toman en consideración, el concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.

#### b.5 Aguas industriales

Las aguas residuales de las instalaciones industriales generalmente son perjudiciales para el concreto, ya que contienen iones sulfatos ( $SO_4^{2-}$ ) ácidos orgánicos que atacan a todos los tipos de cemento, de éstos los más resistentes son los que prácticamente no contienen cal libre o no tienen posibilidad de liberarla, tales como: los aluminosos, los puzolánicos y los de escoria de alto horno con bajo contenido de clinker.

#### b.6 Aguas negras

Dada la complejidad de la composición de las aguas negras no es recomendable el uso de ellas, ya que sus efectos son imprevisibles. Las aguas negras domésticas en general, contienen menos del 0.1% de materias sólidas. Gran parte del flujo luce como el efluente del baño de la lavandería y flotando por encima basuras, papeles, cerillos y trapos, pedazos de madera y heces fecales. Pasadas unas horas, a temperatura por encima de 5 °C, las aguas negras se vuelven rancias. Más tarde pueden volverse sépticas, predominando a menudo los olores del ácido sulfhídrico y otros compuestos de azufre. Mientras más compuestos putrescibles haya en las aguas negras, mayor será su concentración o fuerza. En general, la fuerza variará con la cantidad de materia orgánica, consumo de agua per cápita y la cantidad de desperdicios industriales.

El contenido orgánico de las aguas negras puede clasificarse como nitrogenado y no nitrogenado. Los principales compuestos nitrogenados incluyen proteínas, urea, aminas y aminoácidos. Los principales compuestos no nitrogenados incluyen jabones, grasas y carbohidratos.

## II.2 NATURALEZA DEL AGUA EN EL CONCRETO

Debido a que el agua ocupa un papel preponderante en las reacciones del cemento durante el estado plástico, el proceso de fraguado y el estado endurecido de un concreto o mortero, es importante dar una visión generalizada acerca de las características que debe tener este vital elemento de la naturaleza, desde el punto de vista de la tecnología del concreto.

El agua se puede definir como aquel componente del concreto en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. Para ello, se clasifican en agua de mezclado y agua de curado.

### a) AGUA DE MEZCLADO

El agua de mezclado, está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico.

La pasta de cemento, es una mezcla plástica de cemento y agua que va adquiriendo nueva estructura conforme se produce la hidratación del cemento. Esta nueva estructura es la formación del llamado gel de cemento y la redistribución del agua dentro de la pasta. En una porción de pasta hidratada, el agua se encuentra en dos formas básicas a saber: agua de hidratación (no evaporable) y agua evaporable.

#### a.1 Agua de hidratación

El agua de hidratación es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del gel. Es también llamada no evaporable porque en una porción de pasta hidratada se conserva a 0% de humedad del ambiente y 110 °C de temperatura.

#### a.2 Agua evaporable

El agua restante que existe en la pasta, es agua que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y 110 °C de temperatura, pero no se encuentra libre en su totalidad. El gel de cemento cuya característica sobresaliente es un enorme desarrollo superficial interno, ejerce atracción molecular sobre una parte del agua evaporable y la mantiene atraída. En la figura No.1 se puede observar que el agua evaporable puede estar en tres

condiciones distintas, de acuerdo con su proximidad a la superficie del gel: (agua de absorción, capilar, libre).

### a.3 Agua de absorción

Es una capa molecular de agua, que se halla fuertemente adherida a las superficies del gel por fuerzas intermoleculares, de atracción. El agua absorbida, cuyas distancias con respecto a la superficie del gel están en el intervalo de 0 a 30 Å (un angstrom Å=0.0000001 mm), es llamada también "agua activa" por su influencia en el comportamiento del concreto bajo carga.

### a.4 Agua capilar

Es el agua que ocupa los poros capilares de la pasta, a distancias que suelen estar comprendidas en el intervalo de 30 a 10<sup>7</sup> Å, de manera que parte de ella está sujeta (aunque débilmente) a la influencia de las fuerzas de tensión en la superficie del gel.

### a.5 Agua libre

Es la que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de superficie, de tal modo que tiene completa movilidad y puede evaporarse con facilidad.

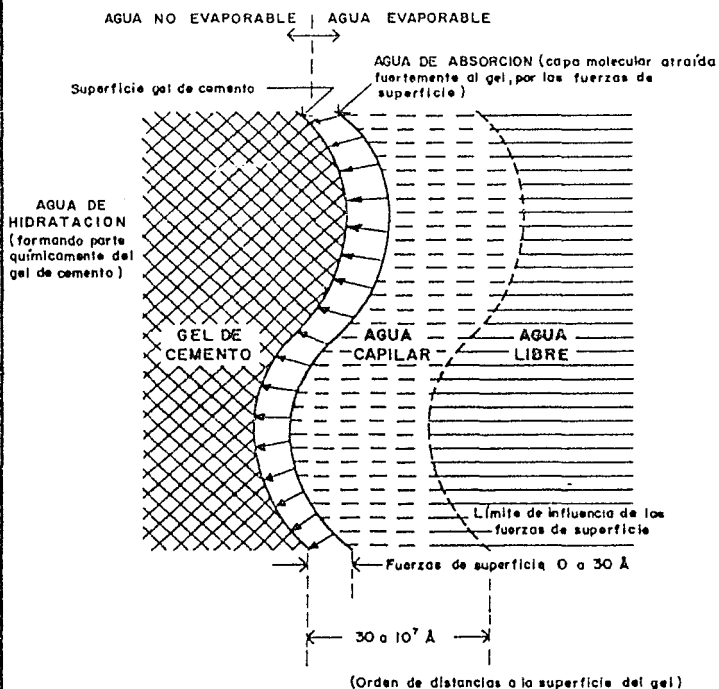
Con cierta aproximación, la porción de agua no evaporable que existe en la pasta, puede ser una medida del grado de hidratación que ha alcanzado. Durante el proceso de hidratación de los granos de cemento, se produce una especie de desplazamiento de agua del exterior al interior de éstos. Ya que lo primero se hidrata en la superficie, se forma así en la periferia de cada grano una estructura hidratada o gel. Para que la hidratación continúe hacia el núcleo de los granos es necesaria la aportación de agua que se obtiene de los poros capilares y que a su vez es respuesta por una parte del agua libre. Mientras permanece vigente este suministro de agua, la hidratación del grano puede continuar hasta el final, suspendiéndose en el momento que dicho suministro se interrumpe.

El agua que el cemento necesita para su completa hidratación representa como término medio aproximado, un 23% de su peso, es decir:

$$\frac{A}{C} = \frac{\text{Agua de hidratación en kg}}{\text{cemento en kg}} = 0.23$$

Aunque las relaciones agua/cemento que suelen emplearse en las mezclas de concreto exceden este valor por mucho, esta situación no representa por sí misma una garantía de suministro permanente de agua para la total hidratación del cemento, sin tener que recurrir a una fuente de suministro adicional del exterior. Esto es lo que se conoce como agua de curado.

FIGURA 1. Esquema de la ubicación del agua en la pasta del cemento hidratado.





## b) AGUA DE CURADO

El curado puede definirse como el conjunto de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura.

Por lo tanto, el agua de curado constituye el suministro adicional de agua para hidratar eficientemente el cemento. En primer lugar, este suministro adicional depende de la humedad del ambiente, ya que la evaporación del agua libre de la pasta ocurre con tanta mayor rapidez cuanto menor es la humedad relativa del ambiente.

En segundo lugar, el agua y el cemento al mezclarse ocupan un espacio inicial que permanece constante y que tiende a ser llenado gradualmente por los productos de hidratación (gel). Como éstos desarrollan un volumen que es dos veces mayor que el de el cemento original, resulta que con relaciones agua/cemento demasiado bajas puede no haber espacio suficiente en la pasta para acomodar todo el gel potencialmente desarrollable y la completa hidratación del cemento no llega a producirse por esta limitación.

En tercer lugar, químicamente combinada con el cemento está el agua no evaporable y tiene una densidad mayor que el agua capilar. Esto significa que, en un momento dado, puede ser mayor el espacio que ha dejado libre en los poros capilares, que aquel con el que ha contribuido a formar el gel. Si no existe aportación de agua exterior para suplir este déficit, la hidratación se vuelve más lenta, e incluso se detiene.

En resumen, al mezclarse el agua con el cemento se produce una pasta que puede ser más o menos fluida, según la cantidad de agua que se adicione. Al endurecerse la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua libre. Si la cantidad de agua de mezclado se aumenta, la parte que de ella queda fija en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua libre. Si la cantidad de agua de mezclado se aumenta, la parte que de ella queda fija es la misma y por consiguiente el agua libre aumenta, con lo cual aumenta la porosidad, ya que con el tiempo esta agua libre se evapora y queda en el interior del concreto endurecido, un conjunto de pequeños conductos que se llenan de aire. Como esto aumenta la porosidad, la pasta pierde resistencia y el concreto se hace más permeable. De ahí el hecho de que deba hacerse un estricto control sobre el agua de mezclado en el momento de dosificarla.

### c) CARACTERISTICAS QUIMICAS Y FISICAS DEL AGUA DE MEZCLADO

Por lo general, se recomienda, que el agua sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de concreto o mortero. Sin embargo, ésto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares entre otros, que pueden ser perjudiciales para el concreto o mortero. Por otra parte, el agua que es buena para el concreto no necesariamente es buena para beber y viceversa.

Para verificar la calidad del agua, se acostumbra hacer un ensayo de relación de resistencias sobre cubos de mortero a 7 y 28 días de edad, de manera que se considera que el agua es apta para el concreto si la resistencia de los cubos hechos con el agua cuestionada no es inferior al 90% de la resistencia de los cubos testigo confeccionados con agua destilada. Los cubos de mortero, deben ser hechos de acuerdo a las especificaciones de las normas ASTM.

Adicionalmente, el ensayo de la aguja de Vicat descrito en las normas ASTM, pueden dar indicios de impurezas en el agua que eventualmente afecten de manera adversa los tiempos de fraguado del cemento. Un exceso de impurezas en el agua de mezclado puede causar además, manchas (eflorescencias), o corrosión en el acero de refuerzo de un concreto. Por ello, se deben especificar ciertos límites de cloruro, sulfatos, álcalis y sólidos dentro del agua de mezclado.

Puesto que no es deseable introducir grandes cantidades de sólidos disueltos en el concreto, se ha comprobado que las aguas que contengan menos de 3,500 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos, generalmente son satisfactorias para hacer concreto. Aguas que contengan más de 2,000 ppm de sólidos disueltos deben ser ensayadas para determinar sus efectos sobre la resistencia y el fraguado en un concreto. Un resumen de los efectos de ciertas impurezas en el agua de mezclado sobre la calidad del concreto se explican a continuación.

#### c.1 Carbonatos y bicarbonatos alcalinos

Los carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio tienen diferentes efectos sobre los tiempos de fraguado de los distintos cementos. El carbonato de sodio, puede causar muy rápidos fraguados, los bicarbonatos pueden también acelerar o retardar el fraguado. En altas concentraciones estas sales pueden reducir la resistencia del concreto. Cuando la suma de estas sales disueltas excedan de 1,000 ppm los ensayos sobre sus efectos en los tiempos de fraguado y relación de resistencia a 28 días de edad, deben ser efectuados.

### c.2 Cloruros y sulfatos

Un alto contenido de cloruros en el agua de mezclado, puede generar corrosión en el acero de un concreto reforzado o en los cables de tensionamiento de un concreto presforzado, debido a que el ión cloro ataca la película de óxido que se forma en el acero. Como los cloruros se pueden introducir al concreto dentro de cada uno de sus componentes por separado (cemento, agregados, agua de mezclado) depende de la permeabilidad y nivel de exposición del concreto y del nivel de contribución del agua de mezclado, el contenido total de cloruros.

Un alto contenido de sólidos disueltos dentro del agua, generalmente representa altos contenidos de cloruro de sodio o sulfato de sodio. Concentraciones de 3,500 ppm de cloruro de sodio, son generalmente tolerables en concretos que estarán secos y con bajo potencial de reacciones corrosivas durante su vida útil. Por el contrario, el agua usada en concreto presforzado no debe presentar concentraciones de ión cloro superiores a 500 ppm, para el caso de concretos con elementos de aluminio embebido o galvanizados u otros concretos expuestos a humedad ambiente el agua no debe presentar concentraciones superiores a 1,000 ppm de ión cloro.

Finalmente, el agua de mezclado que contenga hasta 10,000 ppm del sulfato de sodio puede ser usada satisfactoriamente, si los sulfatos se presentan como  $SO_4$ , aunque su cantidad está limitada a 3,000 ppm (Referencia Agua-Tecnología del concreto y el mortero).

### c.3 Otras sales comunes.

Puesto que el carbonato de magnesio es bastante más soluble que el carbonato de calcio, rara vez es un componente principal en las incrustaciones. Sin embargo debe eliminarse junto con el calcio cuando se requiere agua blanda para alimentación de calderas o para otros procesos. Puede eliminarse mediante el ablandamiento con cal hasta un residuo de 30-50 mg/l como  $CaCO_3$  en frío, o 1-2 mg/l como  $CaCO_3$ . Sin embargo, concentraciones superiores a 400 ppm del ión bicarbonato en cualquiera de estas formas son considerados dañinos en la elaboración de concretos.

Los sulfatos y los cloruros de magnesio, pueden estar presentes en altas concentraciones sin causar efectos dañinos en la resistencia. Buenas resistencias han sido obtenidas con concentraciones hasta de 40,000 ppm de cloruro de magnesio. Las concentraciones de sulfatos de magnesio deben ser menores de 25,000 ppm. El cloruro de calcio es algunas veces utilizando en concreto que no es presforzado en cantidades hasta del 2% del peso de cemento, para acelerar el endurecimiento y la resistencia temprana del concreto.

#### c.4 Sales de hierro

Las aguas naturales, rara vez contienen más de 20 a 30 ppm de hierro; sin embargo, algunas aguas ácidas pueden tener grandes cantidades. Las sales de hierro en concentraciones hasta de 40,000 ppm usualmente no presentan efectos adversos en la resistencia de un concreto sin acero de refuerzo o un mortero. (Referencia Agua-Tecnología del concreto y del mortero).

#### c.5 Sales inorgánicas

Las sales de manganeso, estaño, zinc, cobre y plomo en el agua de mezclado pueden causar reducciones significativas en la resistencia y grandes variaciones en los tiempos de fraguado. De éstas, las sales de zinc, cobre y plomo son muy activas. Otras sales que son bastantes activas como retardadoras del fraguado incluyen los yodatos, fosfatos, arsenatos y boratos de sodio. Todas pueden retardar los tiempos de fraguado y afectar el desarrollo de resistencia cuando se presentan en concentraciones por encima del 10% del peso del cemento. Generalmente, concentraciones de estas sales de hasta 500 ppm pueden ser toleradas en el agua de mezclado.

Otra sal que puede deteriorar el concreto es el sulfito de sodio, el cual se limita a 100 ppm.

#### c.6 Aguas ácidas

La aceptación del agua de mezclado ácida, debe ser basada en la concentración (ppm) de ácidos en el agua. Ocasionalmente su aceptación es basada en el pH, al cual es una medida de la concentración del ión hidrógeno. El valor del pH es índice de una intensidad (por debajo de 7.0 indica acidez y por encima de 7.0 alcalinidad) pero no es buena medida del potencial, ácido o básico de reacción del agua. Sin embargo, algunas normas como la del Cuerpo de Ingenieros de los EEUU estipula un valor de pH entre 6.0 y 8.0

Generalmente, aguas de mezclado que contienen ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y otros ácidos inorgánicos comunes en concentración tan altas como 10,000 ppm no tienen efectos adversos en la resistencia del concreto sin acero de refuerzo. Las aguas ácidas con valores de pH por debajo de 3.0 pueden crear problemas de manejo y deben ser evitadas en lo posible.

#### c.7 Aguas alcalinas

Aguas con concentraciones de hidróxido de sodio 0.5% por peso de cemento (6,000 a 10,000 ppm) no afectan la resistencia o los fraguados. Sin embargo, más altas concentraciones pueden reducir la resistencia sustancialmente.

#### c.8 Aguas con azúcar

El azúcar en pequeñas cantidades como 0.03% a 0.15% por peso de cemento, generalmente retarda el fraguado del cemento; de acuerdo al tipo de cemento la resistencia a los 7 días de edad se puede reducir mientras que la de 28 días puede mejorar. Cuando la cantidad de azúcar se incrementa a un 0.20% por peso de cemento, el fraguado generalmente se acelera, si la cantidad es de 0.25% o más por peso de cemento, puede causar un fraguado rápido y una sustancial reducción de resistencia a los 28 días de edad.

Menos de 500 ppm de azúcar en el agua de mezclado, generalmente no afecta la resistencia del concreto, pero si la concentración excede este límite, deben ser efectuados los ensayos de tiempos de fraguado y relación de resistencia.

#### c.9 Partículas en suspensión

Cerca de 2,000 ppm de partículas de arcilla ó limos suspendidos requeriran una sedimentación previa en forma mínima para ser tolerables como agua de mezclado. Cantidades más altas pueden no afectar la resistencia pero si influir en otras propiedades de algunas mezclas de concreto.

#### c.10 Agua con aceite

Varias clases de aceite están ocasionalmente presentes en el agua de mezclado. El aceite mineral (petróleo) por sí solo, tiene menos efectos sobre el desarrollo de resistencia del concreto en los aceites animales o vegetales. sin embargo, el aceite mineral en concentraciones superiores al 2% por peso del cemento, puede reducir la resistencia del concreto tanto como un 20% o más.

#### c.11 Agua con algas

El agua que contiene algas, no es recomendable para hacer concreto debido a que la presencia de éstas como materia orgánica producen pérdida de resistencia y además puede afectar la hidratación del cemento.

#### c.12 Aguas negras

Un agua negra típica, contiene cerca de 400 ppm de materia orgánica expresada como DQO. Después de que esta agua ha sido eficientemente tratada, su concentración se puede reducir a cerca de 50 ppm o menos. Esta cantidad es tan pequeña que no tiene un efecto significativo sobre la resistencia del concreto. De otra manera, en ningún caso se debe emplear agua con un contenido de materia orgánica mayor.

### c.13 Agua de mar

El agua de mar que tiene una salinidad total hasta 3.5% (35,000 ppm) es generalmente recomendada para concreto no reforzado. Sin embargo, el concreto hecho con agua de mar produce una resistencia a largo plazo; usualmente la pérdida de resistencia no es mayor de 15%.

En el caso de concreto reforzado, se cree que el agua de mar incrementa al riesgo de corrosión del acero de refuerzo, especialmente en países tropicales como el nuestro, por lo cual no se considera recomendable el uso de agua de mar en el mezclado, a menos que sea inevitable. En tal caso se deben hacer las pruebas respectivas. En concretos preesforzados, no se permite el uso de agua de mar debido a que la pequeña sección transversal de los cables de presforzado hace que los efectos de la corrosión sean relativamente más graves.

### d) CARACTERISTICAS DEL AGUA DE CURADO

Con respecto al agua de curado, el agua que es satisfactoria para el mezclado, también lo es para el curado. Sin embargo, la materia orgánica o ferrosa puede causar manchas, particularmente si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente.

### e) ESPECIFICACIONES Y CALIDAD DEL AGUA

De acuerdo a lo anterior, en la Tabla No.1, se presenta un resumen de las tolerancias máximas de concentraciones de impurezas en el agua de mezclado de concretos o morteros. Algunos de los ensayos normalmente especificados para análisis del agua son los siguientes:

Calcio y magnesio en el agua, Norma ASTM D-511  
 Cloruros, como ión Cloro Norma ASTM D-512  
 Sulfatos, como  $SO_4$  Norma ASTM D-516  
 pH del agua, ASTM D-1293  
 Acidez y alcalinidad del agua, ASTM D-1067  
 Definición de términos relativos al agua, ASTM D-1129  
 Partículas y materia disuelta en el agua, ASTM D-1888

Por otra parte, los criterios de aceptación del agua con respecto a los tiempos de fraguado y a la resistencia del concreto se dan en la Tabla No. 2

TABLA No.1

TOLERANCIAS DE CONCENTRACIONES DE IMPUREZAS EN EL USO DE AGUA PARA MEZCLAS.

IMPUREZAS	Máxima concen- tración tolerada.	Cementos	Cementos
		Ricos en calcio NEM C-120-1982	Sulfatoresistentes
CARBONATO DE SODIO Y POTASIO	1,000 ppm	.....	.....
CLORURO DE SODIO	20,000 ppm	.....	.....
CLORURO, COMO CL (Concreto Prestresado)	500 ppm	400 (C)	600 (C)
CLORURO, COMO CL (Concreto huecos o con al- mentos de Aluminio, metales similares galvanizados)	1,000 ppm	700 (C)	1000 (C)
SULFATO DE SODIO	10,000 ppm	.....	.....
SULFATO COMO SO <sub>4</sub>	3,000 ppm	3000	5000
CARBONATOS DE CALCIO Y MAGNESIO, COMO ION BICARBONATO.	400 ppm	600	800
CLORURO DE MAGNESIO	40,000 ppm	.....	.....
SULFATO DE MAGNESIO	25,000 ppm	.....	.....
CLORURO DE CALCIO (Por peso de cemento en concreto).	2%	.....	.....
SALES DE NITRO	40,000 ppm	.....	.....
NITRATO, AMINATO, FOSFATO Y NITRATO DE SODIO.	500 ppm	.....	.....
SULFITO DE SODIO	100 ppm	.....	.....
PH	6.0 A 8.0	No menor de 6.	No menor de 6.5
HIDROXIDO DE SODIO (Por peso de cemento en concreto).	0.50%	.....	.....
HIDROXIDO DE POTASIO (Por peso de cemento en concreto).	1.20%	.....	.....
AZUCAR	500 ppm	.....	.....
ACEITE MINERAL (Por peso de cemento en concreto)	2%	0	0
PIJUA CON ALGAS	0	.....	.....
MATERIA ORGANICA	20 ppm	150 (B)	150 (B)
AGUA DE MAR (Contenido total de sales para concre- to no reforzado).	35,000 ppm	.....	.....
AGUA DE MAR PARA CONCRETO REFORZADO O PREESTRIZADO.	No recomendable	.....	.....
ALCALIS TOTALES COMO Na <sup>+</sup>	.....	500	450
DIOXIDO DE CARBONO DISUELTO CO <sub>2</sub>	.....	5	5
SOLIDOS EN SUSPENSION EN AGUA NATURAL	2,000 ppm	2000	2000
SOLIDOS EN SUSPENSION EN AGUA RECICLADA	.....	50000	50000
MAGNESIO COMO Mg <sup>++</sup>	.....	100	100
TOTAL DE IMPUREZAS EN SOLUCION	.....	3500	4000

NOTAS:

- a).- Las aguas que excedan de los límites establecidos para cloruros, sulfatos y magnesio, podrán emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla incluyendo el agua de absorción de los agregados u otros orígenes, no excede dichos límites.
- b).- El agua se puede usar siempre y cuando las arenas que se empleen en el concreto no tengan un contenido de materia orgánica cuya coloración sea inferior a 2 de acuerdo con el método de la NEM C-199B.
- c).- Cuando se use cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) como aditivo acelerante, la cantidad de este debe tomarse en cuenta para no exceder el límite de cloruros de esta tabla.

**TABLA No.2**

**CRITERIOS DE ACEPTACION DE UN AGUA  
CUESTIONABLE PARA CONCRETO O MORTERO**

ENSAYO	LIMITES	NORMA
DESVIACION DE LOS TIEMPOS DE FRAGUADO CON RESPECTO AL TESTIGO (hr:min)	+/- 45 MINUTOS	METRO 1987
RESISTENCIA MINIMA A LOS 7 DIAS DE EDAD CON RESPECTO AL TESTIGO.	90%	ASTM



## CAPITULO III

## PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

## III.1 PLANTEAMIENTO

Para evaluar el efecto de la utilización de las Aguas Residuales Tratadas en la elaboración de los concretos el Comité Técnico DGCOH - AMIC - ICATEC, planteó desarrollar un programa de ejecución de pruebas de laboratorio.

Las pruebas se llevarían en una primera etapa preliminar, con objeto de obtener los datos y resultados que definirían algún tipo de comportamiento y con ello extender y/o ampliar el estudio.

El planteamiento de utilización de materiales, diseños y pruebas para los concretos y morteros se describe a continuación:

## a) Materiales a emplear

a.1 Cemento Tipo I de la marca TOLTECA, se eligió por ser el de mayor uso común, comercialmente disponible en la zona metropolitana.

a.2 Agregados: Los agregados propuestos a emplear se refieren a los utilizados en la zona Metropolitana.

- Grava de la Mina TRIVAMEX; del tipo de grava semitriturada clasificación petrográfica andesita; color azul.

- Arena de la Mina TRIVAMEX; tipo de arena Natural; clasificación petrográfica Andesita; color gris.

a.3 Agua para los concretos: Para obtener las muestras residuales tratadas, de las plantas e instalaciones del Sistema de Tratamiento y Reuso que obtienen estas Aguas Residuales Tratadas, se seleccionaron tres, de las trece existentes:

PLANTAS EXISTENTES

- 1.- CHAPULTEPEC
- 2.- CIUDAD DEPORTIVA
- 3.- COYOACAN
- 4.- SAN JUAN DE ARAGON
- 5.- CERRO DE LA ESTRELLA
- 6.- BOSQUES DE LAS LOMAS
- 7.- ACUEDUCTO DE GUADALUPE
- 8.- TLATELOLCO
- 9.- EL ROSARIO AZCAPOTZALCO
- 10.-SAN LUIS TLAXIAL TEMALCO
- 11.-RECLUSORIO SUR

PLANTAS SELECCIONADAS

- 
- CIUDAD DEPORTIVA
- 
- SAN JUAN DE ARAGON
- CERRO DE LA ESTRELLA
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

12.-COLEGIO MILITAR

13.-IZTACALCO

-----  
-----

Las tres plantas (DEPORTIVA, ARAGON Y CERRO DE LA ESTRELLA) se eligieron tomando en cuenta su capacidad y el nivel de contaminación. Cabe señalar que la calidad del agua residual tratada con respecto a sus valores obtenidos, no satisface los requisitos en cuanto a aceites y grasas, comparativamente con los reglamentos de las normas vigentes, resultados presentados al inicio de actividades (Tabla No.3). Adicionalmente y como muestra testigo se consideró agua potable proveniente de la zona de Mixcoac, particularmente del domicilio de una Empresa premezcladora.

## b) Diseños propuestos

Para el diseño de las proporciones de las mezclas de concreto se tomaron como base las consideraciones Técnicas del ACI-211.1-81 PRACTICA PARA DOSIFICAR CONCRETO NORMAL, CONCRETO PESADO Y CONCRETO MASIVO. Obviamente considerando las propiedades de los agregados del banco TRIVAMEX. Asimismo, como características determinantes para las mezclas siguientes:

**AGUA:** El agua potable testigo se calcularía de tal manera de mantener una consistencia medida por el revenimiento de 14 cm con tolerancia en más o menos 1 cm sin la inclusión de algún tipo de aditivo. El agua potable testigo se mantendrá constante y sólo variará la cantidad de Agua Residual Tratada de las tres plantas (Aragón, Deportiva y C.de la Estrella) que se agrega para obtener la consistencia mencionada.

**RESISTENCIA:** Para calcular el efecto de la cantidad de agua adicionada a las proporciones de las mezclas; en el diseño se varió la cantidad de cemento en 75 kg/por metro cúbico a llegar a 450 kg/m<sup>3</sup> es decir, las cantidades de cemento analizadas para mezclas son: 150, 225, 300, 375 y 450 kg/m<sup>3</sup>

Que equivalen a resistencias de proyecto estimadas del orden de 100, 150, 250, 300 y 350 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

## c) PRUEBAS

Con respecto a las pruebas de laboratorio se eligieron las siguientes:

**EN MORTEROS:** Tiempos de fraguado Vicat (NOM C-59)  
Resistencia a la compresión en cubos (NOM C-61)  
Barra para prueba de expansión (NOM C-173)

**EN CONCRETO FRESCO:** Revenimiento (NOM C-156)  
Peso Volumétrico (NOM C-162)

TABLA No. 3

CALIDAD DE LOS EFLUENTES EN (PTAR)  
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

MEDIA ARITMETICA DEL PERIODO OCTUBRE - DICIEMBRE 1989.  
\* VALOR PLANTAL DEL 22- FEBRERO- 1990.

PARAMETROS	C. ESTRELLA	CD. DEPORTIVA	ARAGON	C.R. CAL	C.S.R.
				MEM C- 122	1981
Sólidos en suspensión orgánicos naturales limos, arcillas	0.14	23.50	24.00	2000	2000
Sólidos en suspensión orgánicos reciclados, cementos y apurados.	0.14	23.50	24.00	50000	35000
Cloruros para concreto, con acero de refuerzo y pisa de juntas.	53.30	185.00	80.50	400	600
Cloruros para otros concretos reforzados en ambiente húmedo o en contacto con metales.	53.30	185.00	80.50	700	1000
Sulfatos *	71.00	91.00	118.00	3000	3500
Magnesio	20.40	30.10	18.25	100	150
Carbonatos y bicarbonatos sólidos expresados como CO3	144.00	402.80	287.50	600	600
Oxido de carbono disuelto, como CO2	-----	-----	5.40	5	3
Alcalía totales como Na*	84.10	222.10	136.80	300	450
Total de impurezas en solución.	509.50	958.00	654.80	3500	4000
Grasas o / y aceites mg/lit	9.75	8.50	22.40	0	0
O.C.M.A. (Materia orgánica*)	7.50	11.70	22.50	150	150
pH	7.60	7.70	7.99	>6	>6.5

C.R. CAL = CEMENTOS RICOS EN CAL  
C.S.R. = CEMENTOS SULFATO RESISTENTES

NO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES. VALORES MAXIMOS

TABLA No. 3a

SITIO DE MUESTREO:

EFLUENTE DE PTAR OCTUBRE - DICIEMBRE 1989

(MEDIA ARITMETICA)

PLANTAS	mg/l										
	SOLIDOS EN SUSPENSION mg/l	CLORUROS mg/l	SULFATOS mg/l	MAGNESIO	CARBONATOS Y BICARBONATOS ALCALINOS	DIOXIDO DE CARBONO DISUELTO	SODIO	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES	GRASAS Y ACEITES	ODM	PH
El Rosario	8.4	60.4	56.0	23.4	253	6.67	114.3	618.10	15.0	8.4	7.9
San Juan de Aragón	24.0	80.5	118.0	18.3	287	5.87	136.8	654.30	22.4	22.5	7.9
Coyacán	10.0	65.0	65.0	18.1	189	5.90	75.1	487.30	70.3	8.5	7.8
C.d. Deportiva	23.5	185.0	91.0	30.1	403	16.08	222.1	956.00	8.5	11.7	7.7
Acueducto de Goe.	13.7	111.3	100.0	31.9	320	8.36	162.2	668.60	129.0	6.8	8.0
Cerro de la Estrella	8.1	53.3	71.0	20.4	144	7.23	84.1	509.30	5.7	7.5	7.6
Chapultepec	7.2	31.0	40.0	8.1	126	7.97	49.9	334.60	6.8	5.7	7.5
Boyces de las Lomas		32.6	35.0	8.2	144	9.11	54.5		7.6	13.7	7.5
Ixtatelolco			62.0							6.8	
Agua Naturales:											
C. Ricos en cal	2,000										
C. Sulfatoresistentes	2,000										
Agua Recicladas:											
C. Ricos en cal	50,000										
C. Sulfatoresistentes	35,000										
C. Ricos en cal		400 700	3,000	100	600	5	300	3,500	0	150	>6
C. Sulfatoresistentes		600 1000	3,500	150	600	3	450	4,000	0	150	>6.5

ODM = Oxígeno Consumido en Medio Aéreo.

**CONCRETO ENDURECIDO: Resistencia a la compresión a 7, 28, 90 y 365 días (NOM C-83)**  
**Módulo de elasticidad a 28 y 365 días (NOM C-129)**  
**Barras para análisis por ultrasonido (ASTM C-215)**

### III.2 JUSTIFICACION (REQUISITOS POR CUMPLIR)

#### NORMA NOM C-122

Las especificaciones de la norma NOM C-122-1982 establece que las aguas para emplearse en la elaboración y curado del concreto hidráulico, excluyendo el agua de mar, debe cumplir con los requisitos que aparecen en la tabla No.1 del capítulo II. Además señala que el agua cuyo análisis muestre que excede alguno o algunos de los límites de dicha Tabla se puede utilizar si se demuestra que en concretos de características semejantes elaborados con esta agua, han causado un comportamiento satisfactorio a través del tiempo en condiciones similares de exposición. Por otro lado, también se anota que cuando se sospeche que la interacción de los componentes de los ingredientes del concreto (agua, cemento, agregados, aditivos) puede producir resultados adversos, se debe hacer los estudios y pruebas que se estimen necesarios con la debida anticipación.

#### REGLAMENTOS DE CONSTRUCCION D.D.F.

El Reglamento de Construcción del D.D.F., a través de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto de Noviembre de 1987, señala al respecto que el agua de mezclado deberá ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NOM C-122. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no deberá emplearse.

#### REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES ACI-318-83

El reglamento de Construcciones de Concreto Reforzado del ACI-318-83 con relación al agua para la elaboración del concreto, establece lo siguiente:

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas para el concreto o el refuerzo.
- Cuando son excesivas las impurezas en el agua de mezclado pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la estabilidad del volumen (cambio de longitud), sino que también puede provocar eflorescencia o corrosión en el

refuerzo. Siempre que sea posible, debe evitarse el agua con altas concentraciones de sólidos disueltos.

- El agua de mezclado para concreto presforzado o para concreto que contenga elementos de aluminio ahogados, incluyendo la parte del agua de mezclado con la que contribuye la humedad libre de los agregados no debe contener cantidad perjudicial de iones de cloruros.

- No deberá utilizarse agua no potable en el concreto, a menos que se cumplan con las siguientes condiciones:

a) La selección de las proporciones del concreto debe basarse en mezclas de concreto utilizando agua de la misma fuente.

b) Los cubos de mortero para pruebas, hechos con agua no potable, deben tener resistencias iguales a los 7 y 28 días de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechos con agua potable. La comparación de la prueba de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado preparados y aprobados de acuerdo a la ASTM C-109 (NOM C-61).

## CAPITULO IV

## ELABORACION DE LAS MEZCLAS

## IV. MATERIALES

Las Tablas 4 y 5 contienen los resultados del análisis físico de la arena y la grava procedente de la Mina Trivamex, donde se indica la densidad, absorción, granulometría, pesos volométricos, contracción lineal y pérdida por lavado; para la arena se aprecia que el contenido de finos (material menor de 0.075 mm) obtenido de 13.75% es superior al especificado en la norma NOM C-111 "Agregados para concreto", sin embargo en las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción del D.D.F. de noviembre de 1987 se especifica un valor máximo de 15%, con lo cual el valor obtenido de la arena se considera aceptable; en lo que respecta a la granulometría de la arena en las mallas 50 y 100 la curva se sale de sus límites especificados, no obstante el módulo de finura calculado es de 2.5, que se encuentra aceptable dentro del rango de 2.3 a 3.1 especificado; en el análisis granulométrico se observa que se encuentra dentro de los límites para tamaño del Agregado de 1" (25 mm).

La Tabla No.6 muestra el reporte del análisis físico y químico del cemento portland Tipo I de la marca Tolteca, los resultados obtenidos cumplen con los valores especificados en la norma NOM C-1.

Las Tablas 7, 8, 9 y 10 muestran los resultados obtenidos de las pruebas químicas realizadas a las muestras de agua y ensayados por la Subdirección de Desarrollo de la Dirección Técnica de la DGCOH, dichas muestras de agua corresponden a la Potable o Testigo muestreado en la Planta Premezcladora de CARSA y de las Aguas Tratadas procedentes de las plantas, Cerro de la Estrella, Ciudad Deportiva y la de San Juan de Aragón respectivamente. Cabe señalar que los valores obtenidos de las pruebas químicas se compararon con los requisitos especificados de la norma NOM C-122 "Agua para Concreto" y se aprecia que los parámetros del Oxido de carbono disuelto como  $CO_2$  y el contenido de grasas y aceites, no cumplen con los valores especificados para las plantas e inclusive los resultados del agua potable acusan valores fuera de especificaciones en estos parámetros.

## IV. 2 PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

Para el diseño de las proporciones de las mezclas de concreto se tomaron como base las consideraciones del ACI-211.1 relativo a diseño de mezclas y las propiedades de los agregados de la Mina Trivamex. Cabe hacer mención que en los diseños se varió el contenido de cemento para cada mezcla en 150, 225, 300, 375 y 450

TABLA No.4

REPORTE ANALISIS DE ARENA

Fecha : 2-MAYO-1960  
 Analisis No. : \_\_\_\_\_  
 Mina : TRIVAMEX  
 Localidad : \_\_\_\_\_

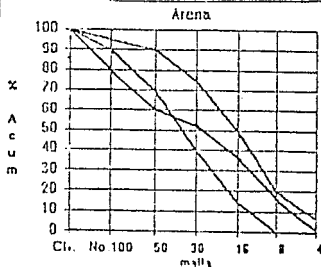
Tipo de arena : NATURAL  
 Clasificación petrográfica : ARENISTA  
 Color : GRIS

Densidad 1=	$\frac{P_{ss}}{\text{Volumen}}$	=	$\frac{500}{208}$	= 2.40 gr/cm <sup>3</sup>
Abs. 1=	$\frac{P_{ss}-P_s}{P_s}$	=	$\frac{200-190}{190}$	= 5.26%
Hum. 1=	$\frac{Ph-P_s}{P_s}$	=	$\frac{200-190.2}{190.2}$	= 5.15 %

Densidad 2=	$\frac{P_{ss}}{\text{Volumen}}$	=	$\frac{500}{208}$	= 2.40 gr/cm <sup>3</sup>
Abs. 2=	$\frac{P_{ss}-P_s}{P_s}$	=	$\frac{200-189.4}{189.4}$	= 5.6%
Hum. 2=	$\frac{Ph-P_s}{P_s}$	=	$\frac{200-190.4}{190.4}$	= 5.04 %

Malla	Peso Ret.	Peso Ret. (%)	Peso Acum. (%)	% Acum.
No. 4	22			
No. 8	183	18.71	18.71	18.71
No. 16	179	18.3	37.01	55.72
No. 30	155	15.85	52.86	108.58
No. 50	75	7.67	60.53	169.11
No. 100	199	20.35	80.88	249.99
No. 200	87	8.9	89.78	
Charola	160	10.22	100	

Densidad :	2400	kg/m <sup>3</sup>
Almorción :	5.43	%
Humedad :	5.1	%
Peso Vol. suelta :	1446	kg/m <sup>3</sup>
Peso Vol. compacto :	1686	kg/m <sup>3</sup>
Contracción lineal :	0	%
Contaminación de G. en A. :	2.7	%
Pérdida por lavado :	13.75	%
Módulo de finura :	2.5	adm.



Observaciones Material para realizar estudios del efecto del agua tratada en el concreto promezado.

Realizó : \_\_\_\_\_ Revisó : \_\_\_\_\_



**TABLA No. 5**  
**REPORTE ANALISIS DE GRAVA**

Fecha : 2-MAYO-1990  
 Análisis No. : \_\_\_\_\_  
 Mina : TRIVANEX  
 Localidad : \_\_\_\_\_

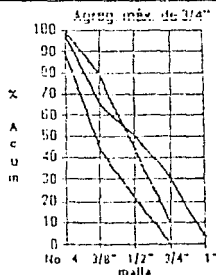
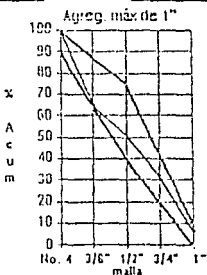
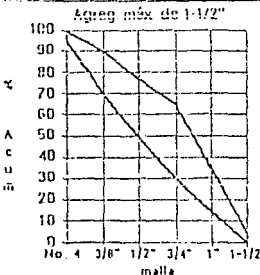
Tipo de arena : Semiritundia  
 Clasificación petrográfica : Artesita  
 Color : azul

Densidad 1=	$\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{2000}{850}$	$= 2.35 \text{ gr/cm}^3$
Abn. 1=	$\frac{\text{Pasa-Pa}}{\text{Pa}} = \frac{3000-2000}{2000}$	$= 4.17 \%$
Hum. 1=	$\frac{\text{Ph-Pa}}{\text{Pa}} = \frac{3000-2940}{2940}$	$= 2.04 \%$

Densidad 2=	$\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}} = \frac{2000}{870}$	$= 2.30 \text{ gr/cm}^3$
Abn. 2=	$\frac{\text{Pasa-Pa}}{\text{Pa}} = \frac{3000-2500}{2500}$	$= 4.17\%$
Hum. 2=	$\frac{\text{Ph-Pa}}{\text{Pa}} = \frac{200-190.4}{190.4}$	$= 2.04 \%$

Malla	Peso Ret.	Peso Ret. (%)	Peso Acum. (%)	% Acum.
1 1/2"				
1"	530	4.07	4.07	4.07
3/4"	2750	27.24	31.31	35.60
1/2"	1660	19.73	51.04	87.42
3/8"	1260	15.29	66.33	154.25
No. 4	2600	33.17	100	254.25
Charola	1070			

Densidad :	2330	kg/m <sup>3</sup>
Absorción :	4.17	%
Humedad :	2.04	%
Peso Vol. suelta :	1419	kg/m <sup>3</sup>
Peso Vol. compacto :	1617	kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de forma :	0.38	Adim.
Contaminación de G. en A.	18.9	%
Módulo de figura :	7.34	Adim.



**Observaciones** Material para realizar estudios del efecto del agua tratada en el concreto premezclado.

Realizó : \_\_\_\_\_ Revisó : \_\_\_\_\_

TABLA No. 6

PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS DE CEMENTO.

TIPO DE CEMENTO FABRICANTE O MARCA		TIPO I	ESPECIFICACIONES NOM C-2
ANALISIS QUIMICO	SILICE (SiO <sub>2</sub> )	20.2	
	ALUMINA (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.0	
	OXIDO FERRICO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.0	
	CAL COMBINADA (CaO <sub>c</sub> )	63.2	
	CAL LIBRE (CaO <sub>l</sub> )	1.2	
	MAGNESIA (MgO)	1.1	MAX 5.0 %
	ANHIDRIDO SULFURICO (SO <sub>3</sub> )	2.8	MAX 3.5 %
	RESIDUO INSOLUBLE R. INS.	0.7	MAX 0.75%
PERDIDA POR CALCINACION P. CAL	2.2	MAX 3.0 %	
ALCALIS			
COMPUESTOS	SILICATO TRICALCICO (C <sub>3</sub> S)	52.4	
	SILICATO DICALCICO (C <sub>2</sub> S)	18.4	
	ALUMINATO TRICALCICO (C <sub>3</sub> A)	8.2	
	FERROALUMINATO TETRALCICO- (C <sub>4</sub> AF)	9.1	
ANALISIS FISICO	CONSISTENCIA NORMAL %	25.7	
	FRAGUADO INICIAL (MINUTOS)	2 H 45'	
	FRAGUADO FINAL (HORAS)	4 H 50'	
	SUPERFICIE ESP. BLAINE cm <sup>3</sup> /g	3.539	
	EXPANSION AUTOCLAVE %	0.017	
	FALSO FRAGUADO	NO (64%)	
FLUIDEZ %			
RELACION AGUA/CEMENTO		0.485	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	24 HORAS	kg/cm <sup>2</sup>	132
	3 DIAS	kg/cm <sup>2</sup>	257
	7 DIAS	kg/cm <sup>2</sup>	290
	14 Y 28 DIAS	kg/cm <sup>2</sup>	303

TABLA No. 7

RESULTADOS DE MUESTRAS DEL AGUA

SITIO DE MUESTREO: POTABLE

FECHA	GRASAS Y ACEITES	PARAMETROS mg/l													
		ALCALINIDAD		SC4	Cl	DQMA	DQO	SAAM	CO2	PH	SS.	S.T	Mg ++	Na+	K+
		CARBONATOS	BICARBONATOS												
21-V-90	45.0	0.0	57.0	16.0	6.4	0.3	1.2	0.060	4.1	7.5	4.0	132.0	6.0	12.0	3.0
29-V-90	80.0	0.0	64.0	10.4	6.0	0.6	6.2	0.037	11.0	7.2	0.0	120.0	6.0	13.0	4.8
5-VI-90	1.0	0.0	57.0	11.3	6.0	0.1	6.2	0.034	15.5	7.0	0.0	124.0	6.0	13.0	3.0
12-VI-90	5.0	0.0	62.0	10.2	6.0	0.5	4.2	0.090	6.0	7.3	0.0	120.0	6.0	13.0	3.0
18-VI-90	SM	0.0	63.0	9.7	5.8	0.8	6.9	0.030	4.0	7.5	0.0	136.0	6.0	12.0	4.0
25-VI-90	SM	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.0	12.0	3.0
29-VII-90	---	0.0	67.0	10.1	5.7	0.1	5.0	<0.02	0.5	8.2	10.0	156.0	S/M	S/M	S/M
1-VIII-90	25.0	0.0	67.0	9.1	6.3	0.1	5.4	<0.02	1.8	7.8	10.0	148.0	S/M	S/M	S/M
9-VIII-90	45.0	0.0	65.0	10.0	6.0	0.2	4.8	<0.02	1.2	7.9	6.0	84.0	S/M	S/M	S/M
PROCESO	22.3		56.0	9.7	5.4	0.3	4.4	0.6	4.9	6.7	3.3	113.3	4.0	6.3	2.2
NOXA															
VALOR MAXIMO															
Clorof. en gal.	0	600	600	3000	450	150			5	>6	2000	3500	100	300	
C. sulforetos.	0	600	600	3500	600	150			2	>6.5	2000	4000	150	450	

SC4 = Sulfatos  
 Cl = Cloruros  
 DQMA = Demanda Quimica en Medio Acido.  
 DQO = Demanda quimica de oxigeno.  
 SAAM = Detergentes  
 CO2 = Dioxido de Carbono.

S.S. = Solidos suspendidos  
 S.T. = Solidos Totales  
 Mg++ = Magnesio  
 Na+ = Sodio  
 K+ = Potasio

TABLA No. 8

RESULTADOS DE MUESTREOS DEL AGUA

SITIO DE MUESTREO: CERRO DE LA ESTRELLA

FECHA	GRASAS Y ACEITES	PARAMETROS													
		ALCALINIDAD		SO <sub>4</sub>	Cl	OXA	ODO	SAA*	CO <sub>2</sub>	PH	SS.	S.T	Mg**	Na*	K*
		CARBONATOS	BICARBONATOS												
26-VI-90	SM	---	232.0	83.0	72.0	8.1	83.0	8.250	17.0	7.4	40.1	580.0	21.1	94.3	19.0
31-VI-90	43	---	244.0	NE	70.0	11.1	128.0	4.700	24.0	7.4	1.0	858.0	20.1	158.7	30.0
7-VI-90	36.0	---	353.0	99.0	99.0	NE	109.0	15.800	20.0	7.4	40.1	784.0	20.4	161.1	27.0
13-VI-90	15.0	---	253.0	NE	38.0	8.9	97.0	7.700	42.5	7.1	40.1	6-2.0	19.3	161.6	29.0
20-VI-90	43	---	253.0	NE	73.0	6.7	80.0	6.900	8.0	7.7	40.1	450.0	10.1	102.3	18.0
27-VI-90	28.0	---	130.0	85.0	75.0	10.0	200.0	6.600	4.5	7.6	40.1	606.0	21.3	104.3	20.0
4-VII-90	40.0	---	210.0	101.0	48.0	8.0	250.0	5.100	5.5	7.8	0.1	736.0	20.2	162.3	19.0
18-VII-90	29.0	---	237.0	72.0	72.0	6.7	99.0	5.300	5.5	7.9	2.0	563.0	22.3	114.0	25.0
25-VII-90	11.0	---	216.0	110.0	81.0	9.1	144.0	6.700	2.6	8.1	4.0	412.0	20.5	95.4	19.0
PROMEDIO	17.67		237.22	61.11	69.56	7.72	127.11	7.96	14.40	7.60	0.79	602.44	20.44	128.56	22.67
AGUAS NAT.											2000				
AGUAS RECICLADAS											5000				
NOPIA															
VALOR MAXIMO															
C.rico en cal	0	600	600	3500	400	150			5	≥4	2000	3500	100	300	
C.sulfocresol.	0	600	600	3500	600	150			2	≥0.5	2000	4000	150	450	

SO<sub>4</sub> = Sulfatos  
 Cl = Cloruros  
 OXA = Oxígeno Consumido en Medio Acido.  
 ODO = Demanda química de oxígeno.  
 SAA\* = Detergentes  
 CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono.

S.S. = Sólidos suspendidos  
 S.T. = Sólidos totales  
 Mg\*\* = Magnesio  
 Na\* = Sodio Alcalís  
 K\* = Potasio

**TABLA No. 9**  
**RESULTADOS DE MUESTREOS DEL AGUA**

**SITIO DE MUESTREO:** CIUDAD DEPORTIVA

FECHA	GRASAS Y ACEITES	PARAMETROS													
		ALCALINIDAD		SO <sub>4</sub>	Cl	OCl	DOO	SAAM	CO <sub>2</sub>	PH	SS.	S.T	Mg **	Na+	K+
		CARBONATOS	BICARBONATOS												
1-VI-90	23.0	-----	315.0	97.0	107.0	NE	136.0	9.300	11.0	7.7	<0.1	796.0	20.0	115.2	21.0
13-VI-90	23.0	-----	363.0	NE	106.0	11.1	129.0	17.300	25.0	7.4	<0.1	786.0	19.3	161.6	29.0
20-VI-90	10.0	-----	306.0	NE	98.0	10.7	152.0	14.200	7.0	7.9	<0.1	790.0	20.4	177.6	31.0
27-VI-90	10.0	-----	368.0	91.0	101.0	12.7	64.0	14.100	8.0	7.8	<0.1	792.0	21.9	160.3	30.0
4-VII-90	51.0	-----	421.0	86.0	176.0	7.4	181.0	11.600	14.0	7.7	0.4	882.0	21.9	104.3	30.0
18-VII-90	12.0	-----	369.0	85.0	101.0	10.7	186.0	14.900	6.0	8.0	<.1	802.0	20.5	184.3	33.0
25-VII-90	8.0	-----	351.0	110.0	110.0	10.3	181.0	13.000	4.5	8.1	0.8	898.0	24.0	158.8	30.0
<b>PROMEDIO</b>	<b>19.6</b>		<b>353.3</b>	<b>67.0</b>	<b>114.1</b>	<b>9.0</b>	<b>147.0</b>	<b>13.5</b>	<b>10.8</b>	<b>7.8</b>	<b>0.2</b>	<b>820.9</b>	<b>21.1</b>	<b>151.7</b>	<b>29.1</b>
AQUAS															
NATURALES											2000.0				
AQUAS															
RECICLADAS											50000				
NORMA															
C.rico en cal	0	600	600	3000	400	150			5	>6	2000	3500	100	300	
C.sulfatos exist.	0	600	600	3500	600	150			2	>6.5	2000	4000	150	450	

SO<sub>4</sub> = Sulfatos

Cl = Cloruros

OCl = Oxígeno Consumido en Medio Acido.

DOO = Demanda química de oxígeno.

SAAM= Detergentes

CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono.

S.S. = Sólidos suspendidos

S.t. = Sólidos totales

Mg++ = Magnesio

Na+ = Sodio álcalis

K+ = Potasio

TABLA No.10

RESULTADOS DE MUESTREOS DEL AGUA

SITIO DE MUESTREO: SAN JUAN DE ARAGON

FECHA	GRASAS Y ACEITES	PARAMETROS													
		ALCALINIDAD		SO <sub>4</sub>	Cl	OCHA	DOO	SAAM	CO <sub>2</sub>	PH	SS.	S.T	Mg ++	Na+	K+
		CARBONATOS	BICARBONATOS												
18-VI-90	20.0	21.0	353.0	NE	112.0	10.0	96.0	13.300	1.6	8.4	<.1	749.0	23.1	181.4	34.0
20-VI-90	7.0	----	290.0	NE	108.0	12.3	231.0	13.000	4.3	8.1	<.1	786.0	21.4	169.7	34.0
27-VI-90	11.0	----	363.0	95.0	98.0	11.5	152.0	11.400	8.0	7.9	<.1	764.0	19.2	148.4	27.0
4-VII-90	15.0	----	347.0	101.0	105.0	11.0	99.0	6.700	9.0	7.8	<.1	884.0	22.4	280.4	29.0
18-VII-90	13.0	----	316.0	72.0	96.0	5.7	91.0	5.800	8.0	7.8	<.1	638.0	19.3	171.0	32.0
25-VII-90	10.0	----	262.0	121.0	119.0	16.5	148.0	8.000	9.5	7.9	<.1	818.0	20.6	146.7	29.0
1-VIII-90	19.0	----	314.0	103.0	128.0	27.0	176.0	10.600	5.5	7.9	NE	834.0	NE	NE	NE
9-VIII-90	88.0	----	378.0	76.0	115.0	8.0	208.0	4.100	8.0	6.9	<.1	842.0	20.5	138.1	28.0
PROMEDIO	20.3		291.4	63.1	97.9	11.4	133.4	8.1	6.0	7.0	0.0	701.7	16.3	137.3	23.7
AGUAS											2000				
NATURALES											50000				
RECICLADAS															
NORMA															
VALOR MAXIMO															
C.rico en cal	0	600	600	3000	400	150			5	>6	2000	3500	100	300	
C.sulforesist.	0	600	600	3500	600	150			2	>6.5	2000	4000	150	450	

SO<sub>4</sub> = Sulfatos  
 Cl = Cloruros  
 OCHA = Oxígeno Consumido en Medio Acido.  
 DOO = Demanda química de oxígeno.  
 SAAM= Detergentes  
 CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono.

S.S. = Sólidos suspendidos  
 S.t. = Sólidos totales  
 Mg++ = Magnesio  
 Na+ = Sodio álcalis  
 K+ = Potasio

kg/m<sup>3</sup> y para obtener una consistencia medida con el revenimiento de 14 cm, sin la inclusión de aditivos.

La Tabla No.11 contiene el proporcionamiento por metro cúbico de concreto, donde se indican las proporciones constantes de grava empleada, esta última considerando el revenimiento de 14 cm.

#### IV. 3 EJECUCION DE MEZCLAS

En la ejecución de las mezclas de prueba participaron los laboratorios de ICATEC, AMIC, APASCO, CARSA, COMESA, DECAR, GRUPO BAL Y LACOSA; cada laboratorio realizó pruebas de revenimiento y peso volumétrico en el concreto fresco, se elaboraron cilindros de concreto para ensayos de resistencia a la compresión a 7, 28, 90 y 365 días de edad y módulo de elasticidad a 28 y 365 días de edad.

Adicionalmente a las pruebas conjuntamente realizadas, el laboratorio de ICATEC efectuó pruebas en morteros hidráulicos, tiempos de fraguado, resistencia a compresión en cubos y barras para pruebas de expansión (1"x1"x10") pruebas en concreto endurecido como: barras de 3"x3"x10" para análisis por ultrasonido. La cantidad de mezclas por cada contenido de cemento se elaboraron cinco y se realizaron cuatro mezclas variando el tipo de agua por utilizar; en total, las mezclas realizadas fueron 20.

Las Tablas Nos. 12,13,14,15 y 16 contienen las características de los resultados obtenidos en la elaboración de las mezclas para contenidos de cemento de 150, 225, 300, 375 y 450 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, donde contiene el porcentaje de humedad en agregados (grava y arena), agua empleada en la mezcla, peso volumétrico del concreto fresco, revenimiento obtenido, temperatura del concreto y temperatura ambiente a la sombra, en el laboratorio.

Las Tablas 17,18,19,20 y 21 contienen resultados de las mezclas para cada laboratorio, donde se muestran el proporcionamiento base empleado; la cantidad y tipo de agua; la relación agua/cemento en peso; la temperatura ambiente y de la mezcla; el cálculo de los volúmenes de agregados de la pasta y el aire; el revenimiento obtenido; el peso volumétrico teórico y el real. El proporcionamiento base anotado con respecto al real varió tal como se muestra en el ANEXO No.1, debido a que el agua se tendría que ajustar al revenimiento de 14 cm, por tal motivo acusó variaciones en las cantidades reales para el metro cúbico; esto puede observarse con el cálculo de los volúmenes absolutos de agregados y pasta y considerando el volumen de cemento real para obtener el contenido de aire en la mezcla para un metro cúbico de concreto.

Conviene señalar que las aguas provenientes de las plantas de tratamiento de Deportiva y Aragón después de dos días presentaban signos de fermentación, es decir algunas partículas tienen cierto tipo de coagulación con cambio de coloración de verde a café.



**TABLA No.11**

**TABLA DE PROPORCIONAMIENTO POR METRO CUBICO DE CONCRETO**

CONCEPTOS	No. DE MEZCLAS				
CEMENTO (kg) T-1 Tolteca	150	225	300	375	450
AGUA (Lt)	*	*	*	*	*
GRAVA (kg) Trivamex	630	796	858	862	854
ARENA (kg) Trivamex	1091	901	795	723	666
Relación Agua/Cemento	1.624	1.062	0.798	0.663	0.566
Relación Grava/Arena (absoluta)	0.472	0.684	0.809.	0.879	0.932
Porcentaje Grava (absoluto)	0.32	0.406	0.447	0.468	0.482
Relación Grava/Arena (Dosificada)	0.589	0.902	1.101	1.218	1.308
Porcentaje Grava (Dosificado)	0.371	0.474	0.524	0.549	0.567
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )					

**NOTAS:**

\* El agua de mezcla se varió hasta obtener una consistencia 14 +/-1cm de revenimiento, dichas aguas a emplear son:  
Potable, Agua tratada C.Estrella, Cd.Deportiva, y San Juan de Aragón.

TABLA No.12

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PROPORCIONAMIENTO DE 150 kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA		1	2	3	4
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	0.43	0.43	0.43	0.43
	ARENA	2.35	2.80	1.44	4.00
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m <sup>3</sup> )		267	270	233	259
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )		2165	2122	2103	2105
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)		13.5	14.0	14.0	15.0
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C		23	24	25	23
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C		25	26	26	25

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C. ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON

TABLA No.13

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PROPORCIONAMIENTO DE 225 kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA No.-		1	2	3	4
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	0.43	1.65	0.43	2.29
	ARENA	2.45	2.45	3.25	2.88
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m <sup>3</sup> )		274	270	230	261
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )		2150	2160	2152	2187
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)		16.0	16.0	13.5	13.0
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C		21	25	23	23
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C		25	26	25	24

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C. ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON

TABLA No.14

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PPOPORCIONAMIENTO DE 300 kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA No.-		1	2	3	4
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	2.70	0.45	0.41	2.35
	ARENA	3.54	2.29	3.10	2.40
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m <sup>3</sup> )		300	296	261	272
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )		2190	2180	2152	2104
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)		15.0	15.0	14.5	14.0
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C		22	24	23	23
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C		26	27	25	24

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C.ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON

TABLA No.14

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PPOPORCIONAMIENTO DE 300 kg/m3 DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA No.-	1	2	3	4	
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	2.70	0.45	0.41	2.35
	ARENA	3.54	2.29	3.10	2.40
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m3)	300	296	261	272	
PESO VOLUMETRICO (kg/m3)	2190	2180	2152	2104	
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)	15.0	15.0	14.5	14.0	
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C	22	24	23	23	
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C	26	27	25	24	

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C.ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON

TABLA No.15

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PROPORCIONAMIENTO DE 375 kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA No. -	1	2	3	4	
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	0.43	0.43	0.41	2.04
	ARENA	2.29	2.29	3.20	1.42
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m <sup>3</sup> )	281	236	287	240	
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )	2180	2204	2159	2155	
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)	14.0	16.0	14.0	13.0	
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C	23	24	23	24	
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C	27	26	24	25	

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C. ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON

TABLA No.16

ELABORACION DE MEZCLAS PARA UN PROPORCIONAMIENTO DE 450 kg/m<sup>3</sup> DE CEMENTO, PARA LOS CUATRO DIFERENTES TIPOS DE AGUAS.

MEZCLA No.-		1	2	3	4
% DE HUMEDAD EN AGREGADOS	GRAVA	0.43	0.43	0.41	0.58
	ARENA	2.27	2.29	1.95	1.42
AGUA QUE SE EMPLEA EN LA MEZCLA (Lt/m <sup>3</sup> )		293	280	273	268
PESO VOLUMETRICO (kg/m <sup>3</sup> )		2187	2179	2172	2176
REVENIMIENTO OBTENIDO (cm)		15.0	15.0	14.0	15.0
TEMPERATURA DEL CONCRETO °C		24	25	25	23
TEMPERATURA AMBIENTE A LA SOMBRA °C		26	27	26	24

NOMENCLATURA :

- 1.- AGUA POTABLE
- 2.- AGUA TRATADA C.ESTRELLA
- 3.- AGUA TRATADA C.d. DEPORTIVA
- 4.- AGUA TRATADA SAN JUAN DE ARAGON





TABLE No.18

RESULTADOS OBTENIDOS CON MEZCLAS CON 225 kg/m3 DE CEMENTO, CON LOS CUATRO TIPOS DE AGUAS ANALIZADAS.

LABORATORIO	Propiedades de los agregados				AGUA DE LA ZONA		EXTRACCION DE AGUAS		ANALISIS DE AGUAS					PHENOLIC		RELACION		RESISTENCIA A LA COMPRESION		MODULO DE ELASTICIDAD		
	SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB		SAB	
	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3	kg/m3
CITEC	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
CITEC	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
CITEC	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
CITEC	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211
	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211	211

W/C RELACION AGUA CEMENTO  
 W = MEZCLADO  
 P = DATA PROVISION  
 PWR = PWR NO VOLUMETRIC TEST  
 PWT = PWR VOLUMETRIC TESTED







## CAPITULO V

## RESULTADOS DE LOS CONCRETOS Y MORTEROS

## V.1 CONCRETO FRESCO

## a) Contenido de aire

Las Tablas 17,18,19,20 y 21 contienen datos de volúmenes absolutos obtenidos de las proporciones de materiales ajustados de acuerdo a la cantidad requerida de consumo de agua para las mezclas. El contenido de aire reportado se calculó sumando el volumen de agregados más el volumen de pastas (agua más cemento) y restando al metro cúbico. Por lo que se elaboró la Tabla No.22 con objeto de evaluar los resultados de contenido de aire; para los ocho laboratorios se efectuó el promedio y la desviación estándar, haciendo la aclaración que los valores negativos no se tomaron en cuenta; en dicha Tabla se aprecia para cada contenido de cemento, un valor promedio diferente de contenido de aire, cabe mencionar que de acuerdo con el ACI-211.1 "Práctica para dosificar concreto normal" para el cálculo de las proporciones de la mezcla se recomienda un valor de 1.5 a 2.0%; las variaciones registradas son las siguientes: para el agua Potable de 1.18 a 2.25%; Cerro de la Estrella es de 1.52 a 2.99%; Ciudad Deportiva es de 1.90 a 4.0%; San Juan de Aragón es de 2.40 a 4.91%; conviene señalar que a mayor contenido de cemento el volumen de aire es mayor y a menor contenido de cemento se disminuye el contenido de aire; también se hace hincapié que el contenido de aire para concretos con aguas tratadas de las Plantas Deportiva y Aragón se incrementa de 50 a 100% y de 100 a 100% respectivamente, mientras que para el del Cerro de la Estrella se aumenta sólo del 10 al 30%.

## b) Peso volumétrico

En la Tabla No.23 se consignan los pesos volumétricos del concreto fresco obtenidos de acuerdo al método de prueba de la NOM C-160, donde se indica el promedio y desviación estándar de las pruebas de los ocho laboratorios para cada tipo de agua y cada contenido de cemento; se observa que los valores obtenidos con relación al agua potable, acusan una ligera disminución principalmente de las aguas de Deportiva y Aragón con un valor de 2 a 3%.

## c) Revenimiento

La consistencia del concreto se midió con el revenimiento de acuerdo al método de prueba de la NOM C-156, y las mezclas se efectuaron para un revenimiento de 14 cm con una tolerancia de más o menos un centímetro; aunque en tres mezclas de 20 se obtuvo un revenimiento de 16 cm que se excedió en la tolerancia

recomendada de 1 cm, esta variación no tiene efecto significativo en el resultado final del concreto, ya que se realizó el ajuste correspondiente a la mezcla.

## V.2 CONCRETO ENDURECIDO

### a) Resistencia a la compresión

Con relación a la resistencia a la compresión, las Tablas 17,18,19,20 y 21 contienen los resultados obtenidos a 7,28 y 90 días de edad, valores promedio de dos ensayos de especímenes cilíndricos estándar; para obtener una evaluación, la Tabla No.24 muestra los valores a las tres edades mencionadas, donde se aprecian como variantes, el consumo de cemento, los valores de ICATEC comparados con el promedio y desviación estándar de los ocho laboratorios y la procedencia del agua empleada en los concretos.

Como puede observarse los valores obtenidos para el agua potable se consideraron el 100% con esta relación en general, se acusa una disminución de resistencias para las aguas de Deportiva y Aragón, son más evidentes y determinantes; es decir, el efecto es significativo.

### b) Módulo de elasticidad

La Tabla No.25 contiene los resultados de módulo de elasticidad del concreto, determinado de acuerdo con el método de prueba de la NOM C-128, donde se señala el contenido de cemento, los tipos de agua o procedencia empleados, los resultados de ICATEC comparativamente con el promedio y la desviación estándar de los ocho laboratorios, así como también la relación de valores considerando el 100% a los valores obtenidos en el agua Potable y se acusa una disminución del módulo de elasticidad de hasta un 15%.

## V.3 MORTEROS

Con objeto de obtener un parámetro de comparación de acuerdo con las recomendaciones del ACI-318-83 y la especificación METRO VOL 3 1987 se realizaron pruebas en mezclas de morteros hidráulicos, de resistencia a la compresión en cubos, de acuerdo a los procedimientos de prueba indicados en la norma NOM C-61 y de tiempos de fraguado Vicat, según lo indica la norma NOM C-59.

La Tabla No.26 muestra los resultados obtenidos de las pruebas en morteros hidráulicos. Para la resistencia a la compresión las edades de prueba fueron a 7,28, y 90 días, los resultados obtenidos del agua potable se consideraron al 100% y con ello se observa que las tres aguas analizadas, sólo la de San Juan de Aragón resultó inferior al valor especificado, sin embargo a 90

**TABLA No. 22**

**RESULTADOS DE CONTENIDO DE AIRE EN LAS MEZCLAS EN PORCENTAJES.**

**CONTENIDO DE CEMENTO 150 kg/m<sup>3</sup>**

TIPO DE AGUA	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	2,25	1,20
	100%	
C. ESTRELLA	2,99	1,03
	132%	
C. DEPORTIVA	4,00	1,51
	178%	
ARAGON	4,91	2,18
	218%	

**CONTENIDO DE CEMENTO 225 kg/m<sup>3</sup>**

TIPO DE AGUA	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	2,08	0,9
	100%	
C. ESTRELLA	2,31	0,94
	111%	
C. DEPORTIVA	3,21	1,44
	154%	
ARAGON	4,17	1,17
	200%	

**CONTENIDO DE CEMENTO 300 kg/m<sup>3</sup>**

TIPO DE AGUA	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	1,76	0,73
	100%	
C. ESTRELLA	1,91	1,25
	109%	
C. DEPORTIVA	3,10	1,57
	176%	
ARAGON	3,43	1,22
	195%	

**CONTENIDO DE CEMENTO 375 kg/m<sup>3</sup>**

TIPO DE AGUA	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	1,2	0,61
	100%	
C. ESTRELLA	1,57	0,86
	131%	
C. DEPORTIVA	2,5	1,69
	208%	
ARAGON	2,9	1,09
	242%	

**CONTENIDO DE CEMENTO 450 kg/m<sup>3</sup>**

TIPO DE AGUA	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	1,18	0,76
	100%	
C. ESTRELLA	1,51	0,90
	128%	
C. DEPORTIVA	1,90	1,20
	161%	
ARAGON	2,40	0,99
	203%	

NOTA :

El contenido de aire, está calculado por volumen de acuerdo con las cantidades de materiales del proporcionamiento ACI - 211.1

% Porcentaje con respecto al testigo. ( agua potable ).

TABLA No.23

RESULTADOS DEL PESO VOLUMETRICO REAL EN CONCRETO FRESCO (NOM C-160) kg/m<sup>3</sup>.

CONTENIDO DE CEMENTO 150 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE :	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
	2165	2125	22.51
POTABLE	100%	100%	
	2122	2090	20.71
C. ESTRELLA	98%	95%	
	2103	2069	25.80
DEPORTIVA	97%	97%	
	2105	2062	24.81
ARAGON	97%	97%	

CONTENIDO DE CEMENTO 300 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE :	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
	2120	2104	18.24
POTABLE	100%	100%	
	2120	2129	21.31
C. ESTRELLA	99%	99%	
	2152	2133	11.91
DEPORTIVA	98%	98%	
	2104	2121	22.81
ARAGON	98%	98%	

CONTENIDO DE CEMENTO 450 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE :	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
	2187	2179	10.10
POTABLE	100%	100%	
	2179	2167	15.90
C. ESTRELLA	99%	99%	
	2172	2150	22.00
DEPORTIVA	99%	98%	
	2176	2148	17.49
ARAGON	99%	98%	

CONTENIDO DE CEMENTO 225 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE :	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
	2150	2168	19.21
POTABLE	100%	100%	
	2180	2128	20.21
C. ESTRELLA	100%	99%	
	2152	2108	32.61
DEPORTIVA	99%	99%	
	2137	2105	43.00
ARAGON	100%	99%	

CONTENIDO DE CEMENTO 375 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE :	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
	2180	2167	15.70
POTABLE	100%	100%	
	2204	2165	22.11
C. ESTRELLA	100%	100%	
	2159	2155	10.11
DEPORTIVA	99%	99%	
	2155	2140	11.20
ARAGON	99%	99%	



TABLA No. 24

RESULTADOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION EN LAS MEZCLAS ANALIZADAS (NOM C-83).

CONTENIDO DE CEMENTO 150 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC			PROMEDIO $\bar{x}$			DESVIACION ESTANDAR		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias
POTABLE	56.00	86.00	111.00	65.50	92.00	108.00	9.6	7.6	13.67
	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
C.ESTRELLA	54.00	92.00	106.00	65.00	93.00	112.00	6.82	9.67	12.96
	92%	106%	97%	92%	101%	104%			
DEPORTIVA	49.00	75.00	92.00	60.50	74.60	108.00	7.2	7.34	14
	80%	87%	84%	91%	92%	100%			
ARAGON	51.00	97.00	105.00	74.00	90.25	113.75	9.86	7.90	13.82
	71%	111%	80%	90%	98%	105%			

CONTENIDO DE CEMENTO 205 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC			PROMEDIO $\bar{x}$			DESVIACION ESTANDAR		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias
POTABLE	106.00	153.00	203.00	137.00	171.00	232.00	21.8	21.6	21.1
	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
C.ESTRELLA	111.00	149.00	177.00	133.00	172.00	210.00	16.3	24.2	32.8
	105%	90%	79%	97%	91%	91%			
DEPORTIVA	101.00	127.00	178.00	123.00	162.00	198.00	11.8	21.4	21.8
	95%	83%	80%	90%	85%	85%			
ARAGON	154.00	178.00	217.00	185.00	176.00	219.00	17.3	13.7	19.4
	145%	116%	97%	99%	92%	94%			

CONTENIDO DE CEMENTO 300 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC			PROMEDIO $\bar{x}$			DESVIACION ESTANDAR		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias
POTABLE	201.00	201.00	256.00	211.00	262.00	315.00	16.24	30.1	31.75
	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
C.ESTRELLA	175.00	199.00	243.00	202.00	259.00	302.00	17.37	27.39	33
	87%	99%	85%	91%	94%	94%			
DEPORTIVA	176.00	240.00	276.00	199.00	245.00	276.00	26	27	20.76
	88%	119%	97%	90%	94%	91%			
ARAGON	145.00	192.00	241.00	194.00	232.00	298.00	24.8	33.86	39.37
	97%	66%	81%	97%	84%	71%			

**TABLA No. 24**

**RESULTADOS DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION EN LAS MEZCLAS ANALIZADAS (NOM C-83).**

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC			PROMEDIO $\bar{x}$			DESVIACION ESTANDAR		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias
POTABLE	262.00	310.00	386.00	266.50	337.50	392.40	24.2	22.4	20.7
	10%	10%	100%	100%	100%	100%			
C. ESTRELLA	255.00	270.00	327.00	265.50	326.50	370.00	20.2	34.2	37.2
	10%	8%	8%	100%	96%	94%			
DEPORTIVA	162.00	257.00	276.00	238.80	303.00	353.10	39.2	42.2	40
	7%	8%	71%	90%	90%	90%			
ARAGON	188.00	238.00	295.00	242.30	298.80	351.00	29.5	30.9	32.9
	7%	7%	77%	91%	80%	90%			

CONTENIDO DE CEMENTO 450 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC			PROMEDIO $\bar{x}$			DESVIACION ESTANDAR		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias	7 Dias	28 Dias	90 Dias
POTABLE	272.00	341.00	390.00	305.00	370.00	422.00	20.28	21.52	30.67
	100%	100%	100%	100%	100%	100%			
C. ESTRELLA	269.00	289.00	368.00	296.00	367.00	415.00	41.36	45.32	39.6
	99%	8%	94%	97%	99%	98%			
DEPORTIVA	230.00	328.00	354.00	277.00	342.00	395.00	25.45	22	25
	8%	9%	91%	91%	92%	94%			
ARAGON	203.00	266.00	312.00	276.00	344.00	395.00	35.4	35.8	45.16
	7%	7%	80%	90%	93%	94%			

TABLA No.25

RESULTADOS DE MODULOS DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO A 28 DIAS DE EDAD ( NOM C-129 ).

CONTENIDO DE CEMENTO 150 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	129,041	115,490	8,350
	100%	100%	
C.ESTRELLA	109,268	99,743	23,234
	85%	86%	
DEPORTIVA	119,301	110,734	13,545
	92%	95%	
ARAGON	129,118	109,437	13,551
	100%	94%	

CONTENIDO DE CEMENTO 225 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	144,935	149,154	7,409
	100%	100%	
C.ESTRELLA	146,845	145,784	16,424
	101%	93%	
DEPORTIVA	145,821	138,224	8,704
	101%	93%	
ARAGON	149,256	139,727	9,223
	100%	94%	

CONTENIDO DE CEMENTO 300 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	167,429	167,523	10,725
	100%	100%	
C.ESTRELLA	159,277	166,461	7,971
	98%	99%	
DEPORTIVA	156,566	154,175	6,206
	97%	92%	
ARAGON	146,293	150,656	11,898
	90%	90%	

CONTENIDO DE CEMENTO 375 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	193,023	170,013	14,515
	100%	99%	
C.ESTRELLA	175,731	177,165	13,712
	97%	100%	
DEPORTIVA	183,893	164,406	12,557
	92%	98%	
ARAGON	163,514	158,157	7,317
	86%	93%	

CONTENIDO DE CEMENTO 450 kg/m<sup>3</sup>

AGUA PROCEDENTE DE:	ICATEC	PROMEDIO $\bar{x}$	DESVIACION ESTANDAR.
POTABLE	181,437	176,683	5,328
	100%	100%	
C.ESTRELLA	170,427	175,498	6,431
	94%	99%	
DEPORTIVA	177,642	171,862	7,531
	98%	97%	
ARAGON	167,119	164,805	9,600
	93%	93%	

TABLA No.26

RESISTENCIAS A LA COMPRESION EN CUBOS (NOM C-61).  
 RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EN MORTEROS -  
 HIDRAULICOS.

AGUA PROCEDENTE DE:	EDAD DE PRUEBA.		
	7 Dias	28 Dias	90 Dias
	240.00	390.00	495.00
POTABLE	100%	100%	100%
	264.00	372.00	414.00
C. ESTRELLA	110%	95%	84%
	264.00	392.00	416.00
DEPORTIVA	110%	101%	84%
	236.00	266.00	440.00
ARAGON	98%	68%	89%
ESPECIFICACION ACI-318-83 VALOR MINIMO.	90%	90%	NO TIENE

NOTA: RESULTADO PROMEDIO DE DOS ESPECIMENES  
 3/4 PORCENTAJE CON RESPECTO AL AGUA POTABLE.

TIEMPOS DE FRAGUADO VICAT (NOM C-59).

AGUA PROCEDENTE DE:	TIEMPOS EN HORAS		MINUTOS DIFERENCIA.
	FRAG. INICIAL	FRAG. FINAL	
	2:00	3:00	1
POTABLE	---	---	---
	2:00	2:30	0:3
C. ESTRELLA	0:00	-0:3	
	1:48	2:15	0:33
DEPORTIVA	-0:12	-0:45	
	2:19	3:00	0:41
ARAGON	0:19	0:00	
ESPECIFICACION METRO VOL.3 1987	+/- 0:45	+/- 0:45	

días de edad se acusa una variación hacia abajo del 90%, comparativamente con los valores especificados a 7 y 28 días, aunque a 90 días el valor no esté especificado. En lo que se relaciona con los tiempos de fraguado Vicat los resultados acusan variaciones normales dentro de los valores comparados con las especificaciones del METRO Vol.3 1987.

#### V.4 PRUEBAS ESPECIALES TENTATIVAS

Las pruebas especiales tentativas se refieren a especímenes de vigas para las pruebas de expansión y contracción, detectan cambios de longitud; estos métodos tienen el objeto de establecer un procedimiento para determinar el cambio de longitud de concreto o mortero hidráulico, debido a causas que no sean la aplicación de fuerzas externas y cambios de temperatura, es lo suficientemente restrictivo para usarse como base de ensayos de aceptación, pero puede adaptarse, si se desea, para estudios de cambios volumétricos que impliquen planes de trabajo o condiciones ambientales diferentes de los establecidos en este método.

La prueba de velocidad ultrasónica, mide las ondas longitudinales dentro del concreto y determina cualitativamente la homogeneidad, agrietamiento, deterioro y el módulo de elasticidad del concreto.

La tabla No.27 contiene resultados obtenidos de contracción por secado en especímenes de vigas de 3"x3"x10", realizados bajo los procedimientos de la Norma NOM C-173, las variables anotadas son el consumo de cemento y tipo de agua empleada; se observa que se define un rango con la pareja de pruebas efectuados para cada tipo de agua y comparándolos entre las aguas analizadas, se encuentra un incremento significativo que varía de 5 a 15% para las aguas tratadas, con relación al agua potable.

La Tabla No.28 muestra los resultados obtenidos de las pruebas de expansión en vigas de 1"x1"x11", realizados de acuerdo con el método de prueba NOM C-173, las lecturas se llevaron a cabo a 1,7,14,28 y 56 días de edad para las aguas potables, Cerro de la Estrella, Cd. Deportiva y Aragón, los valores de la deformación unitaria muestran variaciones indefinidas, para obtener conclusiones determinantes; sin embargo, el agua potable y la de C. de la Estrella presentan una tendencia similar, aunque dos valores del agua de C. de la Estrella sean negativos.

La Tabla No.29 contiene los resultados de las pruebas de velocidad del pulso ultrasónico de acuerdo con el método de prueba ASTM C-215 con consumos de cemento de 225 y 450 kg/m<sup>3</sup> y con las aguas analizadas: Potable, C.de la Estrella, Cd.Deportiva y Aragón; para esta prueba se tomó el promedio de cuatro especímenes, para el caso del agua potable los valores se relacionaron al 100% con objeto de hacer las comparaciones entre las aguas analizadas. Se observa que la variación de los valores

de estas aguas residuales tratadas llega a un 10% menor, valor no definido, ya que se requieren de más pruebas realizadas a periodos de 28,56,90 y un año, para poder definir este parámetro; para aguas tratadas, cabe señalar que esta prueba generalmente se utiliza para determinar la homogeneidad, agrietamiento y/o deterioro del concreto, los valores de pulso ultrasónico demuestran que existe en el concreto realizado con agua tratada, una reducción en el pulso o frecuencia debida a alguna forma de falta de homogeneidad del concreto.

TABLA No.27

VALORES CORRESPONDIENTES DE CONTRACCION POR SECADO EN BARRAS DE CONCRETO (NOM C-173).

Consumo de cemento kg/m3	Agua potable		C. Estrella		Cd. Deportiva		Aragón	
	150	375	225	375	225	450	225	450
VALORES	.00066	.00036	.00071	.00045	.00083	.00099	.00055	.00296
	.00057	.00048	.00071	.00076	.00074	.00035	.00235	.00066
		.00079	.00101	.00067	.00039	.00067	.00095	.00209
Promedio	.00062	.00055	.00076	.00062	.00070	.00058	.00113	.00156
RANGO x10	55-62		62-76		58- 70		113-156	
PORCENTAJE DE VARIACION	100-100		113-123		105-113		205-252	

NOTA: LOS VALORES DEL AGUA POTABLE SE CONSIDERARON COMO EL 100%

**TABLA No. 28**

**EXPANSION EN BARRAS DE MORTERO. (NOM C-173)**

LONGITUD: 27.94 cms.

AGUA	LECTURA 1 día	LECTURA 7 días	LECTURA 14 días	LECTURA 28 días	LECTURA 56 días
ESTABLE	0.00137	0.00127	0.00076	0.00028	0.00004
	0.00230	0.00200	0.00220	0.00140	0.00100
	0.00210	0.00220	0.00230	0.00150	0.00140
Promedio	0.00192	0.00182	0.00175	0.00126	0.00081
Deformación unitaria		0.00003	0.00006	0.00023	0.00039

Cerro de la	0.00140	0.00140	0.00150	0.00140	0.00070
Estrella	0.00230	0.00230	0.00230	0.00170	0.00150
	0.00240	0.00240	0.00240	0.00150	0.00160
	0.00290	0.00300	0.00300	0.00280	0.00240
Promedio	0.00225	0.00228	0.00230	0.00185	0.00155
Deformación unitaria		-0.00001	-0.00006	0.00014	0.00024

C.S. Deportiva	0.00030	0.00020	0.00030	0.00030	0.00080
	0.00180	0.00180	0.00180	0.00160	0.00070
	0.00220	0.00220	0.00220	0.00150	0.00240
Promedio	0.00143	0.00140	0.00143	0.00133	0.00137
Deformación unitaria		0.00001	0.00001	0.00001	0.00002

Aragón	0.00180	0.00150	0.00160	0.00150	0.00240
	0.00130	0.00110	0.00100	0.00050	0.00170
	0.00270	0.00240	0.00250	0.00150	0.00070
	0.00250	0.00250	0.00250	0.00110	0.00300
Promedio	0.00208	0.00203	0.00190	0.00115	0.00195
Deformación unitaria		0.00002	0.00004	0.00032	0.00004





## CAPITULO VI

## COMPARACIONES ENTRE RESULTADOS DE CONCRETOS

En este capítulo se describen los comentarios de las comparaciones entre resultados de concretos analizados de las Aguas Residuales Tratadas en estudio, de las empresas que integran el Comité, las cuales son:

- AMIC
- APASCO
- CARSA
- COMESA
- DECAR
- ICATEC (GEOSISTEMAS)
- GRUPO BALSA
- LACOSA

Estos reportes de Resultados se ilustran en las siguientes páginas.

### Objetivo.-

El presente estudio se realiza con la finalidad de establecer un comparativo entre el comportamiento de concretos elaborados con agua potable y concretos en los que se utilizó como agua de mezcla a tres diferentes aguas tratadas, provenientes de las Plantas de tratamiento de: Cerro de la Estrella, Ciudad Deportiva y Bosques de Aragón.

Indices entre los que se establece la comparación:

- Inclusión de aire a través del peso volumétrico del concreto.
- Demanda unitaria de agua.
- Tiempos de fraguado en morteros.
- Contracción por secado.
- Resistencia a la compresión para igual relación agua/cemento, a diferentes edades.
- Módulo de elasticidad estático.
- Variación del Módulo de elasticidad dinámico a través del tiempo.

### Programa para la elaboración de mezclas.-

Se diseñaron cuatro series de mezclas, la primera utilizando el agua potable y las otras tres, cada una de ellas con una de las aguas tratadas.

Ahora bien, cada serie está constituida por cinco mezclas diferentes correspondientes a contenidos teóricos de cemento de 150, 225, 300, 375, y 450 kilogramos por metro cúbico de concreto.

La razón de elaborar estas cinco diferentes mezclas para cada serie, estriba en la posibilidad que brinda de elaborar curvas que relacionen los diferentes índices del concreto en función de toda la gama de valores de relación agua/cemento comunmente utilizados.

### Participantes.-

Se contó con la participación de ocho Laboratorios: uno de ellos propuesto por la D.G.C.O.H. (Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica), el Laboratorio de la A.M.I.C. A.C. y otros seis restantes, Laboratorios de control interno, pertenecientes a cada Empresa premezcladora.

### Elaboración de mezclas.-

Para la elaboración de las mezclas todos los Laboratorios utilizaron los mismos materiales, ya que se dispuso del mismo cemento y de un volumen común de agregados, tanto para la grava como para la arena, de donde todos los participantes tomaron la cantidad suficiente para las pruebas.

Los proporcionamientos de las mezclas fueron comunes, ya que se hicieron cinco diseños diferentes, uno para consumo teórico de cemento.

Entre los participantes determinaron la humedad de la arena y de la grava en el momento en que se realizaban las mezclas, únicamente se ajustó la cantidad necesaria de agua para obtener en todos los casos la misma consistencia de la mezcla, medida a través del revenimiento y con una tolerancia de  $\pm 1$  cm.

Posteriormente, con la información proporcionada en relación a la humedad de los agregados y la cantidad de agua requerida para obtener en cada mezcla la consistencia deseada, se procedió a calcular matemáticamente:

- El contenido unitario real de cemento.
- El agua de mezcla unitaria.
- Las cantidades unitarias de grava y arena en estado de saturación y superficialmente secas.
- El peso volumétrico real de cada mezcla.

Con esta información, así como con los resultados de los ensayos a que vienen sometiendo las diferentes mezclas, se está integrando la base de datos.

### Estado actual del estudio.-

Hasta este momento se ha procesado la información relativa a los índices del concreto en estado fresco, resistencia a la compresión hasta 90 días y módulo de elasticidad a 28 días. Ver páginas de la 34 a la 49.

Los comportamientos se presentan en forma gráfica y tabular, con la intención de que rápida y fácilmente puedan ser apreciados.

Al término de esta primera etapa, se encuentran las conclusiones correspondientes.

#### **Comentarios Generales:**

##### **Relación Grava/Arena vs. Consumo de Agua (Wm)**

Manteniendo del mismo orden el consumo de cemento en una mezcla determinada, la demanda de agua es principalmente función de la relación grava/arena; A medida en que esta relación varía cambia el contenido de arena, disminuyendo o aumentando la superficie específica total de los agregados.

Por la razón expuesta, es que se determinó la demanda de agua para las mezclas de cada serie, a relaciones grava/arena constantes. Es claro que al conservar constante la principal causa de variación de agua, se puede deducir razonablemente en los diferentes consumos de agua de mezcla, entre mezclas equivalentes pero elaboradas con las diferentes aguas tratadas, que son resultados justamente de la influencia de los compuestos que contienen las aguas en estudio.

Las mezclas de las series elaboradas con W3 y W4, en términos generales tuvieron una demanda menor de agua, con respecto al W1 de referencia. Con el W3 se tuvo una reducción del orden del 4%, en tanto que para el W4 la reducción fue hasta del 10%. Ver páginas de la 50 a la 53.

Las mezclas en las que se usó el W2, por el contrario de las elaboradas con W3 y W4, tuvieron un mayor consumo de agua con respecto al testigo W1. Esta situación se presentó para relaciones agua/cemento menores que 0.75, que son las comúnmente utilizadas en la producción de concreto a nivel industrial.

##### **Relación Agua/Cemento vs. Peso Volumétrico.**

En las mezclas en las que se utilizó W3 como W4, para relaciones agua/cemento idénticas, el peso volumétrico, con respecto a las mezclas testigo en las que se empleó W1, disminuyó en promedio del orden de un 2%, y para relaciones agua/cemento altas, hasta en un 3%.

La única explicación razonable de este efecto, es que las sustancias contenidas en ambas aguas produjeron gas. No resulta lógica otra explicación, ya que a pesar de que requirieron un menor contenido de agua, lo cual se traduciría en un aumento del peso volumétrico en lugar de una disminución, su peso volumétrico fue menor. Ver páginas de la 54 a la 57.

En lo que se refiere a las mezclas elaboradas con W2, la disminución en el peso volumétrico que fue del orden del 1% en promedio, se explica como consecuencia de la mayor demanda de agua, lo cual de alguna manera es menos crítico que por una inclusión de gas no controlada.

#### **Dispersión del Peso Volumétrico con respecto al Modelo.**

La dispersión de los pesos volumétricos con respecto al modelo, se expresa en función del valor del Error Estándar.

Resulta por demás ilustrativo que tanto para el caso de las mezclas en las que se utilizó W3 como en las que se usó W4, el valor del Error Estándar que fue respectivamente de 30 y 29 kg/m<sup>3</sup>, haya sido hasta un 36% mayor que el valor de 22 kg/m<sup>3</sup> que se obtuvo para Agua Potable y Cerro de la Estrella. Ver páginas 58,59 y 60.

Esta situación confirma lo manifestado líneas atrás, en el sentido de que la disminución del peso volumétrico en las mezclas en las que se usó W3 y W4, se debe a la producción de gas por la reacción entre el cemento y los compuestos en solución del agua y enfatizamos, una inclusión de gas no controlada, la cual se tradujo en una mayor dispersión de los valores.

#### **Relaciones W/C y consumos de cemento vs. Resistencia**

Para las mezclas elaboradas con las aguas residuales tratadas Cd Deportiva y Aragón, invariablemente a todas las edades en las que se hicieron las pruebas, incluyendo la proyección a 365 días, se tienen detrimentos en la resistencia a la compresión, que van de un 5% para resistencias bajas, hasta más de un 10% para resistencias altas.

Estos porcentajes de detrimento de resistencia se traducirían en sobreconsumos de cemento que van del orden de 25 hasta 80 kilogramos de cemento por metro cúbico de concreto, simplemente para alcanzar una resistencia equivalente a la que se obtiene en las mezclas elaboradas con W1.

Al respecto es importante mencionar, que el aumento en el consumo unitario de cemento acarrea efectos indeseables en el concreto, como son una mayor generación de calor y su consiguiente propensión a fisuras y agrietamientos.

En el caso de las mezclas elaboradas con el W2, los detrimentos en la resistencia van de un 5% para 7 días, un 6% para 28 días y hasta un 8% para 90 días, que se traducen en sobreconsumos de cemento de 6, 16 y 30 kilogramos de cemento por metro cúbico de concreto respectivamente. Ver páginas 61,62,63 y 64.

### **Dispersión de la Resistencia a diferentes edades, con respecto a los Modelos.**

Invariablymente los valores del Error Estándar fueron superiores para todas las mezclas elaboradas con aguas tratadas, presentándose para el W2 los valores más altos, del orden de hasta un 20% en más. Ver páginas de la 65 a la 82.

### **Relaciones W/C y consumos de cemento vs. E 28 días**

El valor de E 28 disminuyó en las mezclas elaboradas con W3 y W4. Para el agua W3 la reducción de E 28 fue del orden del 3%, en tanto que para W4 la disminución fue en más del 6%.

Definitivamente este fenómeno se debe a que estos concretos, como ya se mencionó, incluyeron burbujas de gas en su interior, lo cual además de reducir su peso volumétrico, produjo que su estructura fuera menos densa y en consecuencia más deformable. Para el caso del agua W2, y para las resistencias más comunmente empleadas, este efecto prácticamente no se dejó sentir.

Consideramos que es muy importante, mencionar el hecho de que el detrimento en el valor de E 28, que como se mencionó va del 3 al 6% para W3 y W4 y que como se observa en la Tabla respectiva, equivale a una disminución del orden de 6000 a 11000 kg/cm<sup>2</sup>, es un efecto practicamente irreversible, en otras palabras esta disminución en el valor de E, no podría ser recuperada por más que se incremente su resistencia a la compresión.

Para obtener el mismo valor de E 28 en las mezclas elaboradas con W1, matemáticamente se obtienen sobreconsumos de cemento inoperantes, de hasta más de 500 kg de cemento por metro cúbico de concreto. Ver páginas de la 83 a la 108.

En lo que se refiere a los valores del Error Estándar con respecto al modelo, igualmente que en el caso de las resistencias, la dispersión es mayor, tanto en la relación de resistencia vs, E 28 como en Consumo de cemento vs E 28.

### **Curvas edad vs. Resistencia a la compresión.**

Todos los valores de resistencia obtenidas para cada mezcla y cada serie a las diferentes edades en que se realizaron los ensayos, así como las proyecciones a edades mayores, se encuentran en la Tabla correspondiente.

Simplemente destacamos que la diferencia en menos o disminución en el valor de los índices evaluados, se va incrementando, en todos los casos, a medida en que la edad del concreto aumenta. Ver páginas de la 109 a la 115.

### Tabla de Nomenclatura:

Laboratorios: Amic, Apasco, Corsa, Comesa, Decu, Geosistemas, Grupo Bñ y Lacosa

W: Tipo de Agua  
 W1.- Agua Potable  
 W2.- Agua Tratada de Cerro de la Estrella  
 W3.- Agua Tratada de Ciudad Deportiva  
 W4.- Agua Tratada de Aragón

CC: Clave de Prueba de Contracción  
 CI: Clave de Intemperismo  
 CU: Clave de Ultrasonido

(En el caso de los Laboratorios que realicen estas pruebas, anotar la clave)

#M: Numero de muestra

hum G: Humedad de la Grava al realizar las mezclas (%)

hum A: Humedad de la Arena al realizar las mezclas (%)

Wreal: Agua real que se llevó la mezcla (l/m<sup>3</sup>)

Rev.: Revenimiento obtenido (cm.)

P.Y.: Peso Volumétrico obtenido (kg/m<sup>3</sup>)

L A.: Temperatura ambiente (°C)

L C.: Temperatura del concreto (°C)

#### DATOS CONSTANTES DEL DISEÑO DE MEZCLAS:

	1	2	3	4	5
C: Cantidad de Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	225	300	375	450
GR: Cantidad de Grava (kg/m <sup>3</sup> )	630	796	858	862	854
AR: Cantidad de Arena (kg/m <sup>3</sup> )	1091	901	795	723	666

GenA: % de Grava en Arena: 2.20

AenG: % de Arena en Grava: 18.90

abG: % de Absorción de la Grava: 4.17

abA: % de Absorción de la Arena: 5.43

dG: Densidad de la Grava: 2330 kg/m<sup>3</sup>

dA: Densidad de la Arena: 2400 kg/m<sup>3</sup>

#### DATOS CALCULADOS:

$$f \text{ Factor} = (C + GR + AR + Wreal) / P. Y.$$

$$Cur \text{ Cemento unitario real} = C / f$$

Gss: Grava saturada y superficialmente seca.

$$= \left( \frac{GR \cdot (1 - AenG)}{(1 + (humG/100))} \right) \cdot (1 + abG) + \left( \frac{AR \cdot GenA}{(1 + (humA/100))} \right) \cdot (1 + abG) / f$$

Aas: Arena saturada y superficialmente seca.

$$= \left( \frac{AR \cdot (1 - GenA)}{(1 + (humA/100))} \right) \cdot (1 + abA) + \left( \frac{GR \cdot AenG}{(1 + (humG/100))} \right) \cdot (1 + abA) / f$$

Wm: Agua de mezcla

$$= (Wreal - (Gss \cdot f) - (GR \cdot (1 - AenG)) - (AR \cdot GenA) + (Aas \cdot f) - (GR \cdot AenG) - (AR \cdot (1 - GenA))) / f$$

vG: Volumen de Grava = Gss / dG

%G: Porcentaje de Grava = vG / (vG + vA)

vA: Volumen de Arena = Aas / dA

%A: Porcentaje de Arena = vA / (vG + vA)

W/C: Relación Agua/Cemento = Wm / Cur

G/A: Relación Grava/Arena = %G / %A

IA/C: Relación de temperaturas = L A. / L C.



Clave Lab	IW	CC	CI	CU	#M	Hum G	Hum A	Wreat	Rev.	P V.	I. A.	L C.
Amic	W1				1	0.40	6.60	177	13.00	2102	23.00	21.00
Amic	W1				2	1.11	6.61	178	13.50	2131	23.50	20.00
Amic	W1				3	1.11	6.61	204	13.00	2136	22.00	20.00
Amic	W1				4	1.11	6.61	209	15.00	2160	20.00	19.00
Amic	W1				5	1.11	6.61	215	14.50	2165	19.00	19.00
Amic	W2				1	1.42	5.04	190	13.00	2078	24.50	20.00
Amic	W2				2	1.42	5.04	198	14.50	2097	25.00	20.00
Amic	W2				3	1.42	5.04	202	13.00	2107	25.00	21.00
Amic	W2				4	1.42	5.04	214	15.00	2136	26.00	22.00
Amic	W2				5	1.42	5.04	228	14.00	2136	20.00	19.00
Amic	W3				1	1.21	7.30	198	13.50	2068	30.00	22.00
Amic	W3				2	1.21	7.30	200	14.00	2068	32.50	24.00
Amic	W3				3	1.21	7.30	214	14.00	2073	32.00	24.00
Amic	W3				4	1.21	7.30	201	13.00	2087	31.00	24.00
Amic	W3				5	1.21	7.30	233	14.50	2112	29.00	24.00
Amic	W4				1	0.50	3.73	214	14.00	2029	27.00	24.00
Amic	W4				2	0.50	3.73	226	13.50	2078	27.00	24.00
Amic	W4				3	0.50	3.73	222	13.00	2087	27.00	24.00
Amic	W4				4	0.50	3.73	236	14.00	2097	27.00	24.00
Amic	W4				5	0.50	3.73	241	14.00	2136	27.00	24.00

Apasco	W1				1	1.14	2.15	216	15.00	2146	23.00	24.00
Apasco	W1				2	1.14	2.15	211	14.00	2171	23.00	14.00
Apasco	W1				3	1.14	2.15	221	14.00	2157	23.00	15.00
Apasco	W1				4	1.14	2.15	232	14.00	2171	23.00	15.00
Apasco	W1				5	1.14	2.15	243	14.00	2175	23.00	15.00
Apasco	W2				1	0.87	2.72	234	14.00	2086	24.00	17.00
Apasco	W2				2	0.87	2.72	223	14.50	2136	24.00	17.00
Apasco	W2				3	0.87	2.72	231	15.00	2150	24.00	16.00
Apasco	W2				4	0.87	2.72	240	14.50	2157	24.00	17.00
Apasco	W2				5	0.87	2.72	247	14.00	2157	24.00	18.00
Apasco	W3				1	0.50	2.35	223	14.50	2057	26.00	18.00
Apasco	W3				2	0.50	2.35	223	14.00	2121	26.00	17.00
Apasco	W3				3	0.50	2.35	234	15.00	2121	26.00	18.00
Apasco	W3				4	0.50	2.35	238	14.00	2143	26.00	18.00
Apasco	W3				5	0.50	2.35	249	14.00	2157	26.00	19.00
Apasco	W4				1	0.00	1.78	227	15.00	2050	24.00	18.00
Apasco	W4				2	0.00	1.78	245	14.50	2046	25.00	18.00
Apasco	W4				3	0.00	1.78	231	13.50	2132	25.00	18.00
Apasco	W4				4	0.00	1.78	240	14.50	2139	25.00	18.00
Apasco	W4				5	0.00	1.78	248	14.50	2157	26.00	19.00

Clave. Lab.	W	Cur	Gsss	Asss	Wm	vG	vA	%G	%A	W/C	G/A	I/TC
Amic	W1	154	568	1211	168	244	595	0.33	0.67	1.09	0.48	1.10
Amic	W1	228	695	1043	165	298	435	0.41	0.59	0.72	0.69	1.18
Amic	W1	297	727	929	183	312	387	0.45	0.55	0.62	0.81	1.10
Amic	W1	374	733	866	197	315	361	0.47	0.53	0.50	0.87	1.05
Amic	W1	446	721	805	193	310	335	0.48	0.52	0.43	0.92	1.00
Amic	W2	151	553	1205	169	237	502	0.32	0.68	1.12	0.47	1.23
Amic	W2	223	675	1030	170	230	429	0.40	0.60	0.76	0.68	1.25
Amic	W2	293	716	928	170	307	387	0.44	0.56	0.58	0.79	1.19
Amic	W2	368	721	864	183	309	360	0.46	0.54	0.50	0.86	1.18
Amic	W2	437	705	798	195	303	333	0.48	0.52	0.45	0.91	1.05
Amic	W3	150	549	1172	197	236	488	0.33	0.67	1.32	0.48	1.36
Amic	W3	219	666	997	186	286	415	0.41	0.59	0.65	0.69	1.35
Amic	W3	287	701	892	192	301	372	0.45	0.55	0.67	0.81	1.33
Amic	W3	362	710	835	190	305	348	0.47	0.53	0.50	0.88	1.29
Amic	W3	431	697	775	209	299	323	0.48	0.52	0.48	0.93	1.21
Amic	W4	146	539	1177	167	231	490	0.32	0.68	1.15	0.47	1.13
Amic	W4	216	667	1019	175	286	425	0.40	0.60	0.80	0.67	1.13
Amic	W4	288	709	922	169	304	384	0.44	0.56	0.59	0.79	1.13
Amic	W4	358	707	849	182	304	354	0.46	0.54	0.51	0.86	1.13
Amic	W4	435	708	803	190	304	335	0.48	0.52	0.44	0.91	1.13

Apasco	W1	154	566	1260	165	243	525	0.32	0.68	1.07	0.46	0.96
Apasco	W1	229	697	1085	159	299	452	0.40	0.60	0.70	0.66	1.64
Apasco	W1	298	729	964	167	313	402	0.44	0.56	0.56	0.78	1.53
Apasco	W1	371	729	891	179	313	371	0.46	0.54	0.49	0.84	1.53
Apasco	W1	442	716	826	191	307	344	0.47	0.53	0.43	0.89	1.53
Apasco	W2	149	547	1209	182	235	504	0.32	0.68	1.22	0.47	1.41
Apasco	W2	224	684	1057	171	294	441	0.40	0.60	0.76	0.67	1.41
Apasco	W2	295	725	952	177	311	397	0.44	0.56	0.60	0.78	1.50
Apasco	W2	368	724	879	187	311	366	0.46	0.54	0.51	0.85	1.41
Apasco	W2	438	710	815	194	305	339	0.47	0.53	0.44	0.90	1.33
Apasco	W3	147	544	1202	183	234	501	0.32	0.68	1.11	0.47	1.44
Apasco	W3	222	682	1054	163	293	439	0.40	0.60	0.73	0.67	1.53
Apasco	W3	291	717	942	172	308	392	0.44	0.56	0.59	0.78	1.44
Apasco	W3	366	722	877	178	310	365	0.45	0.54	0.49	0.85	1.44
Apasco	W3	437	712	817	190	306	340	0.47	0.53	0.44	0.90	1.37
Apasco	W4	147	544	1203	157	234	501	0.32	0.68	1.07	0.47	1.33
Apasco	W4	212	654	1012	168	281	421	0.40	0.60	0.73	0.67	1.39
Apasco	W4	293	725	953	161	311	397	0.44	0.56	0.55	0.78	1.39
Apasco	W4	365	724	879	171	311	366	0.46	0.54	0.47	0.85	1.39
Apasco	W4	438	716	822	182	307	342	0.47	0.53	0.41	0.90	1.37

Clave. Lab.	IW	7r	7r	7rp	22r	22r	20r	20rp	90r	90r	90rp	365r	365r	365r	365p
		1	2		1	2	3		1	2		1	2	3	
Amic	W1	58	58	58	85	80	79	81	92	96	94				
Amic	W1	150	150	150	195	199	193	196	239	238	239				
Amic	W1	293	205	204	263	244	245	251	291	304	298				
Amic	W1	278	260	269	327	323	336	329	404	394	399				
Amic	W1	322	323	323	350	361	358	358	452	431	442				
Amic	W2	65	62	64	83	87	90	87	99	106	103				
Amic	W2	119	118	119	138	135	150	141	159	162	166				
Amic	W2	192	192	192	262	252	249	254	290	295	293				
Amic	W2	254	244	249	293	289	294	292	333	344	339				
Amic	W2	262	300	204	368	362	364	365	409	421	415				
Amic	W3	59	58	59	85	85	85	85	130	100	100				
Amic	W3	116	113	115	149	139	135	138	175	178	177				
Amic	W3	172	167	179	215	206	209	210	258	259	259				
Amic	W3	259	259	259	312	328	320	323	374	379	377				
Amic	W3	270	274	272	324	318	341	320	394	395	395				
Amic	W4	67	72	76	98	97	97	97	119	120	120				
Amic	W4	149	145	147	179	191	179	179	218	223	221				
Amic	W4	189	201	195	234	246	242	241	287	288	288				
Amic	W4	242	244	243	291	290	285	289	346	348	347				
Amic	W4	276	280	278	367	358	355	360	433	406	420				

Apasco	W1	82	84	83	110	103	101	105	139	134	136				
Apasco	W1	179	178	179	223	226	223	224	279	279	279				
Apasco	W1	235	240	238	305	297	299	300	363	362	363				
Apasco	W1	282	288	285	330	332	362	341	430	433	432				
Apasco	W1	339	332	336	395	399	398	397	469	469	469				
Apasco	W2	73	71	72	106	102	102	103	136	131	134				
Apasco	W2	155	153	154	209	209	209	209	256	259	258				
Apasco	W2	220	226	223	282	274	279	278	335	341	338				
Apasco	W2	279	279	279	345	344	341	343	409	405	407				
Apasco	W2	344	344	344	425	419	412	419	475	478	477				
Apasco	W3	61	61	61	96	93	96	95	136	141	139				
Apasco	W3	138	135	137	189	179	186	185	226	229	228				
Apasco	W3	192	190	191	251	237	243	277	294	297	296				
Apasco	W3	240	237	239	316	305	305	309	356	356	356				
Apasco	W3	274	274	274	345	339	339	341	395	398	397				
Apasco	W4	68	68	68	84	98	95	92	130	124	127				
Apasco	W4	153	151	152	201	196	203	200	243	243	243				
Apasco	W4	212	207	210	271	265	274	270	318	319	319				
Apasco	W4	257	257	257	307	314	330	320	381	379	380				
Apasco	W4	302	305	304	376	372	372	367	435	436	436				

Clave Lab.	IW	e28	e28	e20p	e365	e365	e365p
		1	2		1	2	
Amic	W1	106742	100899	103821			
Amic	W1	157804	148765	153285			
Amic	W1	158941	152028	155485			
Amic	W1	165378	169135	167257			
Amic	W1	122334	173741	173838			
Amic	W2	94127	104305	99216			
Amic	W2	123455	120484	121970			
Amic	W2	174208	159769	166909			
Amic	W2	158797	159619	159208			
Amic	W2	170079	173156	171618			
Amic	W3	141543	132536	137540			
Amic	W3	119690	128380	124035			
Amic	W3	149630	149958	148799			
Amic	W3	170784	190917	175851			
Amic	W3	176095	183533	179814			
Amic	W4	115237	109160	112199			
Amic	W4	133269	138431	135860			
Amic	W4	141485	142062	141774			
Amic	W4	162960	154988	158924			
Amic	W4	168632	152731	165682			

Apasco	W1	114925	117861	116393			
Apasco	W1	151190	154084	152637			
Apasco	W1	163509	169966	166738			
Apasco	W1	173586	174680	174133			
Apasco	W1	189427	184197	186812			
Apasco	W2	101450	106165	103908			
Apasco	W2	147020	149745	148383			
Apasco	W2	162614	166345	164580			
Apasco	W2	172044	174777	173411			
Apasco	W2	184678	188677	186678			
Apasco	W3	104932	95050	103441			
Apasco	W3	128216	141678	134947			
Apasco	W3	151743	149627	150685			
Apasco	W3	158726	154389	156558			
Apasco	W3	174525	168178	171352			
Apasco	W4	97948	96341	97145			
Apasco	W4	139767	143009	141388			
Apasco	W4	151485	155499	153492			
Apasco	W4	160739	156700	158720			
Apasco	W4	176071	175965	176018			

Clave. Lab.	IW	CC cc	CI ci	CU cu	#M	hum G	hum A	Wreal	Rev.	P.V.	L.A.	L.C.
Carsa	W1				1	2 50	7 25	295	13 50	2126	24 00	20 00
Carsa	W1				2	2 50	7 25	198	15 00	2169	24 00	20 50
Carsa	W1				3	2 50	7 25	204	14 00	2176	24 00	21 00
Carsa	W1				4	2 50	7 25	222	14 00	2169	24 00	21 00
Carsa	W1				5	2 50	7 25	234	14 00	2169	24 00	21 50
Carsa	W2				1	1 87	6 62	204	15 00	2083	24 00	21 00
Carsa	W2				2	1 87	6 62	195	14 00	2129	24 00	21 00
Carsa	W2				3	1 87	6 62	209	13 50	2155	24 00	23 00
Carsa	W2				4	1 87	6 62	226	13 50	2155	24 00	23 00
Carsa	W2				5	1 87	6 62	237	14 00	2162	24 00	24 00
Carsa	W3				1	3 35	7 60	215	14 00	2047	26 00	24 00
Carsa	W3				2	3 35	7 60	206	13 50	2090	26 00	24 00
Carsa	W3				3	3 35	7 60	213	14 00	2199	26 00	24 50
Carsa	W3				4	3 35	7 60	221	14 50	2140	26 00	25 00
Carsa	W3				5	3 35	7 60	235	14 00	2140	26 00	25 00
Carsa	W4				1	1 60	3 70	215	13 50	2047	27 00	25 00
Carsa	W4				2	1 60	3 70	221	13 50	2119	27 00	25 00
Carsa	W4				3	1 60	3 70	221	13 50	2119	27 00	26 00
Carsa	W4				4	1 60	3 70	241	14 00	2155	27 00	26 00
Carsa	W4				5	1 60	3 70	247	15 00	2140	27 00	26 00

Comesa	W1				1	1 00	4 00	201	13 50	2100		
Comesa	W1				2	1 00	4 00	216	14 50	2114		
Comesa	W1				3	1 00	4 00	226	14 00	2143		
Comesa	W1				4	1 00	4 00	227	14 50	2164		
Comesa	W1				5	1 00	4 00	236	14 50	2178		
Comesa	W2				1	2 00	5 00	215	14 00	2057		
Comesa	W2				2	2 00	5 00	215	13 50	2107		
Comesa	W2				3	2 00	5 00	208	13 50	2143		
Comesa	W2				4	2 00	5 00	213	14 50	2150		
Comesa	W2				5	2 00	5 00	220	14 50	2171		
Comesa	W3				1	1 00	4 00	197	13 50	2028		
Comesa	W3				2	1 00	4 00	203	15 00	2064		
Comesa	W3				3	1 00	4 00	220	13 00	2078		
Comesa	W3				4	1 00	4 00	233	15 00	2093		
Comesa	W3				5	1 00	4 00	228	14 00	2128		
Comesa	W4				1	1 00	4 00	193	13 00	2050		
Comesa	W4				2	1 00	4 00	218	13 00	2071		
Comesa	W4				3	1 00	4 00	215	14 50	2100		
Comesa	W4				4	1 00	4 00	221	15 00	2121		
Comesa	W4				5	1 00	4 00	236	14 50	2128		

Clave Lab	IW	Cur	Gsst	Ascs	Wm	vG	vA	%G	%A	W/C	G/A	IA/IC
Carsa	W1	154	556	1200	217	238	500	0.32	0.68	1.41	0.48	1.20
Carsa	W1	230	691	1045	203	297	435	0.41	0.59	0.88	0.68	1.17
Carsa	W1	303	731	939	204	314	391	0.44	0.56	0.67	0.80	1.14
Carsa	W1	373	722	858	217	310	357	0.46	0.54	0.58	0.87	1.14
Carsa	W1	443	707	794	226	303	331	0.48	0.52	0.51	0.92	1.12
Carsa	W2	151	548	1183	202	235	493	0.32	0.68	1.34	0.48	1.14
Carsa	W2	226	683	1033	187	293	430	0.41	0.59	0.82	0.68	1.14
Carsa	W2	299	726	934	196	312	309	0.44	0.56	0.66	0.80	1.04
Carsa	W2	370	720	856	210	309	356	0.46	0.54	0.57	0.87	1.04
Carsa	W2	441	708	795	219	304	331	0.48	0.52	0.50	0.92	1.00
Carsa	W3	147	538	1145	227	227	477	0.32	0.68	1.54	0.48	1.08
Carsa	W3	221	658	999	212	282	416	0.40	0.60	0.96	0.68	1.08
Carsa	W3	305	729	941	224	313	392	0.44	0.56	0.74	0.80	1.06
Carsa	W3	358	706	843	223	303	351	0.46	0.54	0.61	0.86	1.04
Carsa	W3	437	691	779	233	297	325	0.48	0.52	0.53	0.91	1.04
Carsa	W4	147	538	1186	176	231	494	0.32	0.68	1.20	0.47	1.08
Carsa	W4	222	674	1040	182	289	433	0.40	0.60	0.82	0.67	1.08
Carsa	W4	292	713	935	180	306	389	0.44	0.56	0.61	0.79	1.04
Carsa	W4	357	717	869	201	308	362	0.46	0.54	0.55	0.85	1.04
Carsa	W4	434	700	801	205	300	334	0.47	0.53	0.47	0.90	1.04

Comesa	W1	152	558	1222	167	240	509	0.32	0.68	1.10	0.47	
Comesa	W1	222	678	1039	175	291	433	0.40	0.60	0.79	0.67	
Comesa	W1	295	723	942	183	310	392	0.44	0.56	0.62	0.79	
Comesa	W1	371	729	878	186	313	366	0.46	0.54	0.50	0.86	
Comesa	W1	444	720	918	196	309	341	0.48	0.52	0.44	0.91	
Comesa	W2	148	538	1178	193	231	491	0.32	0.68	1.31	0.47	
Comesa	W2	222	669	1026	190	287	427	0.40	0.60	0.86	0.67	
Comesa	W2	298	722	940	183	310	392	0.44	0.56	0.62	0.79	
Comesa	W2	371	722	869	188	310	362	0.46	0.54	0.51	0.86	
Comesa	W2	446	716	814	196	307	339	0.48	0.52	0.44	0.91	
Comesa	W3	147	540	1183	158	232	493	0.32	0.68	1.07	0.47	
Comesa	W3	219	666	1020	159	266	425	0.40	0.60	0.73	0.67	
Comesa	W3	287	703	916	172	302	382	0.44	0.56	0.60	0.79	
Comesa	W3	358	703	846	185	302	353	0.46	0.54	0.52	0.86	
Comesa	W3	436	706	802	184	303	334	0.48	0.52	0.42	0.91	
Comesa	W4	149	547	1198	156	235	499	0.32	0.68	1.05	0.47	
Comesa	W4	218	664	1016	173	285	424	0.40	0.60	0.80	0.67	
Comesa	W4	291	712	927	170	306	386	0.44	0.56	0.58	0.79	
Comesa	W4	365	717	862	177	308	359	0.46	0.54	0.49	0.86	
Comesa	W4	434	703	799	191	302	333	0.48	0.52	0.44	0.91	

Clave. Lab.	IW	7r	7r	7rp	28r	20r	28r	20rp	90r	90r	90rp	365r	365r	365r	365p
		1	2		1	2	1		2	1		2	3		
Carsa	W1	57	57	57	85	85	80	86	103	101	102				
Carsa	W1	127	126	127	188	183	182	184	237	238	238				
Carsa	W1	209	206	208	289	278	285	284	338	334	336				
Carsa	W1	261	262	262	361	355	354	357	401	402	402				
Carsa	W1	294	300	297	398	392	396	395	447	455	451				
Carsa	W2	62	61	62	86	93	93	91	110	111	111				
Carsa	W2	137	130	134	178	186	186	183	227	227	227				
Carsa	W2	204	198	201	277	285	274	279	334	328	331				
Carsa	W2	277	283	280	362	368	373	368	422	421	422				
Carsa	W2	308	310	309	386	402	402	397	456	455	456				
Carsa	W3	51	54	53	81	83	82	82	107	102	105				
Carsa	W3	130	130	130	175	184	175	178	211	206	209				
Carsa	W3	194	192	193	255	257	255	256	306	307	307				
Carsa	W3	241	251	246	313	316	318	316	373	373	373				
Carsa	W3	274	283	279	358	358	363	360	419	413	416				
Carsa	W4	63	64	64	93	96	91	93	110	118	114				
Carsa	W4	130	121	126	170	179	176	175	218	209	214				
Carsa	W4	180	186	183	268	266	260	265	311	314	313				
Carsa	W4	241	233	237	309	316	315	313	381	376	379				
Carsa	W4	287	299	293	364	366	362	364	424	426	425				

Comesa	W1	74	71	73	92	92	97	94	96	98	97				
Comesa	W1	132	140	136	177	177	175	176	209	209	209				
Comesa	W1	202	186	194	244	240	244	245	300	298	299				
Comesa	W1	262	254	258	305	293	315	304	356	355	361				
Comesa	W1	294	279	287	358	352	338	348	405	395	400				
Comesa	W2	60	63	62	75	75	75	75	98	99	99				
Comesa	W2	121	124	123	163	165	173	167	195	188	192				
Comesa	W2	195	181	188	244	241	243	243	264	267	266				
Comesa	W2	243	235	239	295	306	307	303	323	319	321				
Comesa	W2	240	251	246	306	330	329	322	368	372	370				
Comesa	W3	57	83	70	82	78	70	77	99	107	103				
Comesa	W3	120	117	119	147	140	158	148	166	168	167				
Comesa	W3	172	168	170	211	208	209	209	255	262	259				
Comesa	W3	207	227	217	259	266	263	263	318	321	320				
Comesa	W3	279	283	281	303	325	333	320	357	382	370				
Comesa	W4	63	65	64	86	84	86	85	117	116	117				
Comesa	W4	102	105	104	145	152	154	150	223	220	222				
Comesa	W4	166	171	169	223	228	226	226	331	335	333				
Comesa	W4	225	225	225	297	297	283	292	354	357	356				
Comesa	W4	260	261	261	347	335	336	339	370	367	369				

Clave. Lab.	IW	e28	e28	e28p	e365 1	e365 2	e365p
		1	2				
Carsa	W1	117418	111508	114463			
Carsa	W1	148076	132863	140470			
Carsa	W1	160358	164203	152295			
Carsa	W1	168847	164704	166776			
Carsa	W1	172451	173624	173038			
Carsa	W2	121615	116723	119159			
Carsa	W2	152838	146853	149846			
Carsa	W2	161742	167028	164385			
Carsa	W2	170115	180623	175370			
Carsa	W2	177164	171137	174151			
Carsa	W3	106438	109647	108043			
Carsa	W3	144237	141917	143077			
Carsa	W3	153982	154982	154482			
Carsa	W3	156327	161042	158685			
Carsa	W3	158687	153670	156179			
Carsa	W4	113307	110874	112091			
Carsa	W4	136779	146707	141743			
Carsa	W4	158568	156818	157694			
Carsa	W4	157799	163268	160534			
Carsa	W4	148757	160717	154737			

Comesa	W1	125861	125158	125510			
Comesa	W1	147496	147817	147657			
Comesa	W1	160424	159268	159846			
Comesa	W1	166562	167657	167110			
Comesa	W1	174624	171917	173271			
Comesa	W2	106754	117115	111935			
Comesa	W2	154430	157210	155820			
Comesa	W2	167195	163206	165201			
Comesa	W2	230523	169995	200259			
Comesa	W2	175131	175583	175357			
Comesa	W3	113540	119425	116487			
Comesa	W3	131402	135413	133408			
Comesa	W3	154580	147224	150902			
Comesa	W3	149297	165327	157312			
Comesa	W3	190314	157424	173669			
Comesa	W4	103075	101957	102516			
Comesa	W4	136414	136960	135687			
Comesa	W4	154509	161591	158050			
Comesa	W4	153152	150994	155073			
Comesa	W4	169613	168906	165268			



Clave. Lab.	IW	CC cc	Ci ci	CU cu	/M	hum G	hum A	Wreat	Rev.	P.V.	I. A.	I. C.
Decar	W1				1	1 00	3 10	216	14 50	2117	20 00	21 00
Decar	W1				2	1 00	3 10	214	14 50	2145	20 00	21 00
Decar	W1				3	1 00	3 10	221	14 50	2174	20 00	21 00
Decar	W1				4	1 00	3 10	224	15 00	2181	20 00	22 00
Decar	W1				5	1 00	3 10	243	15 00	2195	20 00	23 00
Decar	W2				1	1 10	3 30	139	14 00	2110	17 00	18 00
Decar	W2				2	1 10	3 30	155	13 50	2145	17 00	18 00
Decar	W2				3	1 10	3 30	208	14 00	2167	17 00	18 00
Decar	W2				4	1 10	3 30	222	15 00	2174	16 00	19 00
Decar	W2				5	1 10	3 30	228	14 00	2188	16 00	19 00
Decar	W3				1	1 10	3 30	200	15 00	2103	18 00	19 00
Decar	W3				2	1 10	3 30	136	15 00	2138	18 00	19 00
Decar	W3				3	1 10	3 30	208	14 00	2160	18 00	19 00
Decar	W3				4	1 10	3 30	222	14 00	2167	18 00	20 00
Decar	W3				5	1 10	3 30	233	13 50	2174	18 00	21 00
Decar	W4				1	1 10	3 30	204	13 00	2089	14 00	15 00
Decar	W4				2	1 10	3 30	197	15 00	2117	14 00	15 00
Decar	W4				3	1 10	3 30	205	14 00	2131	14 00	15 00
Decar	W4				4	1 10	3 30	218	14 00	2152	13 00	15 00
Decar	W4				5	1 10	3 30	252	13 00	2131	13 00	16 00

Geosis.	W1				1	0 43	2 35	267	13 50	2165	25 00	23 00
Geosis.	W1				2	0 43	2 45	274	16 00	2150	25 00	21 00
Geosis.	W1				3	2 70	3 54	300	15 00	2100	26 00	22 00
Geosis.	W1				4	0 43	2 29	281	14 00	2180	27 00	23 00
Geosis.	W1				5	0 43	2 27	293	15 00	2187	26 00	24 00
Geosis.	W2				1	0 43	2 80	270	14 00	2122	26 00	24 00
Geosis.	W2				2	1 05	2 45	270	16 00	2150	26 00	25 00
Geosis.	W2				3	0 45	2 29	296	15 00	2180	27 00	24 00
Geosis.	W2				4	0 43	2 29	235	16 00	2204	25 00	24 00
Geosis.	W2				5	0 43	2 29	280	15 00	2179	27 00	25 00
Geosis.	W3				1	0 43	1 44	233	14 00	2103	26 00	25 00
Geosis.	W3				2	0 43	3 25	230	13 50	2152	25 00	23 00
Geosis.	W3				3	0 41	3 10	261	14 50	2152	25 00	23 00
Geosis.	W3				4	0 41	3 20	287	14 00	2159	24 00	23 00
Geosis.	W3				5	0 41	1 95	273	14 00	2172	26 00	25 00
Geosis.	W4				1	0 43	4 00	259	15 00	2105	25 00	23 00
Geosis.	W4				2	2 29	2 88	261	13 00	2187	24 00	23 00
Geosis.	W4				3	2 35	2 40	272	14 00	2104	24 00	23 00
Geosis.	W4				4	2 04	1 42	240	13 00	2155	25 00	24 00
Geosis.	W4				5	0 58	1 42	260	15 00	2176	24 00	23 00

Clave_Lab	IW	Cur	Gsss	Asss	Wm	VG	VA	%G	%A	W/C	G/A	IA/IC
Decar	W1	152	559	1233	173	240	514	0.32	0.68	1.14	0.47	0.95
Decar	W1	226	689	1063	160	296	443	0.40	0.60	0.74	0.67	0.95
Decar	W1	300	735	964	174	316	402	0.44	0.56	0.58	0.79	0.95
Decar	W1	374	736	892	179	316	372	0.46	0.54	0.48	0.85	0.91
Decar	W1	446	723	826	196	310	345	0.47	0.53	0.44	0.90	0.87
Decar	W2	153	561	1237	159	241	515	0.32	0.68	1.04	0.47	0.94
Decar	W2	228	694	1070	153	298	440	0.40	0.60	0.67	0.67	0.94
Decar	W2	301	737	965	164	316	402	0.44	0.56	0.55	0.79	0.94
Decar	W2	374	734	888	178	315	370	0.46	0.54	0.48	0.85	0.84
Decar	W2	440	725	829	186	311	346	0.47	0.53	0.41	0.90	0.84
Decar	W3	152	559	1232	160	240	513	0.32	0.68	1.05	0.47	0.95
Decar	W3	227	692	1066	153	297	444	0.40	0.60	0.67	0.67	0.95
Decar	W3	300	734	962	164	315	401	0.44	0.56	0.55	0.79	0.95
Decar	W3	372	731	885	178	314	369	0.46	0.54	0.48	0.85	0.90
Decar	W3	444	719	822	189	309	343	0.47	0.53	0.43	0.90	0.86
Decar	W4	151	554	1221	162	238	509	0.32	0.68	1.07	0.47	0.93
Decar	W4	225	685	1055	152	294	440	0.40	0.60	0.68	0.67	0.93
Decar	W4	296	725	951	159	311	396	0.44	0.56	0.54	0.79	0.93
Decar	W4	371	726	881	173	312	357	0.46	0.54	0.47	0.85	0.87
Decar	W4	432	699	799	202	300	333	0.47	0.53	0.47	0.90	0.81

Geosis.	W1	152	561	1240	212	241	516	0.32	0.68	1.40	0.47	1.09
Geosis.	W1	220	675	1042	212	290	434	0.40	0.60	0.96	0.67	1.19
Geosis.	W1	292	703	931	254	302	368	0.44	0.56	0.90	0.78	1.18
Geosis.	W1	365	721	875	219	310	355	0.46	0.54	0.60	0.85	1.17
Geosis.	W1	435	709	813	231	304	339	0.47	0.53	0.53	0.90	1.08
Geosis.	W2	149	549	1208	215	236	504	0.32	0.68	1.45	0.47	1.08
Geosis.	W2	222	672	1047	219	288	436	0.40	0.60	0.99	0.66	1.04
Geosis.	W2	291	717	942	231	308	392	0.44	0.56	0.79	0.78	1.13
Geosis.	W2	376	744	903	181	319	376	0.46	0.54	0.48	0.85	1.08
Geosis.	W2	436	710	814	219	305	339	0.47	0.53	0.50	0.90	1.08
Geosis.	W3	150	554	1233	165	238	514	0.32	0.68	1.10	0.46	1.04
Geosis.	W3	225	690	1058	180	296	441	0.40	0.60	0.80	0.67	1.09
Geosis.	W3	292	719	938	203	309	391	0.44	0.56	0.70	0.79	1.09
Geosis.	W3	360	712	858	228	306	358	0.46	0.54	0.63	0.85	1.04
Geosis.	W3	436	710	816	210	305	340	0.47	0.53	0.48	0.90	1.04
Geosis.	W4	148	547	1193	217	235	497	0.32	0.68	1.46	0.47	1.09
Geosis.	W4	225	679	1060	223	291	442	0.40	0.60	0.99	0.66	1.04
Geosis.	W4	284	687	915	219	295	381	0.44	0.56	0.77	0.77	1.04
Geosis.	W4	367	715	885	188	307	369	0.45	0.55	0.51	0.83	1.04
Geosis.	W4	438	712	823	204	306	343	0.47	0.53	0.47	0.89	1.04

Clave. Lab.	IW	7r	7r	7rp	2Er	2Er	2Er	20rp	90r	90r	90rp	365r	365r	365r	365p
		1	2		1	2	3		1	2		1	2	3	
Decar	W1	64	63	64	69	96		93	98	103	101				
Decar	W1	147	142	145	207	216		212	225	225	225				
Decar	W1	221	231	226	270	281		276	345	338	342				
Decar	W1	258	258	258	346	345		346	401	391	396				
Decar	W1	317	313	315	369	368		369	368	368	368				
Decar	W2	77	75	76	101	106		104	130	129	130				
Decar	W2	160	155	150	202	207		205	244	247	246				
Decar	W2	224	228	226	275	277		276	325	320	323				
Decar	W2	277	278	278	353	357		355	383	386	385				
Decar	W2	309	324	317	381	381		381	398	401	400				
Decar	W3	66	71	69	91	97		94	110	115	113				
Decar	W3	132	125	129	176	181		179	220	216	218				
Decar	W3	224	222	223	273	279		276	312	320	316				
Decar	W3	267	270	269	333	332		333	388	407	403				
Decar	W3	288	288	288	346	340		343	430	436	433				
Decar	W4	80	82	81	95	103		99	126	131	129				
Decar	W4	144	145	145	170	176		173	201	208	205				
Decar	W4	203	207	205	235	241		238	290	297	294				
Decar	W4	280	273	277	324	324		324	387	395	391				
Decar	W4	319	324	322	376	384		380	444	439	442				

Geosis.	W1	54	57	56	86			86	108	105	107				
Geosis.	W1	106	105	106	153			153	221	224	223				
Geosis.	W1	204	198	201	201			201	291	281	286				
Geosis.	W1	262	221	242	310			310	384	388	386				
Geosis.	W1	272	272	272	341			341	390	390	390				
Geosis.	W2	50	57	54	92			92	106	102	104				
Geosis.	W2	110	111	111	149			149	178	175	177				
Geosis.	W2	175	175	175	199			199	244	241	243				
Geosis.	W2	260	243	255	270			270	325	328	327				
Geosis.	W2	270	268	269	289			289	368	368	368				
Geosis.	W3	51	46	49	75			75	92	91	92				
Geosis.	W3	99	102	101	127			127	178	178	178				
Geosis.	W3	177	175	176	240			240	277	275	276				
Geosis.	W3	177	187	182	257			257	272	275	274				
Geosis.	W3	205	255	230	328			328	357	351	354				
Geosis.	W4	50	51	51	97			97	94	95	95				
Geosis.	W4	155	153	154	178			178	218	215	217				
Geosis.	W4	159	170	165	192			192	240	241	241				
Geosis.	W4	187	188	188	238			238	297	292	295				
Geosis.	W4	204	202	203	264			264	313	311	312				

Clave.	Lab.	IW	e28	e28	e28p	e365	e365	e365p
			1	2		1	2	
Decar		W1	120657		120657			
Decar		W1	140557		140557			
Decar		W1	167080		167080			
Decar		W1	144064		144064			
Decar		W1	171667		171667			
Decar		W2	44210		44210			
Decar		W2	122996		122996			
Decar		W2	185171		185171			
Decar		W2	171058		171058			
Decar		W2	170502		170502			
Decar		W3	103623		103623			
Decar		W3	130532		130532			
Decar		W3	149333		149333			
Decar		W3	149347		149347			
Decar		W3	166392		166392			
Decar		W4	117452		117452			
Decar		W4	151461		151461			
Decar		W4	127137		127137			
Decar		W4	159216		159216			
Decar		W4	169642		169642			

Geosis.		W1	128829	129253	129041			
Geosis.		W1	136675	153195	144935			
Geosis.		W1	158506	165939	162223			
Geosis.		W1	180154	131891	190023			
Geosis.		W1	162994	199879	181437			
Geosis.		W2	115260	103275	109258			
Geosis.		W2	142292	151397	146845			
Geosis.		W2	155184	163369	159277			
Geosis.		W2	177551	173911	175731			
Geosis.		W2	170466	170388	170427			
Geosis.		W3	117182	121419	119301			
Geosis.		W3	145934	145708	145821			
Geosis.		W3	160552	152979	156766			
Geosis.		W3	204580	163196	183893			
Geosis.		W3	177078	178205	177642			
Geosis.		W4	139323	118313	129118			
Geosis.		W4	151639	146872	149256			
Geosis.		W4	145887	146699	146293			
Geosis.		W4	175918	151110	163514			
Geosis.		W4	166594	171644	169119			

Cleve. Lab.	IW	CC cc	CI ci	CU cu	#M	hum G	hum A	Wreal	Rev.	P.V.	I. A.	I. C.
Gpo. Bal.	W1				1	5 10	6 00	173	14 00	2133	25 50	17 50
Gpo. Bal.	W1				2	5 10	6 00	168	15 00	2159	22 50	20 00
Gpo. Bal.	W1				3	5 10	6 00	180	15 00	2177	25 00	20 00
Gpo. Bal.	W1				4	5 10	6 00	181	13 00	2173	25 00	21 00
Gpo. Bal.	W1				5	5 10	6 00	202	15 00	2188	26 50	21 00
Gpo. Bal.	W2				1	6 50	9 90	153	15 00	2079	24 00	21 50
Gpo. Bal.	W2				2	6 50	9 90	153	15 00	2119	24 00	21 50
Gpo. Bal.	W2				3	6 50	9 90	158	14 00	2148	24 50	21 50
Gpo. Bal.	W2				4	6 50	9 90	170	13 00	2188	22 50	21 00
Gpo. Bal.	W2				5	6 50	9 90	162	13 00	2177	22 50	21 00
Gpo. Bal.	W3				1	5 00	8 00	153	16 50	2072	25 50	22 00
Gpo. Bal.	W3				2	5 00	8 00	149	14 00	2130	27 00	22 00
Gpo. Bal.	W3				3	5 00	8 00	153	14 00	2137	28 50	23 00
Gpo. Bal.	W3				4	5 00	8 00	164	15 00	2159	27 50	24 00
Gpo. Bal.	W3				5	5 00	6 00	179	14 50	2166	27 00	24 00
Gpo. Bal.	W4				1	5 20	6 70	155	15 00	2072	18 00	18 00
Gpo. Bal.	W4				2	5 20	6 70	150	15 00	3130	18 50	20 00
Gpo. Bal.	W4				3	5 20	6 70	160	14 00	2144	22 00	20 00
Gpo. Bal.	W4				4	5 20	6 70	170	14 00	2166	20 50	19 50
Gpo. Bal.	W4				5	5 20	6 70	180	16 50	2166	20 00	19 00

Lacosa	W1				1	2 14	9 92	149	13 60	2110		
Lacosa	W1				2	2 14	9 92	162	14 10	2142		
Lacosa	W1				3	2 14	9 92	178	13 90	2160		
Lacosa	W1				4	2 14	9 92	190	13 30	2167		
Lacosa	W1				5	2 14	9 92	205	14 50	2178		
Lacosa	W2				1	1 63	9 66	157	14 50	2103		
Lacosa	W2				2	1 63	9 66	170	14 80	2128		
Lacosa	W2				3	1 63	9 66	183	13 50	2142		
Lacosa	W2				4	1 63	9 66	197	14 60	2157		
Lacosa	W2				5	1 63	9 66	212	15 00	2167		
Lacosa	W3				1	2 27	8 45	164	13 50	2074		
Lacosa	W3				2	2 27	8 45	176	13 50	2099		
Lacosa	W3				3	2 27	8 45	192	14 10	2110		
Lacosa	W3				4	2 27	8 45	209	13 60	2131		
Lacosa	W3				5	2 27	8 45	223	14 00	2149		
Lacosa	W4				1	2 22	9 98	153	14 50	2056		
Lacosa	W4				2	2 22	9 98	167	13 60	2092		
Lacosa	W4				3	2 22	9 98	182	14 70	2110		
Lacosa	W4				4	2 22	9 98	192	14 60	2139		
Lacosa	W4				5	2 22	9 98	207	14 30	2153		

Clave, Lab.	IW	Cur	Gross	Asss	Wnt	vG	vA	%G	%A	W/C	G/A	I/A/C
Gpo. Bal.	W1	157	553	1224	200	237	510	0.32	0.68	1.28	0.47	1.46
Gpo. Bal.	W1	232	681	1054	191	292	439	0.40	0.60	0.82	0.67	1.13
Gpo. Bal.	W1	306	721	949	200	310	396	0.44	0.56	0.65	0.78	1.25
Gpo. Bal.	W1	381	719	874	199	309	364	0.46	0.54	0.52	0.85	1.19
Gpo. Bal.	W1	453	706	811	218	303	338	0.47	0.53	0.48	0.90	1.26
Gpo. Bal.	W2	154	537	1172	216	230	489	0.32	0.68	1.40	0.47	1.12
Gpo. Bal.	W2	230	664	1015	210	285	423	0.40	0.60	0.91	0.67	1.12
Gpo. Bal.	W2	305	709	922	211	304	384	0.44	0.56	0.69	0.79	1.14
Gpo. Bal.	W2	385	718	862	222	308	359	0.46	0.54	0.58	0.86	1.07
Gpo. Bal.	W2	459	706	801	210	303	334	0.48	0.52	0.46	0.91	1.07
Gpo. Bal.	W3	154	543	1189	187	233	495	0.32	0.68	1.22	0.47	1.16
Gpo. Bal.	W3	231	678	1040	180	291	433	0.40	0.60	0.78	0.67	1.23
Gpo. Bal.	W3	304	718	935	180	308	390	0.44	0.56	0.59	0.79	1.24
Gpo. Bal.	W3	381	721	868	189	309	362	0.46	0.54	0.50	0.86	1.15
Gpo. Bal.	W3	454	707	804	201	303	335	0.48	0.52	0.44	0.91	1.13
Gpo. Bal.	W4	153	541	1200	177	232	500	0.32	0.68	1.15	0.46	1.00
Gpo. Bal.	W4	340	995	1543	252	427	643	0.40	0.60	0.74	0.66	0.93
Gpo. Bal.	W4	304	716	944	179	307	394	0.44	0.56	0.59	0.78	1.10
Gpo. Bal.	W4	381	720	877	188	309	365	0.46	0.54	0.49	0.85	1.05
Gpo. Bal.	W4	453	705	811	196	303	338	0.47	0.53	0.43	0.90	1.05

Lacosa	W1	157	568	1197	188	244	499	0.33	0.67	1.20	0.49	
Lacosa	W1	231	696	1028	186	299	428	0.41	0.59	0.81	0.70	
Lacosa	W1	304	736	926	194	316	386	0.45	0.55	0.64	0.82	
Lacosa	W1	378	734	853	202	315	355	0.47	0.53	0.53	0.89	
Lacosa	W1	451	721	792	214	310	330	0.48	0.52	0.47	0.94	
Lacosa	W2	156	567	1132	189	243	497	0.33	0.67	1.21	0.49	
Lacosa	W2	229	692	1021	186	297	425	0.41	0.59	0.81	0.70	
Lacosa	W2	301	732	918	191	314	383	0.45	0.55	0.63	0.82	
Lacosa	W2	375	732	849	201	314	354	0.47	0.53	0.54	0.89	
Lacosa	W2	447	719	788	213	309	328	0.48	0.52	0.48	0.94	
Lacosa	W3	153	554	1182	185	238	493	0.33	0.67	1.21	0.48	
Lacosa	W3	225	677	1012	185	291	422	0.41	0.59	0.82	0.69	
Lacosa	W3	295	714	908	193	306	378	0.45	0.55	0.65	0.81	
Lacosa	W3	369	715	841	207	307	350	0.47	0.53	0.56	0.88	
Lacosa	W3	441	705	784	219	303	326	0.48	0.52	0.50	0.93	
Lacosa	W4	152	552	1164	188	237	485	0.33	0.67	1.23	0.49	
Lacosa	W4	225	678	1001	188	291	417	0.41	0.59	0.83	0.70	
Lacosa	W4	296	717	902	194	308	376	0.45	0.55	0.66	0.82	
Lacosa	W4	373	723	841	202	310	350	0.47	0.53	0.54	0.89	
Lacosa	W4	445	712	782	214	305	326	0.48	0.52	0.48	0.94	

Cleve. Lab.	IW	7r	7r	7rp	28r	28r	28r	20rp	90r	90r	90rp	365r	365r	365r	365p
		1	2		1	2	3		1	2	1	2	3		
Gpo. Bal.	W1	74	70	72	107	87	100	98	116	122	119				
Gpo. Bal.	W1	128	126	127	195	191	197	194	222	226	224				
Gpo. Bal.	W1	223	220	222	258	289	257	268	256	282	269				
Gpo. Bal.	W1	304	296	300	321	378	377	359	363	396	380				
Gpo. Bal.	W1	307	300	264	370	374	375	373	395	409	402				
Gpo. Bal.	W2	70	68	69	98	100	104	101	110	105	108				
Gpo. Bal.	W2	135	129	132	173	174	184	177	203	188	196				
Gpo. Bal.	W2	218	202	210	289	273	263	275	306	320	313				
Gpo. Bal.	W2	285	307	296	352	359	331	347	391	377	384				
Gpo. Bal.	W2	358	349	354	429	417	400	414	434	444	439				
Gpo. Bal.	W3	47	69	58	85	87	91	88	109	104	107				
Gpo. Bal.	W3	132	136	134	174	174	173	173	206	201	204				
Gpo. Bal.	W3	214	216	215	261	252	265	259	275	298	287				
Gpo. Bal.	W3	274	274	274	324	347	334	335	357	388	373				
Gpo. Bal.	W3	333	312	323	372	395	394	387	414	397	406				
Gpo. Bal.	W4	61	64	63	86	73	85	81	103	130	117				
Gpo. Bal.	W4	129	139	134	186	169	217	191	234	258	246				
Gpo. Bal.	W4	230	203	217	257	271	260	263	292	321	307				
Gpo. Bal.	W4	271	284	278	326	343	332	334	388	327	318				
Gpo. Bal.	W4	281	265	273	337	336	357	343	366	351	359				

Lacosa	W1	59	62	61	90	96	94	93	107	108	108				
Lacosa	W1	123	124	124	193	187	192	191	221	222	222				
Lacosa	W1	189	197	193	252	276	275	268	330	318	324				
Lacosa	W1	259	256	258	321	345	341	336	390	376	383				
Lacosa	W1	311	306	309	383	385	385	384	429	432	431				
Lacosa	W2	62	65	64	85	92	96	91	106	105	106				
Lacosa	W2	132	135	134	181	187	190	186	212	226	219				
Lacosa	W2	194	205	200	257	270	273	267	303	316	310				
Lacosa	W2	245	249	248	310	320	324	318	375	373	374				
Lacosa	W2	282	284	283	344	360	349	351	399	390	395				
Lacosa	W3	57	57	57	75	78	90	81	101	103	102				
Lacosa	W3	120	123	122	161	170	165	165	209	203	206				
Lacosa	W3	179	183	181	226	232	229	229	283	296	290				
Lacosa	W3	215	232	224	276	285	304	288	345	352	349				
Lacosa	W3	269	273	271	306	339	342	329	385	399	387				
Lacosa	W4	45	56	51	72	77	78	76	91	91	91				
Lacosa	W4	121	120	121	155	167	160	161	195	197	186				
Lacosa	W4	171	172	172	221	223	232	225	276	275	276				
Lacosa	W4	223	240	232	244	293	303	280	337	346	342				
Lacosa	W4	276	275	276	339	334	335	336	390	399	395				

Clave. Lab.	FW	e28	e28	e20p	e365	e365	e365p
	W4	1	2		1	2	
Gpo. Bal.	W1	103451	122397	112924			
Gpo. Bal.	W1	153187	140524	150856			
Gpo. Bal.	W1	176595	199603	180239			
Gpo. Bal.	W1	178752	158617	168685			
Gpo. Bal.	W1	176168	173603	174886			
Gpo. Bal.	W2	102189	110342	106266			
Gpo. Bal.	W2	195865	147386	171626			
Gpo. Bal.	W2	145323	176234	160779			
Gpo. Bal.	W2	165699	223860	194780			
Gpo. Bal.	W2	182911	185597	184254			
Gpo. Bal.	W3	108850	103788	106319			
Gpo. Bal.	W3	148049	146820	147435			
Gpo. Bal.	W3	167115	168615	167665			
Gpo. Bal.	W3	178791	179465	179128			
Gpo. Bal.	W3	163215	188718	175967			
Gpo. Bal.	W4	123663	112482	118073			
Gpo. Bal.	W4	96191	146612	121402			
Gpo. Bal.	W4	166363	162545	164454			
Gpo. Bal.	W4	141105	143572	142339			
Gpo. Bal.	W4	113253	179932	146593			

Lacosa	W1	110120	108108	109114			
Lacosa	W1	158845	166502	162674			
Lacosa	W1	181809	174764	178287			
Lacosa	W1	181432	182683	182058			
Lacosa	W1	175334	183294	179314			
Lacosa	W2	101892	106254	104073			
Lacosa	W2	155572	142004	148788			
Lacosa	W2	167818	162960	165389			
Lacosa	W2	165284	169718	167501			
Lacosa	W2	173005	168980	170993			
Lacosa	W3	92190	96048	94119			
Lacosa	W3	147489	144982	145236			
Lacosa	W3	153034	156099	154567			
Lacosa	W3	172844	168101	170473			
Lacosa	W3	171166	176196	173681			
Lacosa	W4	91261	82535	86090			
Lacosa	W4	141828	138212	140020			
Lacosa	W4	158355	154030	156193			
Lacosa	W4	171591	162475	167033			
Lacosa	W4	169500	173277	171389			



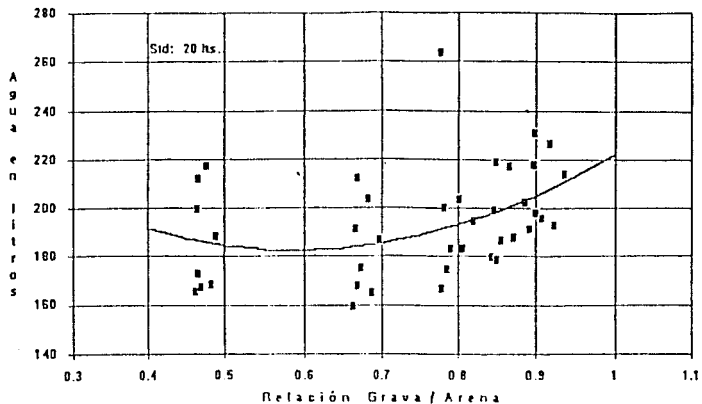
Valores correspondientes a las Gráficas de: Rel. G/A vs. Consumo de Agua (W/m)

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES											
	W1			W2			W3			W4		
	HM	G/A	Wm	HM	G/A	Wm	HM	G/A	Wm	HM	G/A	Wm
Amic	1	0.48	168	1	0.47	159	1	0.48	197	1	0.47	167
Amic	2	0.69	165	2	0.68	170	2	0.69	185	2	0.67	175
Amic	3	0.81	183	3	0.79	170	3	0.81	192	3	0.79	169
Amic	4	0.87	187	4	0.86	183	4	0.89	199	4	0.86	182
Amic	5	0.92	193	5	0.91	195	5	0.93	209	5	0.91	190
Apasco	1	0.46	165	1	0.47	162	1	0.47	163	1	0.47	157
Apasco	2	0.66	159	2	0.67	171	2	0.67	163	2	0.67	169
Apasco	3	0.78	167	3	0.78	177	3	0.78	172	3	0.78	161
Apasco	4	0.84	179	4	0.85	187	4	0.85	178	4	0.85	171
Apasco	5	0.89	191	5	0.90	194	5	0.90	190	5	0.90	182
Carsa	1	0.48	217	1	0.48	202	1	0.48	227	1	0.47	176
Carsa	2	0.68	203	2	0.68	197	2	0.68	212	2	0.67	182
Carsa	3	0.80	204	3	0.80	195	3	0.80	224	3	0.79	180
Carsa	4	0.87	217	4	0.87	210	4	0.88	233	4	0.85	201
Carsa	5	0.92	226	5	0.92	219	5	0.91	233	5	0.90	205
Comesa	1	0.47	167	1	0.48	207	1	0.47	158	1	0.47	156
Comesa	2	0.67	175	2	0.69	199	2	0.67	159	2	0.67	173
Comesa	3	0.79	183	3	0.81	199	3	0.79	172	3	0.79	170
Comesa	4	0.86	186	4	0.88	193	4	0.86	185	4	0.86	177
Comesa	5	0.91	196	5	0.93	199	5	0.91	184	5	0.91	191
Decar	1	0.47	173	1	0.47	159	1	0.47	160	1	0.47	162
Decar	2	0.67	168	2	0.67	153	2	0.67	153	2	0.67	152
Decar	3	0.79	174	3	0.79	164	3	0.79	164	3	0.79	159
Decar	4	0.85	179	4	0.85	179	4	0.85	178	4	0.85	173
Decar	5	0.90	198	5	0.90	186	5	0.90	189	5	0.90	202
Geosis.	1	0.47	212	1	0.47	215	1	0.46	165	1	0.47	217
Geosis.	2	0.67	212	2	0.66	219	2	0.67	160	2	0.66	223
Geosis.	3	0.79	264	3	0.79	231	3	0.79	203	3	0.77	219
Geosis.	4	0.85	219	4	0.85	181	4	0.85	229	4	0.83	188
Geosis.	5	0.90	231	5	0.90	219	5	0.90	210	5	0.89	204
Go. Bal.	1	0.47	200	1	0.47	216	1	0.47	187	1	0.46	177
Go. Bal.	2	0.67	191	2	0.67	210	2	0.67	180	2	0.66	252
Go. Bal.	3	0.78	200	3	0.79	211	3	0.79	180	3	0.78	179
Go. Bal.	4	0.85	199	4	0.86	222	4	0.85	189	4	0.85	188
Go. Bal.	5	0.90	218	5	0.91	210	5	0.91	201	5	0.90	195
Lacosa	1	0.49	188	1	0.49	189	1	0.49	185	1	0.49	188
Lacosa	2	0.70	186	2	0.70	186	2	0.69	135	2	0.70	188
Lacosa	3	0.82	194	3	0.82	191	3	0.81	193	3	0.82	194
Lacosa	4	0.89	202	4	0.89	201	4	0.88	207	4	0.89	202
Lacosa	5	0.94	214	5	0.94	213	5	0.93	219	5	0.94	214
Regresión:	P A R A B O L I C A											
Ecuación:	$\text{Agua} = a0 + (a1 * (G/A)) + (a2 * ((G/A)^2))$											
a0	266			289			281			187		
a1	-281			-318			-358			-52		
a2	238			247			251			65		

VALORES DE ECUACION				
G/A	W1	W2	W3	W4
0.40	191	200	186	176
0.45	187	195	181	177
0.50	185	190	178	177
0.55	183	188	176	178
0.60	183	186	175	179
0.65	184	185	176	180
0.70	185	186	178	182
0.75	189	188	182	184
0.80	193	191	188	187
0.85	199	195	195	189
0.90	205	201	203	192
0.95	213	208	213	196
1.00	222	216	225	199

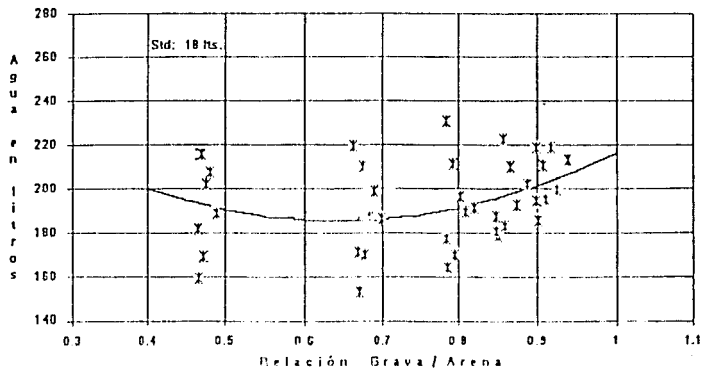
GRAFICA Relación Grava / Arena VS. Consumo de Agua

AGUA POTABLE

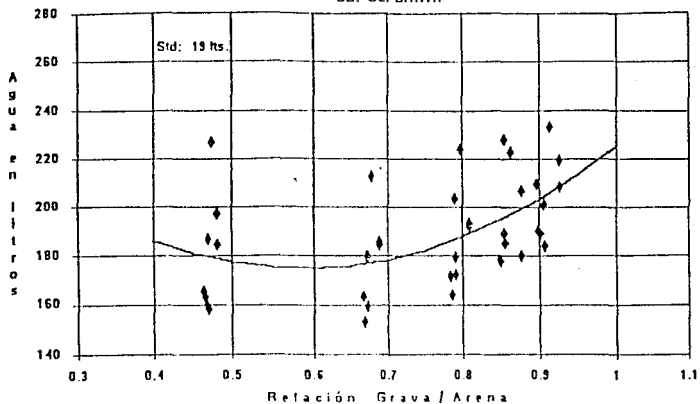


GRAFICA Relación Grava / Arena VS. Consumo de Agua

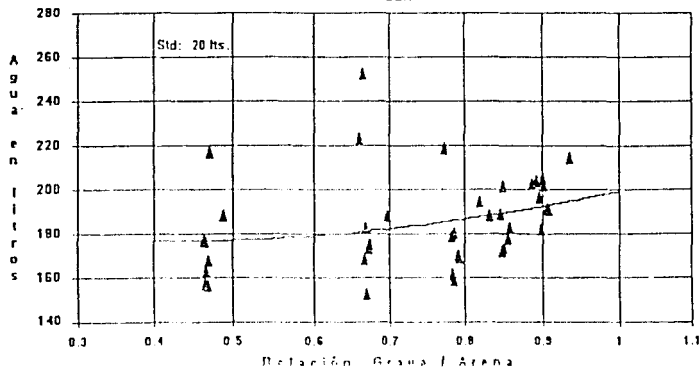
CERRO DE LA ESTRELLA



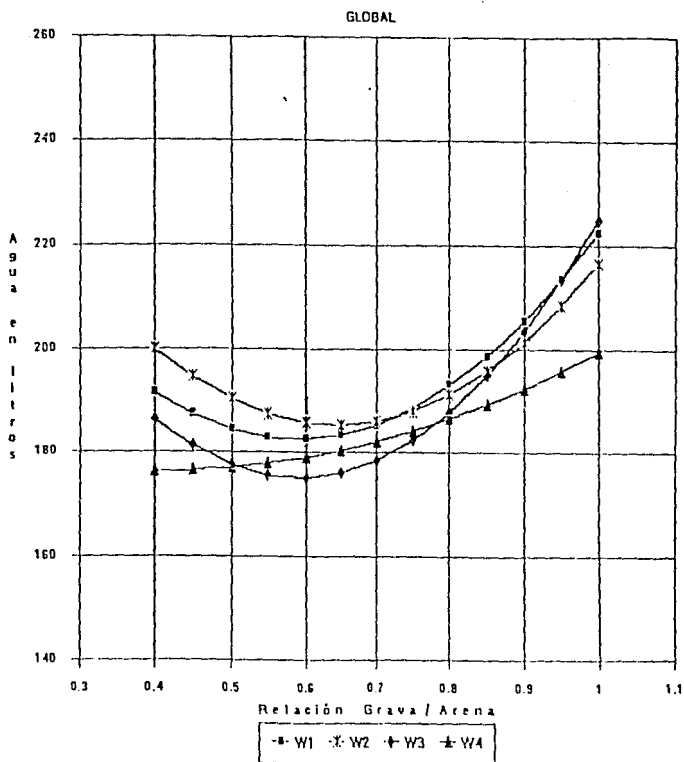
GRAFICA Relación Grava / Arena VS. Consumo de Agua  
CD. DEPORTIVA



GRAFICA Relación Grava / Arena VS. Consumo de Agua  
ARAGON

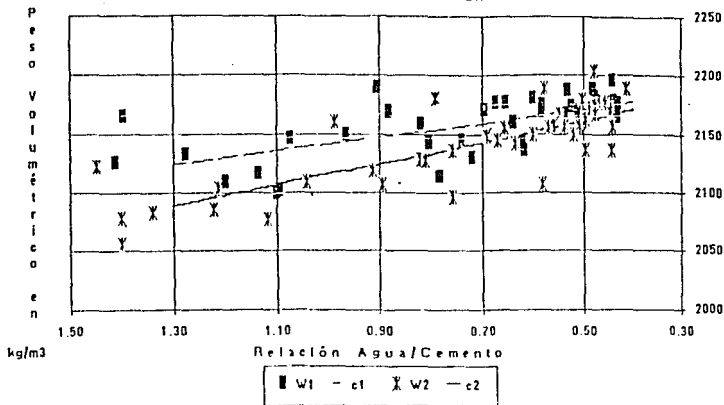


GRAFICA Relación Grava / Arena VS. Consumo de Agua

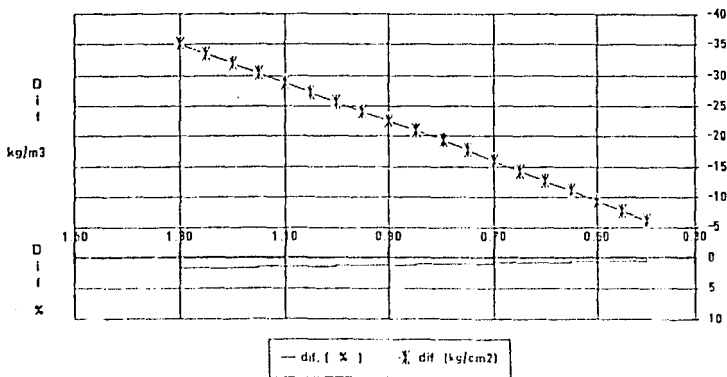




DIFERENCIA DE PESO VOLUMETRIC  
CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE

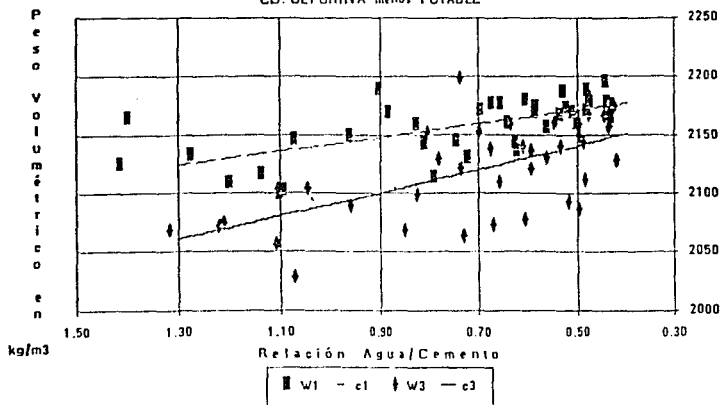
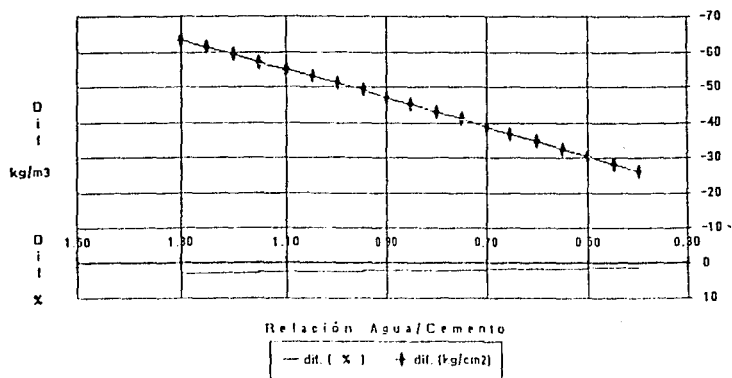


Diferencia en kg/m<sup>3</sup> y en %



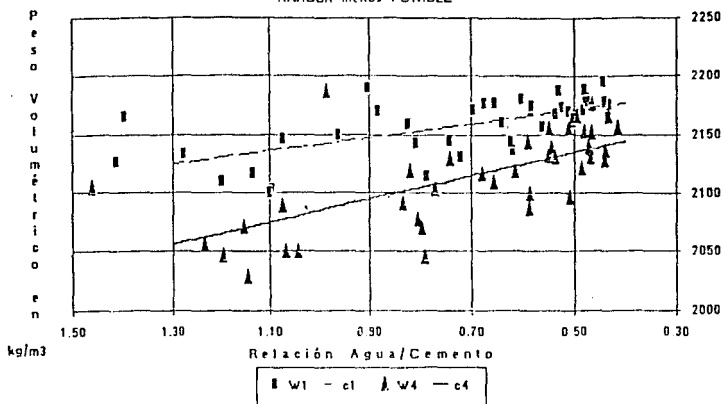
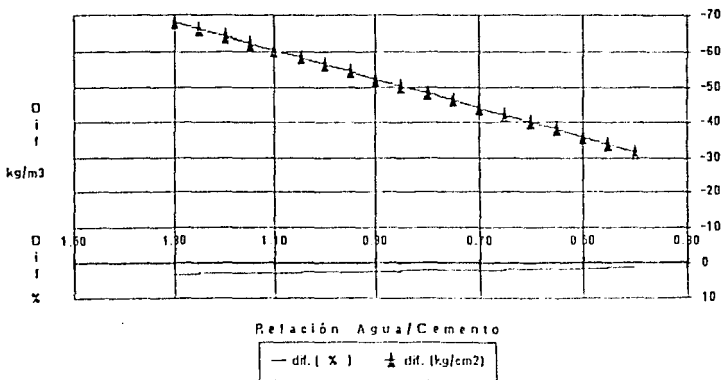
## DIFERENCIA DE PESO VOLUMETRICO

CD. DEPORTIVA menos POTABLE

Diferencia en kg/m<sup>3</sup> y en %

## DIFERENCIA DE PESO VOLUMETRICO

ARAGON menos POTABLE

Diferencia en kg/m<sup>3</sup> y en %



Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión del Peso Volumétrico con respecto al modelo

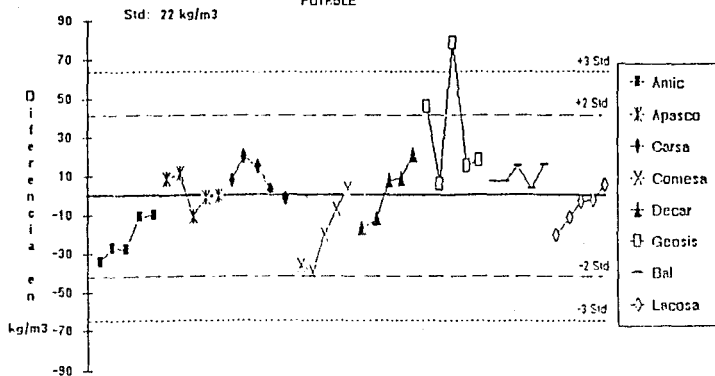
Clave Lab.	VALORES PUNTALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																
	W1				W2				W3				W4				
	HM	W/C	P. V.	EC. 1	DI. 1	W/C	P. V.	EC. 2	DI. 2	W/C	P. V.	EC. 3	DI. 3	W/C	P. V.	EC. 4	DI. 4
Amic	1	1.09	2102	2136	-34	1.12	2078	2106	-28	1.32	2058	2050	8	1.15	2029	2071	-42
Amic	2	0.72	2131	2158	-27	0.76	2057	2138	-41	0.85	2068	2105	-37	0.80	2078	2105	-27
Amic	3	0.62	2136	2164	-28	0.58	2107	2154	-47	0.67	2073	2123	-50	0.59	2097	2126	-39
Amic	4	0.50	2160	2171	-11	0.59	2136	2162	-26	0.50	2097	2141	-54	0.51	2097	2134	-37
Amic	5	0.43	2165	2175	-10	0.45	2136	2166	-30	0.48	2112	2142	-30	0.44	2136	2141	-5
Apasco	1	1.07	2146	2138	8	1.22	2065	2036	-10	1.11	2057	2020	-23	1.07	2050	2079	-29
Apasco	2	0.70	2171	2159	12	0.76	2136	2137	-1	0.73	2121	2117	4	0.79	2046	2106	-60
Apasco	3	0.56	2157	2167	-10	0.60	2150	2152	-2	0.59	2121	2131	-10	0.55	2132	2130	2
Apasco	4	0.48	2171	2172	-1	0.51	2157	2161	-4	0.49	2143	2142	1	0.47	2139	2138	1
Apasco	5	0.43	2175	2175	0	0.44	2157	2165	-9	0.44	2157	2147	10	0.41	2157	2143	14
Carsa	1	1.41	2126	2118	8	1.34	2063	2055	-3	1.54	2047	2038	9	1.20	2047	2066	-19
Carsa	2	0.66	2169	2149	21	0.62	2123	2132	-3	0.66	2050	2034	-4	0.62	2119	2105	16
Carsa	3	0.67	2176	2161	15	0.66	2155	2147	8	0.74	2139	2117	62	0.61	2119	2123	-4
Carsa	4	0.58	2169	2166	3	0.57	2155	2155	0	0.61	2140	2150	10	0.55	2155	2150	25
Carsa	5	0.51	2169	2170	-1	0.50	2162	2162	0	0.53	2140	2137	3	0.47	2140	2138	2
Comesa	1	1.10	2100	2135	-36	1.31	2057	2038	-52	1.07	2028	2063	-45	1.05	2150	2061	-31
Comesa	2	0.79	2114	2154	-40	0.66	2107	2139	-22	0.73	2064	2117	-53	0.69	2071	2105	-34
Comesa	3	0.62	2143	2164	-21	0.62	2143	2151	-8	0.60	2078	2130	-52	0.58	2100	2126	-26
Comesa	4	0.50	2164	2171	-7	0.51	2150	2161	-11	0.52	2133	2139	-46	0.49	2121	2136	-15
Comesa	5	0.44	2178	2174	4	0.44	2171	2167	4	0.42	2128	2149	-20	0.44	2128	2141	-13
Decar	1	1.14	2117	2134	-17	1.04	2110	2112	-2	1.05	2103	2066	17	1.07	2069	2078	11
Decar	2	0.74	2145	2157	-12	0.67	2149	2146	-1	0.67	2139	2123	15	0.69	2117	2117	0
Decar	3	0.58	2174	2166	8	0.55	2167	2157	10	0.55	2160	2136	24	0.54	2131	2131	0
Decar	4	0.48	2161	2172	9	0.49	2174	2163	11	0.48	2167	2143	24	0.47	2152	2138	14
Decar	5	0.44	2195	2174	21	0.41	2188	2169	19	0.43	2174	2148	26	0.47	2131	2138	-7
Geosis.	1	1.40	2165	2119	46	1.45	2122	2076	46	1.10	2103	2000	23	1.46	2105	2041	64
Geosis.	2	0.96	2150	2144	6	0.99	2160	2117	43	0.80	2152	2110	42	0.93	2187	2086	101
Geosis.	3	0.90	2190	2147	79	0.73	2160	2135	45	0.70	2152	2121	31	0.77	2104	2106	-4
Geosis.	4	0.60	2180	2165	15	0.43	2204	2163	41	0.63	2159	2127	32	0.51	2155	2134	21
Geosis.	5	0.53	2187	2169	18	0.50	2179	2161	18	0.48	2172	2142	30	0.43	2176	2138	38
Gpo. Bal.	1	1.28	2133	2126	7	1.40	2079	2091	-2	1.22	2072	2069	3	1.15	2072	2070	2
Gpo. Bal.	2	0.82	2159	2152	7	0.51	2113	2124	-5	0.76	2130	2112	18	0.74	2130	2111	19
Gpo. Bal.	3	0.65	2177	2162	15	0.69	2148	2144	4	0.59	2137	2131	6	0.59	2144	2126	18
Gpo. Bal.	4	0.52	2173	2169	4	0.58	2188	2154	34	0.50	2159	2141	18	0.49	2165	2135	31
Gpo. Bal.	5	0.48	2188	2172	16	0.45	2177	2165	12	0.44	2166	2146	20	0.43	2166	2142	24
Lacosa	1	1.20	2110	2130	-20	1.21	2103	2057	6	1.21	2074	2070	4	1.23	2056	2063	-7
Lacosa	2	0.81	2142	2153	-11	0.61	2128	2133	-5	0.82	2039	2100	-9	0.63	2092	2102	-10
Lacosa	3	0.64	2160	2163	-3	0.63	2142	2149	-7	0.65	2110	2125	-15	0.66	2110	2119	-9
Lacosa	4	0.53	2167	2169	-2	0.54	2157	2159	-1	0.56	2131	2134	-3	0.54	2139	2131	8
Lacosa	5	0.47	2178	2172	6	0.48	2157	2153	4	0.50	2143	2141	8	0.46	2153	2137	16
STD. (k/m3)					22				22				30				29
Regresión:																	
Ecuación:																	
m		0.97				0.96				0.95				0.95			
b		2209				2208				2191				2195			

LOGARITMICA

$$P.V. = b * ((m * (W/C)))$$

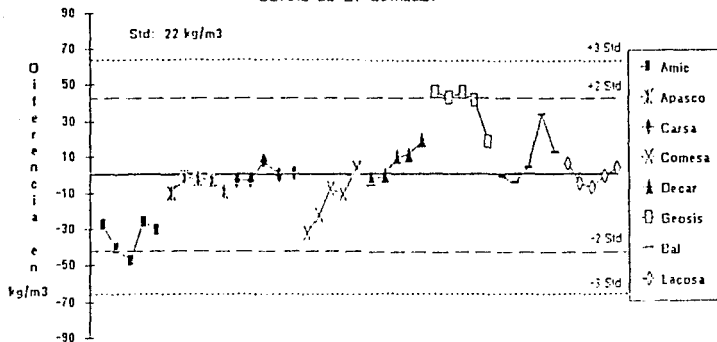
DISPERSION DEL PESO VOLUMETRIC EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (P.V. vs. W/C)

POTABLE



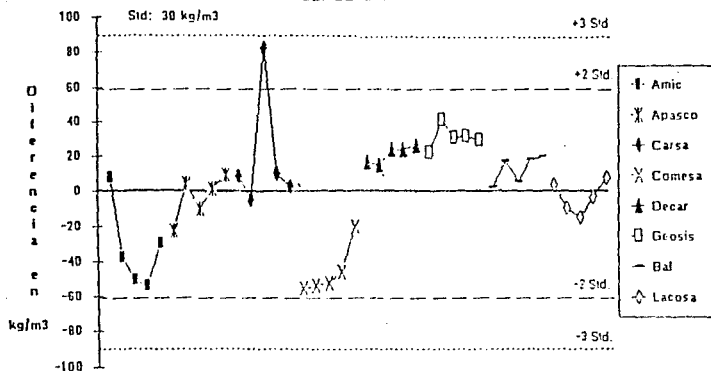
DISPERSION DEL PESO VOLUMETRIC EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (P.V. vs. W/C)

CERCO DE LA ESTRELLA



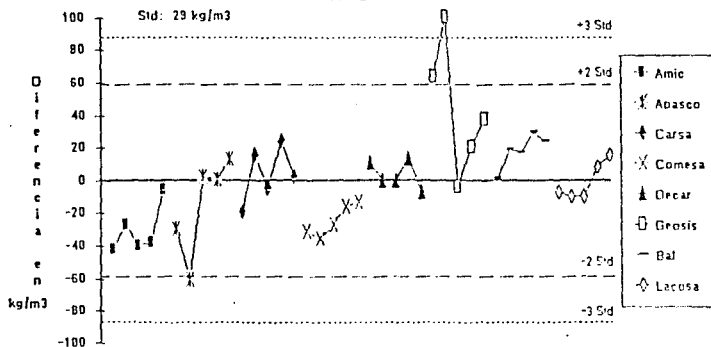
DISPERSION DEL PESO VOLUMETRICO EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (P.V. vs. W/C)

CD. DEPORIVA



DISPERSION DEL PESO VOLUMETRICO EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (P.V. vs. W/C)

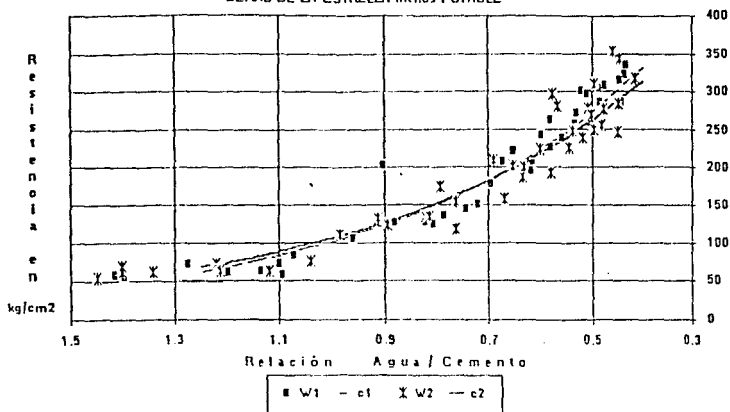
ARAGON



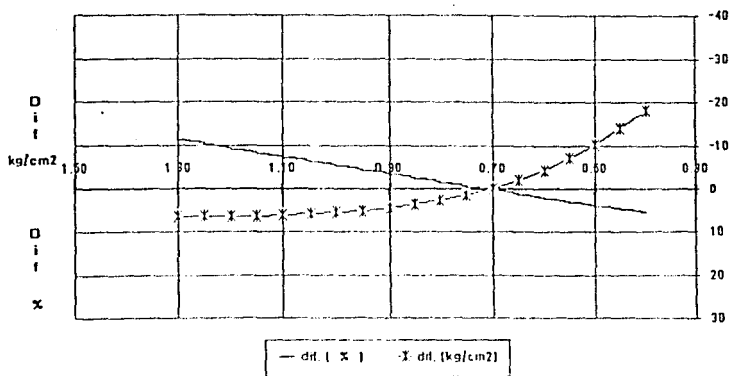


### DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 7 DÍAS

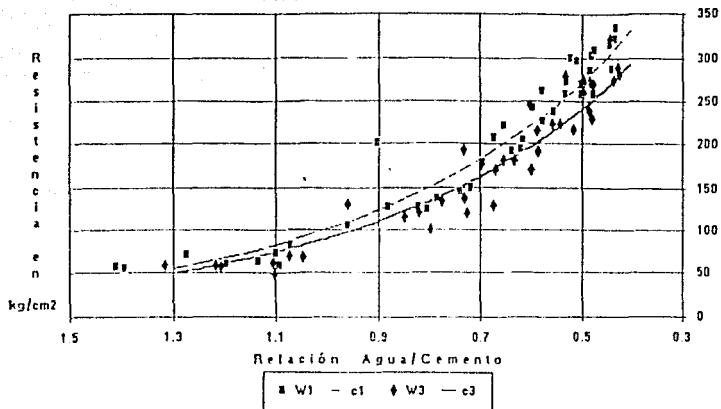
CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE



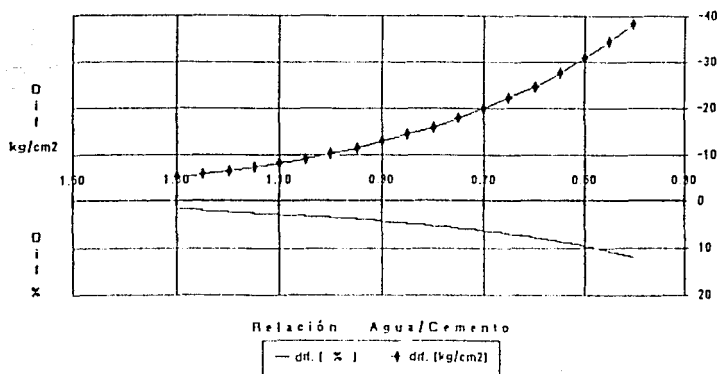
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



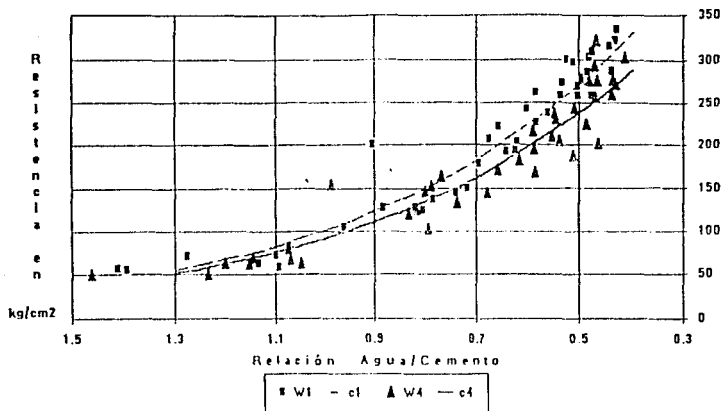
DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 7 DIAS  
 CD. DEPORTIVA menos POTABLE



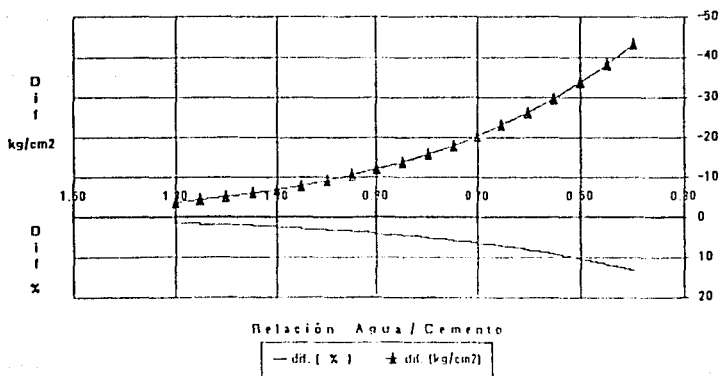
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 7 DIAS  
ARAGON menos POTABLE



Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %

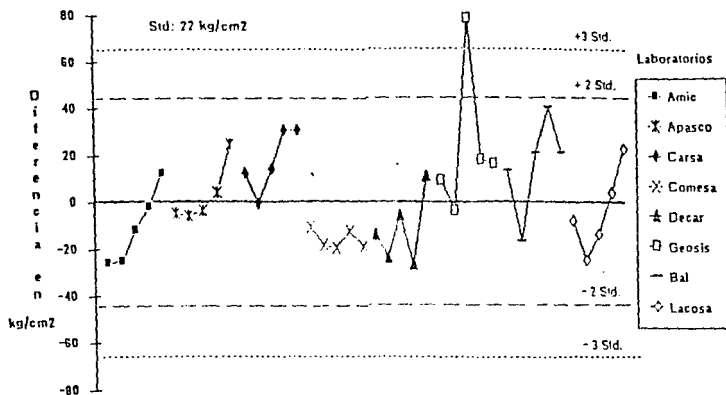


Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión de la Resistencia a 7 DIAS con respecto al modelo

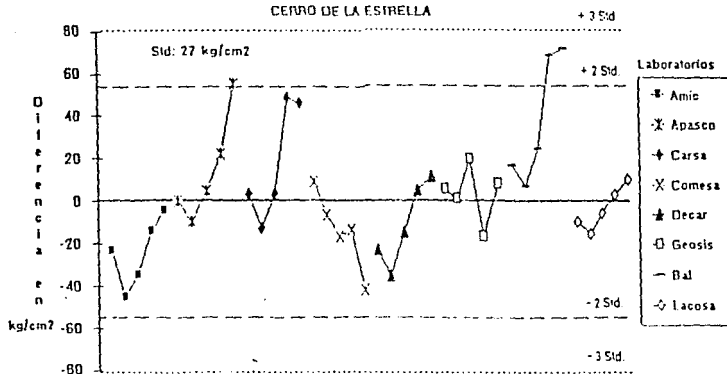
Clave Lab.	VALORES PUNTUALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																
	W1				W2				W3				W4				
	RM	W/C	fc	EC. 1	DM. 1	W/C	fc	EC. 2	DM. 2	W/C	fc	EC. 3	DM. 3	W/C	fc	EC. 4	DM. 4
Amic	1	1.09	58	84	-26	1.12	64	65	-23	1.32	59	49	10	1.15	70	70	0
Amic	2	0.72	150	175	-25	0.76	119	163	-45	0.65	115	122	-8	0.80	147	134	13
Amic	3	0.62	204	216	-12	0.59	192	226	-34	0.67	170	173	-3	0.59	195	202	-7
Amic	4	0.50	269	271	-2	0.50	249	253	-4	0.50	259	242	17	0.51	243	234	9
Amic	5	0.42	323	310	12	0.45	284	288	-4	0.48	272	248	24	0.44	278	268	10
Apasco	1	1.07	83	88	-5	1.22	72	72	0	1.11	61	74	-13	1.27	58	81	-13
Apasco	2	0.70	179	184	-6	0.76	154	163	-9	0.73	137	152	-16	0.79	152	137	15
Apasco	3	0.56	238	241	-4	0.60	223	219	5	0.59	191	202	-11	0.55	210	217	-7
Apasco	4	0.48	285	281	4	0.51	279	257	22	0.49	239	246	-8	0.47	257	252	5
Apasco	5	0.42	336	311	25	0.44	344	289	55	0.44	274	273	1	0.43	304	260	24
Carsa	1	1.41	57	45	12	1.34	62	66	3	1.54	53	32	21	1.20	64	63	0
Carsa	2	0.88	127	127	-1	0.72	134	145	-13	0.66	130	99	32	0.62	126	130	-4
Carsa	3	0.67	208	193	14	0.65	201	198	3	0.74	193	152	41	0.61	183	192	-9
Carsa	4	0.58	262	231	31	0.57	260	232	28	0.51	246	196	50	0.55	237	217	20
Carsa	5	0.51	297	266	31	0.53	309	272	46	0.53	279	226	53	0.47	293	251	42
Comesa	1	1.10	73	83	-10	1.31	62	62	0	1.07	70	78	-9	1.25	64	84	-20
Comesa	2	0.79	126	154	-16	0.85	123	129	-6	0.73	119	154	-26	0.80	104	136	-32
Comesa	3	0.62	194	214	-20	0.62	189	205	-17	0.60	170	198	-28	0.59	169	203	-34
Comesa	4	0.50	258	271	-13	0.51	239	252	-13	0.52	217	232	-15	0.49	225	244	-19
Comesa	5	0.44	297	305	-19	0.44	246	257	-42	0.42	281	280	1	0.44	281	267	-6
Decar	1	1.14	64	77	-14	1.04	76	69	-23	1.05	69	83	-14	1.27	61	80	1
Decar	2	0.74	145	168	-24	0.67	158	133	-25	0.67	129	171	-47	0.59	145	159	-25
Decar	3	0.58	226	231	-5	0.55	226	241	-15	0.55	223	220	3	0.54	205	222	-17
Decar	4	0.49	259	284	-26	0.49	278	272	6	0.49	269	251	17	0.47	277	253	23
Decar	5	0.44	315	304	11	0.41	317	295	12	0.43	288	278	10	0.47	322	253	68
Geosis.	1	1.40	56	46	9	1.45	54	48	6	1.10	49	74	-26	1.46	51	38	12
Geosis.	2	0.96	106	109	-3	0.99	111	109	2	0.80	101	124	-24	0.85	154	94	60
Geosis.	3	0.80	201	122	79	0.73	175	154	21	0.70	176	154	12	0.77	155	142	23
Geosis.	4	0.60	242	223	18	0.48	255	271	-16	0.63	182	186	-4	0.51	166	233	-46
Geosis.	5	0.52	272	256	16	0.50	268	260	9	0.46	230	250	-20	0.47	203	254	-51
Gpo. Bal.	1	1.28	72	59	13	1.40	69	52	17	1.22	58	58	-1	1.15	63	69	-6
Gpo. Bal.	2	0.82	127	144	-17	0.91	137	125	7	0.78	134	140	-6	0.74	134	150	-16
Gpo. Bal.	3	0.65	222	200	21	0.63	210	185	25	0.59	215	202	13	0.58	217	202	15
Gpo. Bal.	4	0.52	300	259	41	0.58	295	227	69	0.50	274	242	32	0.49	279	241	37
Gpo. Bal.	5	0.48	304	282	21	0.48	354	297	72	0.44	323	268	54	0.42	273	271	2
Lacosa	1	1.20	61	68	-6	1.21	64	73	-9	1.21	57	60	-3	1.23	51	59	-8
Lacosa	2	0.81	124	149	-25	0.81	134	149	-15	0.82	122	129	-7	0.83	121	126	-6
Lacosa	3	0.64	193	205	-12	0.62	200	205	-6	0.65	191	179	12	0.65	172	177	-5
Lacosa	4	0.53	258	253	4	0.54	248	244	3	0.56	224	214	10	0.54	232	219	12
Lacosa	5	0.47	309	286	23	0.49	293	272	11	0.50	271	245	26	0.49	275	247	29
STD. (W/C?)					22				27				24				25
Regresión:	LOGARITMICA																
Ecuación:	$fc = b * ((m^x (W/C)))$																
m	0.14				0.17				0.14				0.15				
b	729				640				630				616				



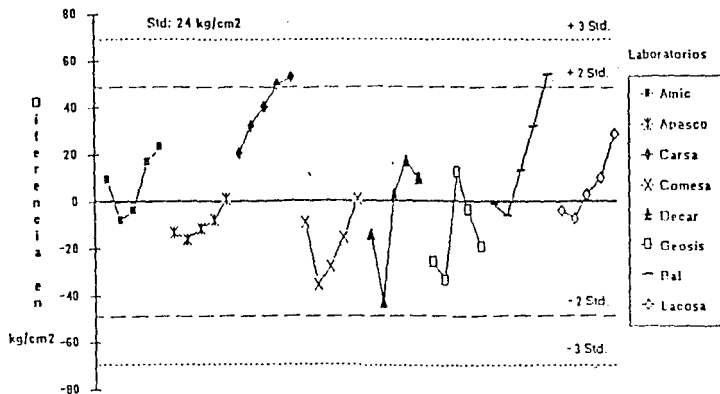
DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO  
POTABLE



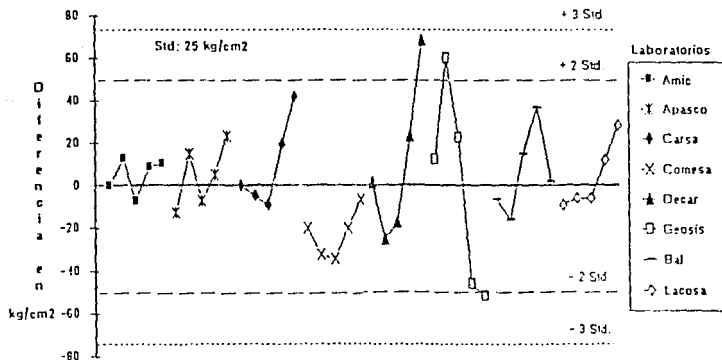
DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO  
CERRO DE LA ESTRELLA



DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO  
C.D. DEPORTIVA



DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO  
ARAGON



Valores correspondientes a las Gráficas de: Consumo de Cemento vs. Resistencia (fc) a 7 DIAS

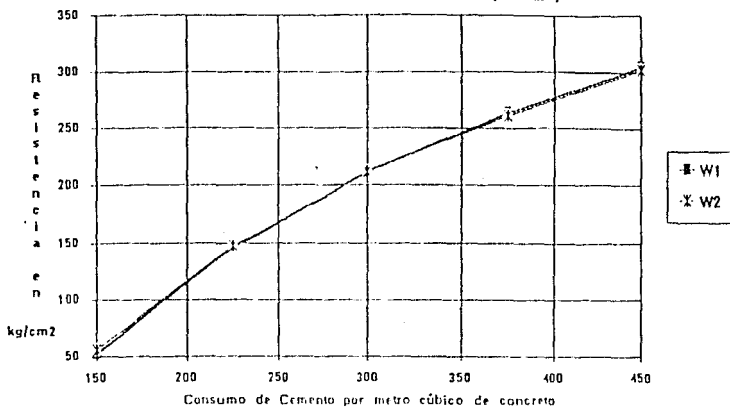
Clave Lab.	VALORES PUNTUALES								
	HM	W1		W2		W3		W4	
		Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc
Amic	1	154	58	151	64	150	59	145	70
Amic	2	228	150	223	119	219	115	216	147
Amic	3	297	204	293	192	287	170	289	195
Amic	4	374	269	368	249	362	259	376	243
Amic	5	446	323	437	254	431	272	435	276
Apasco	1	154	63	149	72	147	61	147	68
Apasco	2	229	173	224	154	222	137	212	152
Apasco	3	290	238	295	232	291	191	293	210
Apasco	4	371	255	358	279	356	239	355	257
Apasco	5	442	336	438	244	437	274	438	304
Carsa	1	154	57	151	62	147	53	147	64
Carsa	2	230	127	226	124	221	130	222	126
Carsa	3	303	208	299	201	305	199	292	192
Carsa	4	373	262	370	210	368	246	367	227
Carsa	5	443	292	441	309	437	279	434	293
Comesa	1	152	73	149	62	147	70	149	64
Comesa	2	222	136	222	133	219	119	216	104
Comesa	3	295	194	295	163	287	175	291	169
Comesa	4	371	259	371	235	358	217	355	225
Comesa	5	444	287	446	246	436	231	434	261
Decar	1	152	64	153	76	152	69	151	91
Decar	2	226	145	228	156	227	119	225	145
Decar	3	300	226	301	226	300	229	295	205
Decar	4	374	256	374	278	372	263	371	277
Decar	5	445	315	449	317	444	289	432	322
Geosis	1	152	56	149	64	150	49	149	51
Geosis	2	220	106	222	111	225	101	225	154
Geosis	3	292	201	291	175	292	176	284	165
Geosis	4	365	242	376	255	360	192	367	188
Geosis	5	435	272	436	269	436	220	436	202
Gpo. Bal.	1	157	72	154	69	154	59	153	62
Gpo. Bal.	2	232	127	230	152	231	134	230	154
Gpo. Bal.	3	305	222	305	210	304	215	304	217
Gpo. Bal.	4	381	300	385	286	381	274	381	278
Gpo. Bal.	5	453	304	459	354	454	323	453	273
Lacosa	1	157	61	156	64	153	57	152	51
Lacosa	2	231	124	229	134	225	122	225	121
Lacosa	3	304	193	301	200	295	191	296	172
Lacosa	4	378	259	375	249	369	224	373	222
Lacosa	5	451	309	447	262	441	271	445	276
Regresión:	LOGARITMICA								
Ecuación:	fc = m * Log(Cem) + b								
	despejando Cem:								
	$Cem = 10^{((fc - b) / m)}$								
m	532	518	447	445					
b	-1166	-1072	-957	-815					

VALORES DE ECUACION				
Cem	W1	W2	W3	W4
fc	fc	fc	fc	fc
150	52	55	51	60
225	145	146	135	129
300	212	211	195	195
375	263	261	241	226
450	306	302	279	274

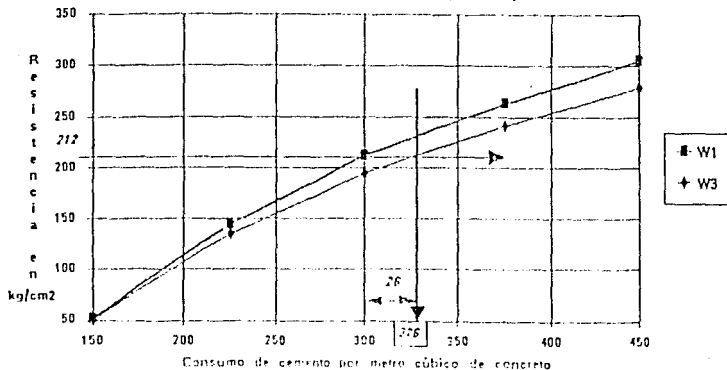
SOPRECONSUMOS DE CEMENTO, AL USAR AGUAS IRATADAS, PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA QUE SE OBTIENE AL UTILIZAR AGUA POTABLE										
(En kgs. por m <sup>3</sup> y en %)										
W1	Con	Con	W2-W1	Con	W3-W1	Con	W4-W1			
fc	W1	W2	/m <sup>3</sup>	W3	/m <sup>3</sup>	W4	/m <sup>3</sup>			
52	155	146	-2	-13	150	65	03	144	-6	-40
145	225	224	-1	-04	237	12	53	233	8	36
212	300	301	1	03	326	26	07	228	28	93
263	375	378	3	08	418	42	115	427	52	139
306	450	456	6	13	512	62	139	509	50	178

Se calcula el valor de fc del W1, para los consumos de 150, 225, 300, 375 y 450 kg. de Cem. Estos valores se sustituyen en las Ecuaciones de W2, W3 y W4 para encontrar el Consumo de Cemento y se obtiene la diferencia con los Teóricos como nos da el valor del Sobreconsumo

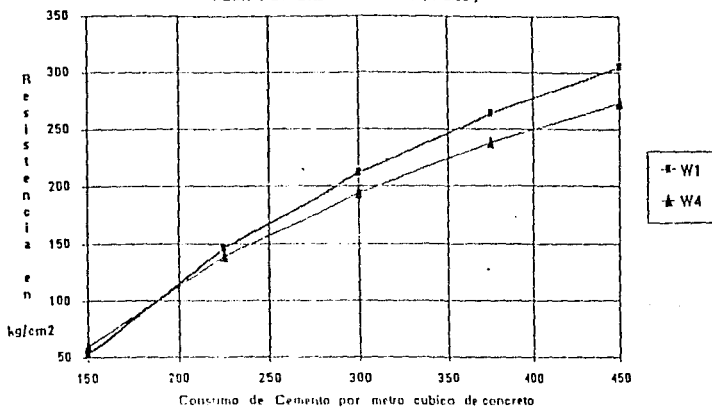
CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
 AGUA POTABLE vs. CERRO DE LA ESTRELLA ( 7 días )



CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
 AGUA POTABLE vs. CD. DEPORTIVA ( 7 días )

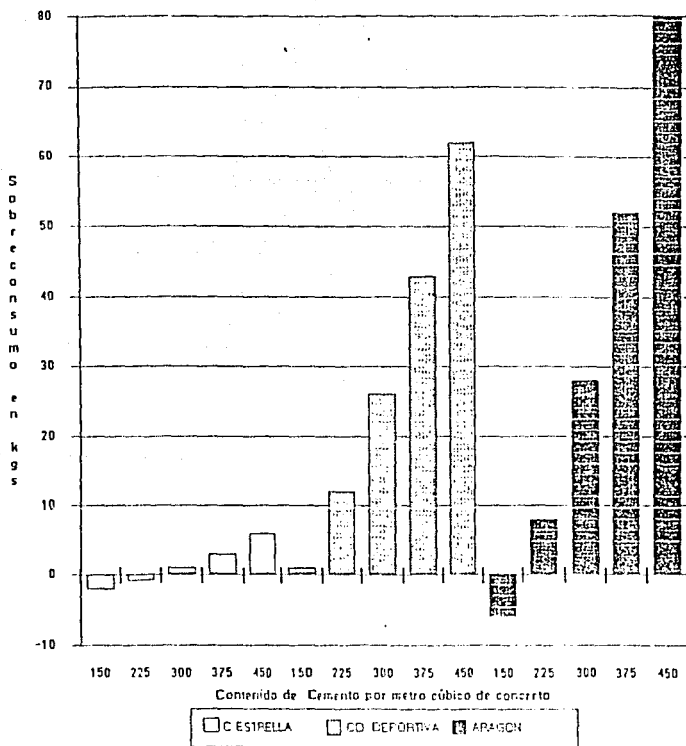


CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
AGUA POTABLE vs. ARAGON (7 dias)



SOBRECONSUMO DE CEMENTO PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA

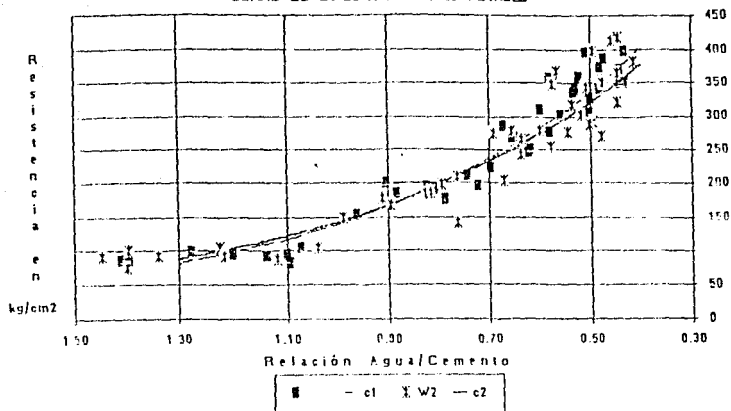
A 7 DIAS CON RESPECTO AL AGUA POTABLE



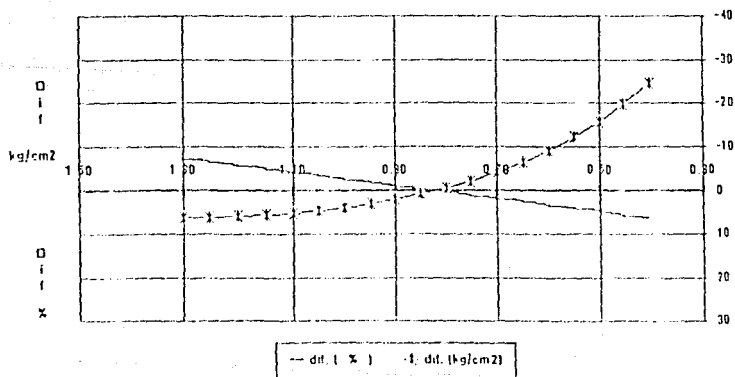
Valores correspondientes a las Gráficas de: Relación W/C vs. Resistencia (fc) a 28 DIAS

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES								VALORES DE ECUACION Y DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE [En kgf/cm <sup>2</sup> y en %]											
	HM	W1		W2		W3		W4		W/C	fc	w2	w2-w1	w3	w3-w1	w4	w4-w1			
		W/C	fc	W/C	fc	W/C	fc	W/C	fc									fc	%	fc
Amic	1	1.09	81	1.12	87	1.32	85	1.15	97	0.40	493	278	-24	6.08	358	-44	11.00	349	-53	13.71
Amic	2	0.72	195	0.76	141	0.85	138	0.80	179	0.45	359	349	-20	5.37	328	-40	10.02	321	-47	11.79
Amic	3	0.62	251	0.58	254	0.67	210	0.59	241	0.50	337	322	-16	4.66	301	-37	9.12	295	-42	10.51
Amic	4	0.50	329	0.50	292	0.50	323	0.51	289	0.55	303	297	-12	3.94	275	-33	8.31	271	-38	9.37
Amic	5	0.43	350	0.45	365	0.48	328	0.44	360	0.60	263	274	-9	3.22	252	-30	7.56	249	-34	8.34
Apasco	1	1.07	105	1.22	103	1.11	95	1.07	92	0.65	259	252	-6	2.49	231	-28	6.89	229	-30	7.42
Apasco	2	0.70	224	0.76	209	0.73	185	0.73	200	0.70	237	233	-4	1.76	212	-25	6.27	210	-27	6.60
Apasco	3	0.55	300	0.60	278	0.59	277	0.55	270	0.75	217	215	-2	1.02	194	-23	5.71	193	-24	5.86
Apasco	4	0.48	341	0.51	343	0.49	309	0.47	320	0.80	199	198	-1	0.27	178	-21	5.20	178	-21	5.19
Apasco	5	0.43	397	0.44	419	0.44	341	0.41	357	0.85	182	183	1	-0.46	163	-19	4.73	163	-19	4.60
Carsa	1	1.41	86	1.34	91	1.54	82	1.20	93	0.90	165	168	2	-1.23	149	-17	4.31	150	-16	4.07
Carsa	2	0.68	184	0.82	163	0.95	178	0.82	175	0.95	152	155	3	-2.00	137	-16	3.92	138	-14	3.60
Carsa	3	0.67	264	0.66	279	0.74	256	0.61	265	1.00	159	143	4	-2.76	125	-14	3.57	127	-13	3.17
Carsa	4	0.58	357	0.57	368	0.61	316	0.55	313	1.05	119	122	3	-3.54	115	-13	3.25	116	-11	2.79
Carsa	5	0.51	395	0.50	397	0.53	360	0.47	364	1.10	117	122	5	-4.22	105	-12	2.56	107	-10	2.46
Comesa	1	1.10	94	1.31	75	1.07	77	1.08	85	1.15	107	112	5	-5.10	95	-11	2.69	98	-9	2.16
Comesa	2	0.79	176	0.65	167	0.73	148	0.59	150	1.20	98	104	6	-5.69	65	-10	2.45	50	-8	1.69
Comesa	3	0.62	245	0.62	242	0.60	209	0.55	226	1.25	90	96	6	-6.69	61	-9	2.23	63	-7	1.65
Comesa	4	0.50	304	0.51	303	0.52	263	0.49	292	1.30	82	88	6	-7.49	74	-8	2.03	76	-6	1.44
Comesa	5	0.44	349	0.44	322	0.42	320	0.44	329											
Decar	1	1.14	93	1.04	104	1.05	94	1.07	99											
Decar	2	0.74	212	0.67	205	0.67	179	0.69	173											
Decar	3	0.58	276	0.55	276	0.55	275	0.54	236											
Decar	4	0.48	346	0.48	355	0.48	333	0.47	324											
Decar	5	0.44	369	0.41	381	0.43	343	0.47	380											
Geosis.	1	1.40	86	1.45	92	1.10	75	1.46	97											
Geosis.	2	0.96	153	0.99	149	0.80	127	0.99	178											
Geosis.	3	0.90	201	0.79	199	0.70	240	0.77	192											
Geosis.	4	0.60	310	0.48	270	0.63	257	0.51	238											
Geosis.	5	0.53	341	0.50	289	0.48	328	0.47	264											
Gpo. Bal.	1	1.28	98	1.40	101	1.22	89	1.15	81											
Gpo. Bal.	2	0.82	194	0.91	177	0.78	173	0.74	191											
Gpo. Bal.	3	0.65	268	0.69	275	0.59	259	0.55	263											
Gpo. Bal.	4	0.52	359	0.58	347	0.50	335	0.49	334											
Gpo. Bal.	5	0.48	373	0.46	414	0.44	387	0.43	343											
Lacosa	1	1.20	93	1.21	91	1.21	91	1.23	76											
Lacosa	2	0.81	191	0.81	166	0.82	165	0.63	161											
Lacosa	3	0.64	268	0.63	267	0.65	229	0.66	225											
Lacosa	4	0.53	325	0.54	318	0.56	289	0.54	280											
Lacosa	5	0.47	384	0.48	351	0.50	329	0.48	336											
Regresión:	LOGARITMICA																			
Ecuación:	$fc = b * ((m * (W/C))$																			
m	0.17		0.20		0.17		0.18													
b	816		722		723		687													

DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 28 DIAS  
CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE



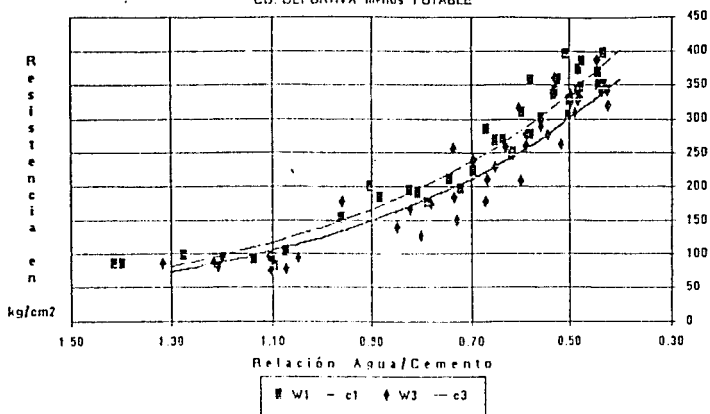
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



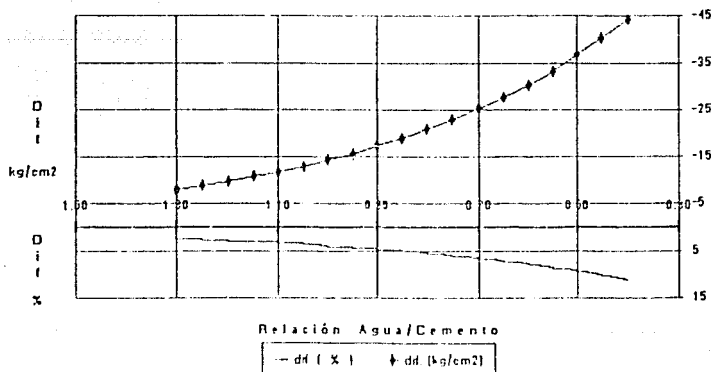


### DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 28 DÍAS

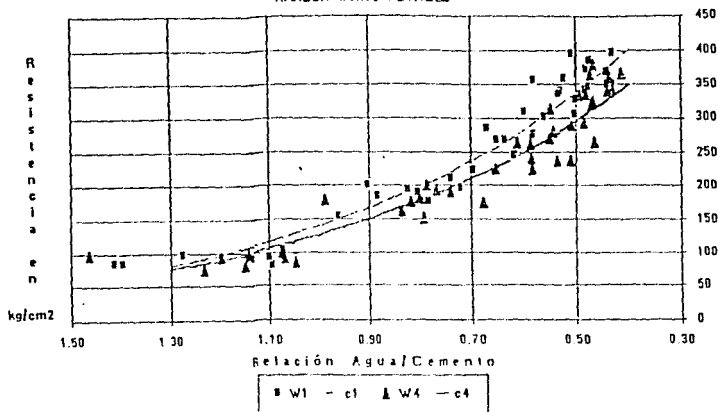
CO. DEPORTIVA menos POTABLE



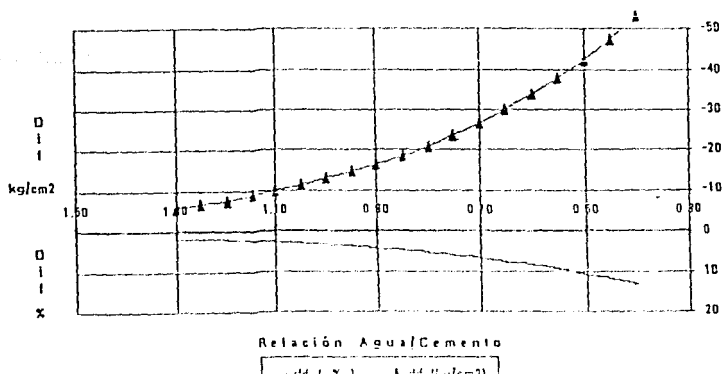
### Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 28 DIAS  
ARAGON menos POTABLE



Diferencia en kg/cm2 y en %

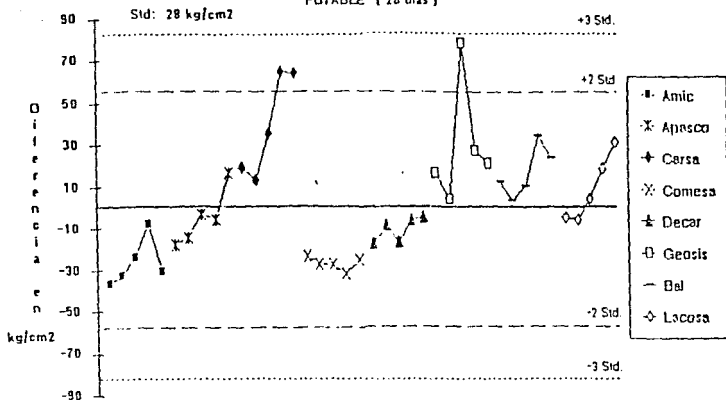


Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión de la Resistencia a 28 DIAS con respecto al modelo

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																
	W1				W2				W3				W4				
	HM	W/C	fc	EC. 1	Diff. 1	W/C	fc	FC. 2	Diff. 2	W/C	fc	FC. 3	Diff. 3	W/C	fc	FC. 4	Diff. 4
Amic	1	1.09	81	118	-37	1.12	87	118	-32	1.32	85	72	13	1.15	97	99	-2
Amic	2	0.72	195	229	-33	0.76	141	211	-70	0.65	138	163	-25	0.80	179	177	2
Amic	3	0.62	251	274	-24	0.59	254	283	-28	0.67	210	223	-13	0.59	241	255	-14
Amic	4	0.50	329	336	-6	0.50	292	324	-32	0.50	323	302	21	0.51	289	291	-2
Amic	5	0.43	350	280	-70	0.45	365	251	113	0.48	328	209	119	0.44	360	328	32
Apasco	1	1.07	165	123	-42	1.22	193	160	33	1.11	95	104	-9	1.07	92	113	-20
Apasco	2	0.70	224	239	-15	0.76	209	210	-1	0.73	165	159	-15	0.79	200	191	19
Apasco	3	0.56	300	303	-3	0.60	278	273	5	0.59	277	257	20	0.55	270	271	-1
Apasco	4	0.48	341	348	-6	0.51	343	317	26	0.49	309	307	2	0.47	320	310	10
Apasco	5	0.43	397	381	17	0.44	419	352	66	0.44	341	337	4	0.41	367	341	26
Carsa	1	1.41	86	67	19	1.54	31	83	6	1.54	62	49	33	1.20	93	91	3
Carsa	2	0.69	184	171	13	0.82	163	150	-7	0.66	178	134	44	0.82	175	172	3
Carsa	3	0.67	294	249	25	0.66	279	250	29	0.74	256	159	57	0.61	265	243	21
Carsa	4	0.18	357	292	65	0.17	368	265	79	0.61	316	250	66	0.55	313	272	41
Carsa	5	0.51	335	331	4	0.50	337	324	13	0.53	360	284	76	0.47	364	309	55
Comesa	1	1.10	54	117	-23	1.31	75	67	-12	1.07	77	110	-33	1.05	85	117	-32
Comesa	2	0.79	176	203	-27	0.86	167	161	-14	0.73	149	201	-53	0.80	150	179	-29
Comesa	3	0.62	245	272	-27	0.62	243	267	-24	0.60	209	252	-42	0.59	226	256	-30
Comesa	4	0.60	264	325	-22	0.51	303	219	-15	0.52	263	291	-29	0.49	292	302	-10
Comesa	5	0.44	349	375	-25	0.44	322	355	-34	0.42	320	344	-24	0.44	339	326	13
Decar	1	1.14	93	110	-17	1.04	104	154	-31	1.05	94	115	-21	1.07	99	112	-13
Decar	2	0.74	212	220	-9	0.67	205	145	-40	0.67	179	222	-43	0.69	173	218	-45
Decar	3	0.53	276	292	-17	0.55	276	299	-23	0.55	276	277	-1	0.54	239	278	-40
Decar	4	0.48	346	352	-6	0.49	355	354	21	0.48	333	313	20	0.47	324	312	12
Decar	5	0.44	369	373	-5	0.41	381	369	12	0.43	347	343	0	0.47	380	312	68
Geosis	1	1.40	86	69	17	1.45	92	69	23	1.10	75	104	-29	1.46	97	58	39
Geosis	2	0.96	153	149	4	0.99	149	146	3	0.80	127	178	-51	0.93	178	129	49
Geosis	3	0.90	201	165	79	0.79	199	200	-1	0.70	240	213	27	0.77	192	186	6
Geosis	4	0.60	310	283	27	0.48	270	302	-62	0.63	257	235	19	0.51	239	290	-52
Geosis	5	0.53	341	320	21	0.50	339	321	-32	0.48	328	311	17	0.47	264	313	-49
Gpo. Bal.	1	1.28	99	86	12	1.40	101	75	26	1.22	82	85	2	1.15	81	99	-16
Gpo. Bal.	2	0.82	194	191	3	0.91	177	165	12	0.78	173	184	-11	0.74	191	196	-5
Gpo. Bal.	3	0.65	268	257	11	0.69	275	236	39	0.55	259	257	3	0.59	263	255	8
Gpo. Bal.	4	0.52	359	324	35	0.58	347	284	64	0.50	335	352	33	0.49	334	299	36
Gpo. Bal.	5	0.48	373	349	24	0.46	414	344	70	0.44	397	332	55	0.43	343	331	13
Lacosa	1	1.20	93	98	-5	1.21	91	101	-10	1.21	81	87	-6	1.23	76	85	-10
Lacosa	2	0.81	191	195	-6	0.81	155	192	-7	0.82	165	171	-6	0.93	161	169	-7
Lacosa	3	0.64	269	264	4	0.63	257	259	8	0.65	229	229	0	0.66	225	227	-1
Lacosa	4	0.53	336	317	19	0.54	318	309	15	0.56	288	270	18	0.54	280	274	6
Lacosa	5	0.47	364	353	31	0.48	351	334	17	0.50	329	322	7	0.49	336	305	31
STD. (s/c2)					28				25				31				26
Regresión:	LOGARITMICA																
Ecuación:	$fc = b * ((m * (W/C)))$																
m	0.17				0.20				0.17				0.18				
b	816				722				723				697				

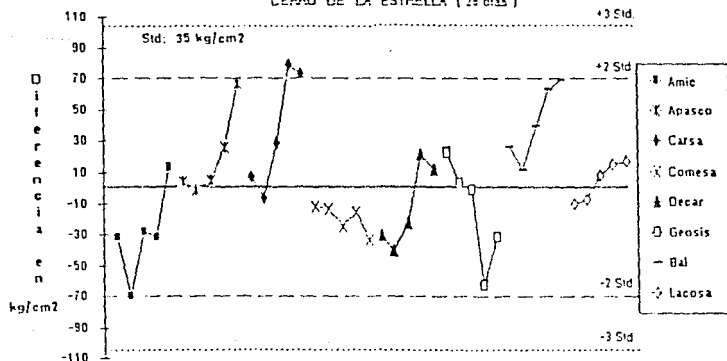
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

POTABLE ( 28 días )



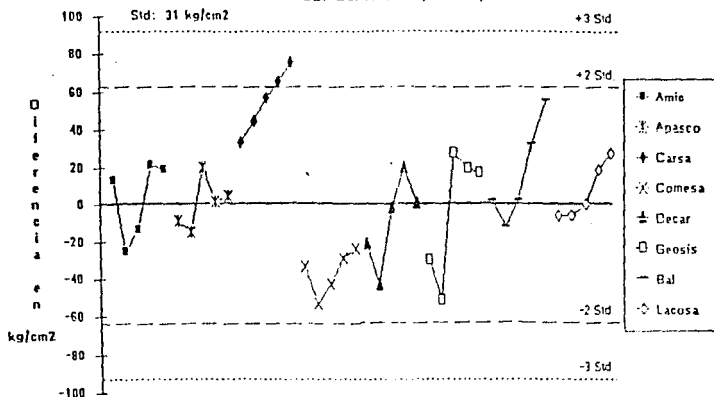
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

CERRO DE LA ESTRELLA ( 28 días )



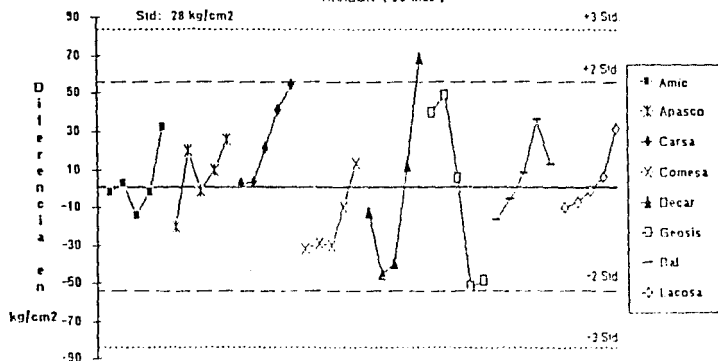
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

CD. DEPORTIVA ( 20 dias )



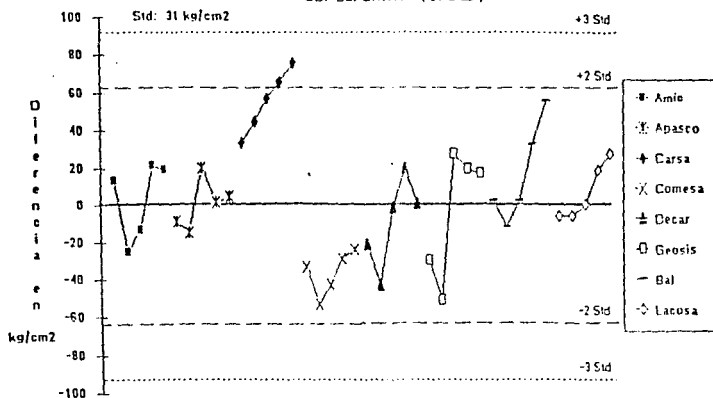
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

ARAGON ( 28 dias )



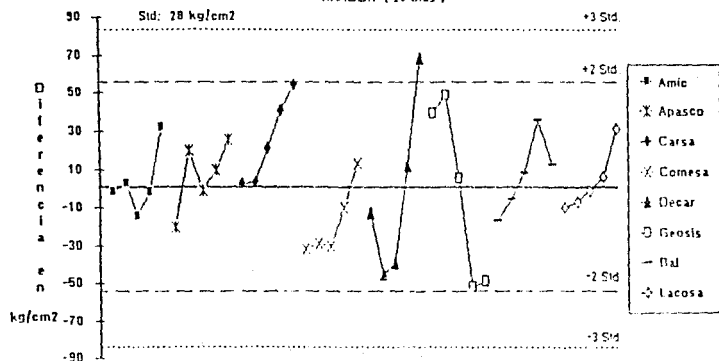
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

CO. DEPORTIVA ( 28 dias )



## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

ARAGON ( 28 dias )



Valores correspondientes a las Gráficas de: Consumo de Cemento vs. Resistencia (fc) a 28 DIAS

Clave Lab	VALORES PUNTALES								
	W1		W2		W3		W4		
	Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc	
Amic	1	154	81	151	87	150	85	145	87
Amic	2	228	196	223	141	219	120	216	179
Amic	3	287	251	283	254	287	210	289	241
Amic	4	374	329	368	332	362	323	358	289
Amic	5	445	350	437	365	431	329	425	360
Apasco	1	154	125	149	103	147	95	147	82
Apasco	2	229	224	224	209	222	185	212	209
Apasco	3	288	300	285	278	291	277	283	270
Apasco	4	371	341	368	343	365	309	365	320
Apasco	5	442	387	439	419	437	341	436	367
Carsa	1	154	86	151	91	147	87	147	93
Carsa	2	229	176	225	183	221	178	222	178
Carsa	3	313	284	289	279	295	256	292	285
Carsa	4	379	357	371	369	369	319	364	313
Carsa	5	443	395	441	392	452	360	434	384
Comesa	1	152	94	148	75	147	77	148	85
Comesa	2	222	176	222	187	219	149	218	150
Comesa	3	288	248	285	243	287	219	281	228
Comesa	4	371	324	371	302	368	263	365	292
Comesa	5	444	348	448	322	426	321	424	322
Decar	1	152	83	153	104	152	84	151	89
Decar	2	228	212	228	205	227	178	228	173
Decar	3	302	278	301	278	299	278	298	268
Decar	4	374	346	374	355	372	333	371	324
Decar	5	445	365	445	351	444	347	432	290
Geosis	1	152	81	149	92	150	75	148	87
Geosis	2	229	182	222	149	225	127	228	178
Geosis	3	282	201	281	189	282	240	284	182
Geosis	4	365	310	376	270	360	257	367	239
Geosis	5	448	341	438	289	436	328	425	284
Goo Bal	1	157	98	154	101	154	88	153	81
Goo Bal	2	232	184	230	177	231	173	240	181
Goo Bal	3	308	283	305	275	304	259	304	263
Goo Bal	4	381	359	385	347	381	335	381	324
Goo Bal	5	452	372	453	414	454	387	453	349
Lacosa	1	157	93	156	91	153	61	152	76
Lacosa	2	231	181	229	188	225	185	225	181
Lacosa	3	304	268	301	267	305	253	305	226
Lacosa	4	378	326	375	318	369	282	373	289
Lacosa	5	451	384	447	351	441	329	446	298
Regresión	LOGARITMICA								
Ecuación	$fc = m \cdot \log(\text{Cem}) + b$ despejando Cem: $\text{Cem} = 10^{((fc - b) / m)}$								
m	816		589		570		524		
b	-1255		-1221		-1183		-1078		

VALORES DE ECUACION				
Cem	W1 fc	W2 fc	W3 fc	W4 fc
150	83	82	77	88
225	192	186	178	180
300	259	263	249	247
375	329	311	304	289
450	377	368	349	341

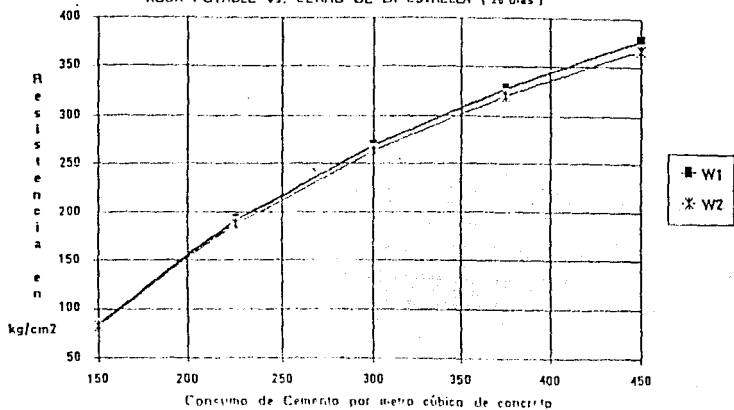
SOBRECONSUMOS DE CEMENTO, AL USAR AGUAS TRATADAS, PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA QUE SE OBTIENE AL USAR AGUA POTABLE (En los par. 2 y en %)										
W1 fc	Con W1	Con W2	W2-W1 /m3 (%)	Con W3	W3-W1 /m3 (%)	Con W4	W4-W1 /m3 (%)			
83	150	151	1	07	154	40	25	148	-13	
178	225	225	0	03	238	13	56	237	12	53
249	300	307	7	23	325	25	83	350	20	100
304	375	386	11	29	414	39	104	427	52	139
349	450	468	18	76	504	54	126	527	77	171

Se calcula el valor de fc del W1, para los consumos de 150, 225, 300, 375 y 450 kg de Cem. Estos valores sustituyen en las Ecuaciones de W2, W3 y W4 para encontrar el Consumo de Cemento y se obtiene la diferencia con los Teóricos, esto nos da el valor del Sobreconsumo.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

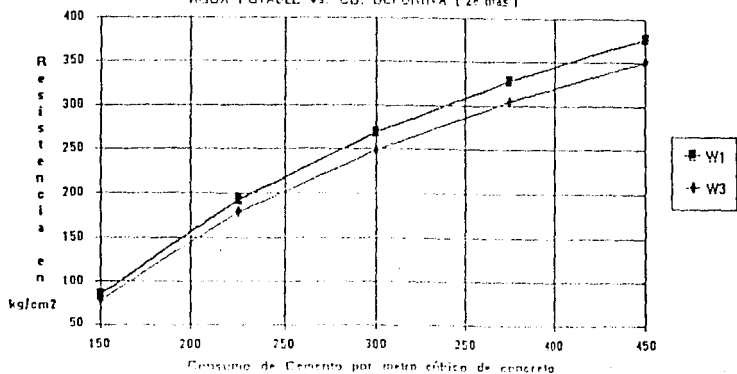
## CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA

AGUA POTABLE vs. CERRO DE LA ESTRELLA ( 28 días )



## CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA

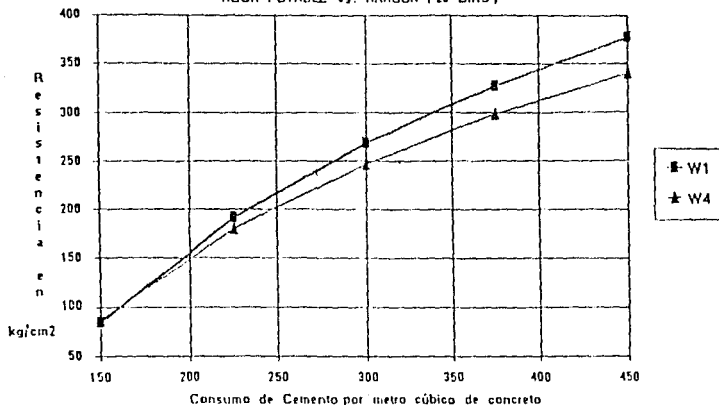
AGUA POTABLE vs. CD. DEPORTIVA ( 28 días )



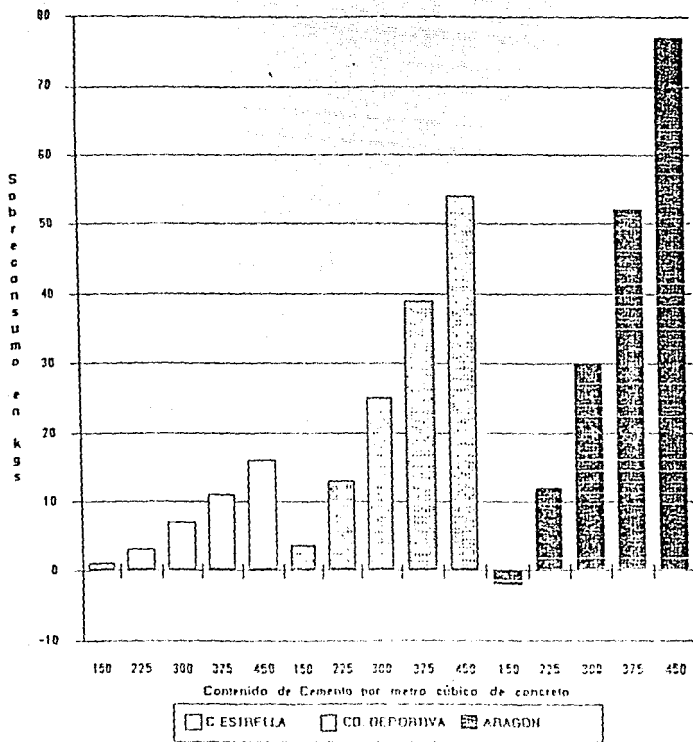


## CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESITENCIA

AGUA POTABLE vs. ARAGON (28 DIAS)



SOBRECONSUMO DE CEMENTO PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA  
A 28 DIAS CON RESPECTO AL AGUA POTABLE.

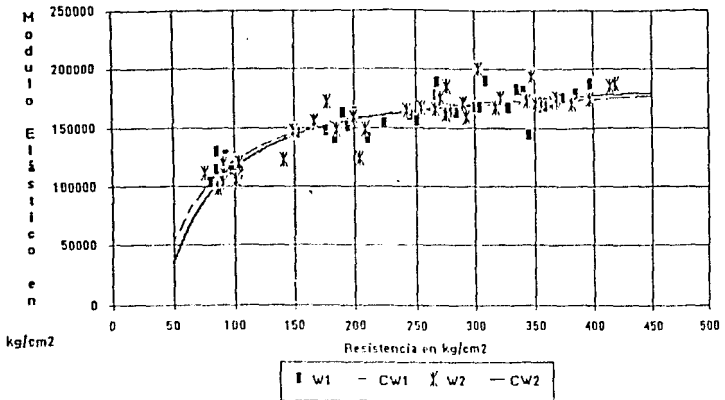


Valores correspondientes a las Gráficas de: Resistencia (fc) vs. Módulo Elástico (E) a 28 DIAS

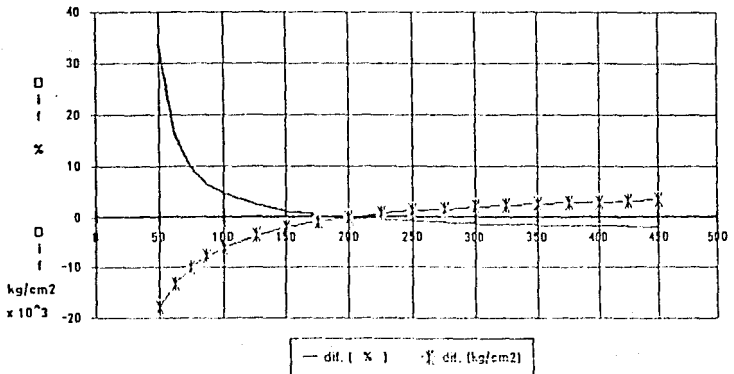
Clave Lab.	VALORES PUNTALES DE $f_c$ y $E \times 10^{-3}$								VALORES DE ECUACION Y DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE ( $E$ en $k/c^2 \times 10^{-3}$ y en %)														
	HH	W1		W2		W3		W4		fc	E	E	$k/c^2$	(%)	fc	E	$k/c^2$	(%)	fc	$k/c^2$	(%)		
Amic	1	81	104	87	99	85	138	97	112	50	53	35	-18	33.95	59	7	-12.61	53	0	-0.19			
Amic	2	196	153	141	122	138	124	179	136	63	80	67	-13	16.22	84	4	-4.61	78	-2	3.04			
Amic	3	251	155	254	167	210	149	241	142	75	99	89	-10	10.01	101	2	-1.78	95	-4	4.18			
Amic	4	329	167	252	159	323	176	289	159	88	112	105	-8	6.61	113	0.4	-0.33	107	-5	4.77			
Amic	5	350	173	355	172	378	160	350	166	100	122	116	-6	4.86	122	-1	0.56	116	-6	5.13			
Apasco	1	165	116	103	104	95	100	52	97	125	136	133	-4	2.61	134	-2	1.57	129	-8	5.54			
Apasco	2	224	153	203	148	165	135	250	141	150	145	144	-2	1.35	142	-3	2.14	137	-8	5.77			
Apasco	3	300	167	278	165	277	151	270	153	176	152	151	-1	0.55	148	-4	2.51	143	-9	5.91			
Apasco	4	341	174	343	173	309	157	320	159	200	157	157	0	-0.01	153	-4	2.76	149	-9	6.02			
Apasco	5	397	197	419	197	241	171	257	176	225	161	162	1	-0.42	156	-5	2.95	151	-10	6.09			
Carsa	1	66	114	91	119	92	108	93	112	250	164	165	1	-0.74	159	-5	3.05	154	-10	6.15			
Carsa	2	184	140	183	150	178	143	175	142	275	167	168	2	-0.99	161	-5	3.20	156	-10	6.19			
Carsa	3	284	162	279	164	256	154	265	159	300	169	171	2	-1.19	163	-6	3.29	158	-11	6.23			
Carsa	4	257	167	368	175	316	159	313	161	315	170	173	2	-1.36	165	-6	3.37	160	-11	6.26			
Carsa	5	395	173	397	174	360	156	364	155	350	172	175	3	-1.50	166	-6	3.43	161	-11	6.29			
Comesa	1	94	126	75	112	77	116	85	103	375	173	176	3	-1.62	167	-6	3.43	162	-11	6.31			
Comesa	2	176	148	167	156	148	135	150	137	400	175	178	3	-1.72	169	-6	3.53	163	-11	6.33			
Comesa	3	245	160	243	165	209	151	226	158	425	176	179	3	-1.81	169	-6	3.58	164	-11	6.34			
Comesa	4	304	167	303	200	263	157	232	155	450	175	180	3	-1.89	170	-6	3.61	165	-11	6.36			
Comesa	5	349	173	322	175	320	174	319	165	1	93	121	104	120	84	104	57	129					
Decar	1	93	121	104	120	84	104	57	112	2	212	141	205	123	179	131	173	151					
Decar	2	212	141	205	123	179	131	173	151	3	276	167	276	185	276	149	238	127					
Decar	3	276	167	276	185	276	149	238	127	4	346	144	355	171	333	149	324	159					
Decar	4	346	144	355	171	333	149	324	159	5	369	172	381	171	343	156	350	170					
Decar	5	369	172	381	171	343	156	350	170	Geosis.	1	85	129	92	109	75	119	57	129				
Geosis.	1	85	129	92	109	75	119	57	129	Geosis.	2	153	145	149	147	127	146	178	143				
Geosis.	2	153	145	149	147	127	146	178	143	Geosis.	3	201	162	199	159	240	157	192	145				
Geosis.	3	201	162	199	159	240	157	192	145	Geosis.	4	310	190	270	176	257	164	238	164				
Geosis.	4	310	190	270	176	257	164	238	164	Geosis.	5	341	191	289	170	278	178	264	169				
Geosis.	5	341	191	289	170	278	178	264	169	Go. Bal.	1	98	113	101	106	88	106	61	118				
Go. Bal.	1	98	113	101	106	88	106	61	118	Go. Bal.	2	194	151	177	172	173	147	191	121				
Go. Bal.	2	194	151	177	172	173	147	191	121	Go. Bal.	3	268	188	275	161	259	169	263	164				
Go. Bal.	3	268	188	275	161	259	169	263	164	Go. Bal.	4	359	169	347	195	335	179	334	142				
Go. Bal.	4	359	169	347	195	335	179	334	142	Go. Bal.	5	373	175	414	184	387	176	343	147				
Go. Bal.	5	373	175	414	184	387	176	343	147	Lacosa	1	93	109	91	104	81	94	76	87				
Lacosa	1	93	109	91	104	81	94	76	87	Lacosa	2	191	163	186	149	165	146	161	140				
Lacosa	2	191	163	186	149	165	146	161	140	Lacosa	3	269	178	267	165	229	155	225	156				
Lacosa	3	269	178	267	165	229	155	225	156	Lacosa	4	336	182	316	166	268	170	250	167				
Lacosa	4	336	182	316	166	268	170	250	167	Lacosa	5	394	179	351	171	329	174	236	171				
Lacosa	5	394	179	351	171	329	174	236	171	Regresión	HIPERBOLICA												
Regresión													E = (m * (1./fc)) + b										
Ecuación:													E = (m * (1./fc)) + b										
m	-4667963				-6156749				-6722199				-6321330										
b	191915				197698				183318				129262										

### DIFERENCIA DE MODULO ELASTICO A LA EDAD DE 28 DIAS

CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE

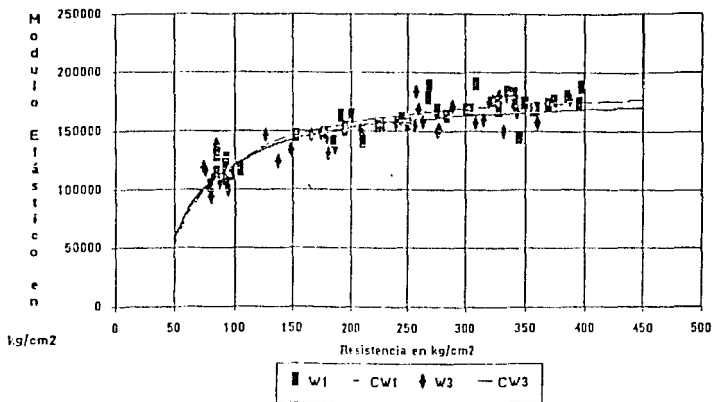
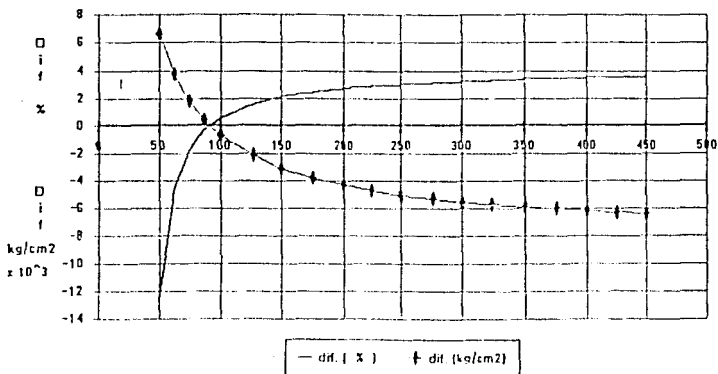


Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> ( $\times 10^3$ ) y en %



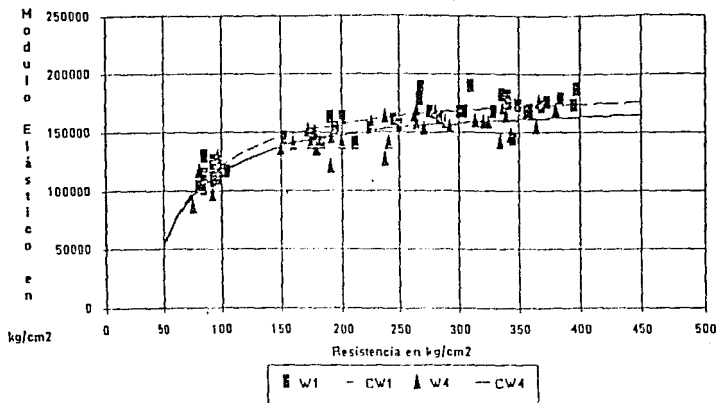
## DIFERENCIA DE MODULO ELASTICO A LA EDAD DE 28 DIAS

CD. DEPORTIVA menos POTABLE

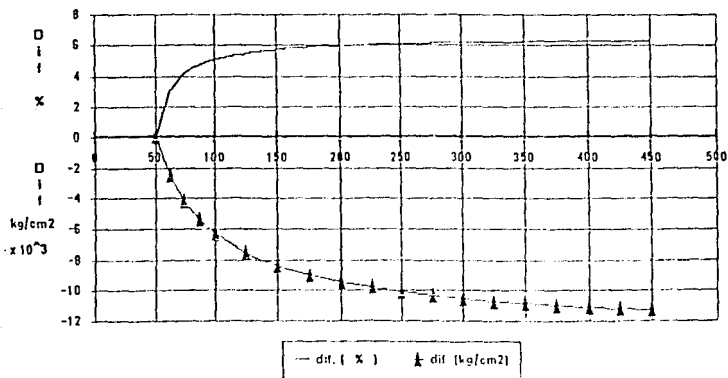
Diferencia en  $\text{kg/cm}^2$  ( $\times 10^{-3}$ ) y en %

### DIFERENCIA DE MODULO ELASTICO A LA EDAD DE 28 DIAS

ARAGON menos POTABLE



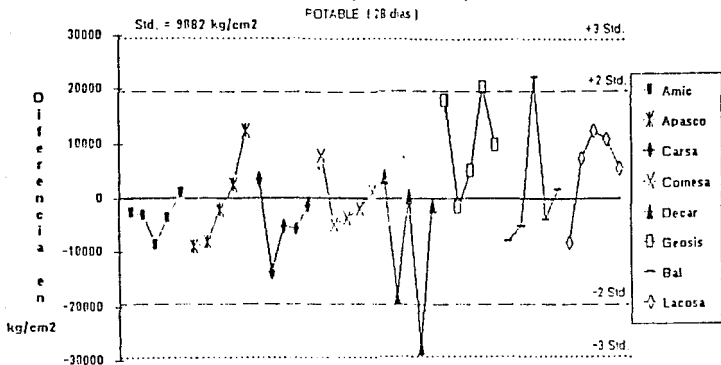
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> ( $\times 10^{-3}$ ) y en %



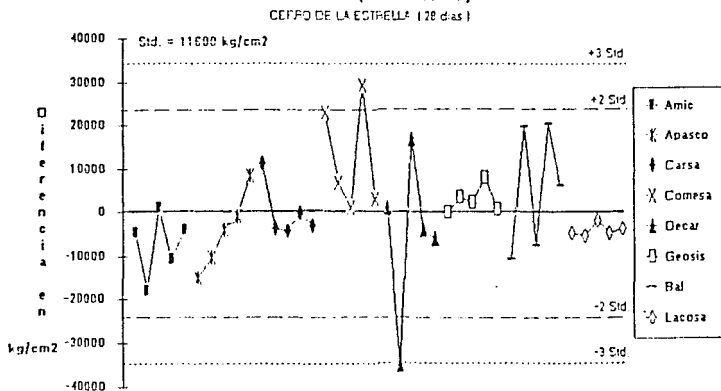
Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión del Módulo Elástico a 28 DIAS con respecto al modelo

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																				
	W1					W2					W3				W4						
	HM	lc	E	EC	10d	1	lc	E	EC	20d	2	lc	E	EC	30d	3	lc	E	EC	40d	4
Amic	1	81	104	105	-2	87	99	104	-5	95	138	111	21	97	112	114	-2				
Amic	2	156	153	156	-3	141	172	149	-18	128	124	139	-15	179	136	144	-8				
Amic	3	251	155	164	-9	274	167	166	1	210	149	154	-5	241	142	153	-11				
Amic	4	329	167	171	-3	292	159	170	-11	323	176	165	11	299	159	157	1				
Amic	5	250	173	172	1	265	172	176	-4	328	180	165	15	360	166	162	4				
Apasco	1	105	116	125	-9	103	104	119	-15	95	100	118	-18	97	97	111	-14				
Apasco	2	224	153	161	-9	209	149	159	-10	165	135	150	-15	200	141	148	-6				
Apasco	3	300	167	169	-2	278	165	169	-4	277	151	161	-11	270	153	156	-2				
Apasco	4	341	174	172	3	343	173	174	-1	309	157	164	-7	320	159	160	-1				
Apasco	5	297	182	174	12	419	187	178	8	341	171	166	6	367	176	162	14				
Carsa	1	95	114	111	4	91	119	108	11	82	102	108	0	93	112	111	1				
Carsa	2	184	140	154	-14	183	150	153	-4	178	143	149	-6	175	142	143	-1				
Carsa	3	294	162	167	-5	279	164	169	-4	256	154	160	-5	265	159	155	2				
Carsa	4	267	157	172	-6	358	175	176	0	316	159	164	-5	313	161	159	1				
Carsa	5	235	173	174	-1	297	174	177	-3	260	156	167	-10	284	155	162	-7				
Comesa	1	94	126	118	8	75	112	69	23	77	116	103	14	65	103	105	-3				
Comesa	2	176	148	152	-5	167	156	149	7	149	133	142	-9	150	137	137	-1				
Comesa	3	245	160	164	-4	243	165	164	1	209	151	154	-3	226	158	151	7				
Comesa	4	304	167	169	-2	303	200	171	29	263	157	160	-3	232	155	158	-3				
Comesa	5	349	173	172	1	322	175	173	3	320	174	164	9	339	165	161	5				
Decar	1	93	121	117	4	104	120	119	1	94	104	112	-14	99	117	115	2				
Decar	2	212	141	159	-17	205	123	158	35	179	131	142	-18	173	151	143	9				
Decar	3	276	167	167	0	276	185	168	17	276	149	161	-12	239	127	153	-26				
Decar	4	346	144	172	-28	355	171	175	-4	333	149	155	-16	324	153	160	-1				
Decar	5	269	172	173	-1	261	171	175	-6	243	166	166	1	380	170	163	7				
Geosis.	1	86	129	111	18	92	109	109	0	75	119	101	16	97	129	114	15				
Geosis.	2	153	145	146	-1	149	147	143	4	127	146	125	11	176	149	144	6				
Geosis.	3	201	162	167	5	199	159	167	2	240	167	158	-1	192	146	146	0				
Geosis.	4	310	190	169	21	270	176	169	8	257	184	160	24	298	164	153	11				
Geosis.	5	241	181	171	10	289	170	170	1	328	178	165	13	264	169	155	14				
Gpo. Bal.	1	98	113	121	-8	101	106	117	-11	88	106	113	-7	81	116	101	17				
Gpo. Bal.	2	194	151	156	-5	177	172	152	20	173	147	148	0	191	121	146	-25				
Gpo. Bal.	3	269	189	166	22	275	161	163	-7	253	168	160	8	253	154	155	9				
Gpo. Bal.	4	359	169	172	-4	347	195	174	20	335	179	165	14	334	142	160	-18				
Gpo. Bal.	5	372	175	173	2	414	194	178	6	387	176	168	8	342	147	161	-14				
Lacosa	1	93	109	117	-8	91	104	109	-5	81	94	107	-13	76	87	96	-9				
Lacosa	2	191	163	155	7	186	149	154	-5	165	146	146	0	161	140	140	0				
Lacosa	3	268	178	166	12	267	165	167	-2	229	155	157	-2	225	156	151	5				
Lacosa	4	336	182	171	11	318	168	172	-5	288	170	162	8	280	167	157	10				
Lacosa	5	264	179	174	6	251	171	175	-4	329	174	166	9	236	171	160	11				
STD. (W/c2)					39				116					116							100
Regresión:	HIPERBOLICA																				
Ecuación:	$E = (m * (1/lc)) + b$																				
m	-6962933					-6156743					-6222399					-6327330					
b	191915					137658					162919					179292					

DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO AJUSTADO ( $f_c$  vs. M. E.)



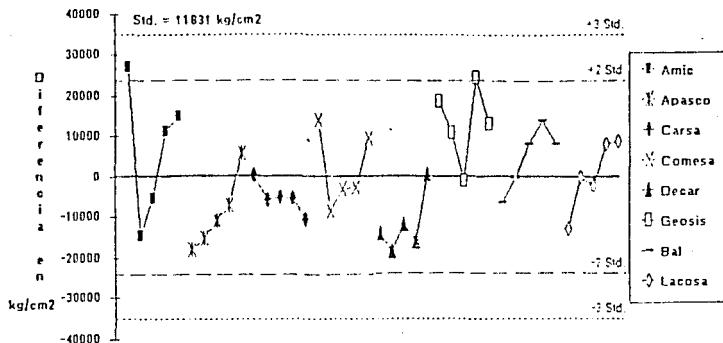
DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO AJUSTADO ( $f_c$  vs. M. E.)





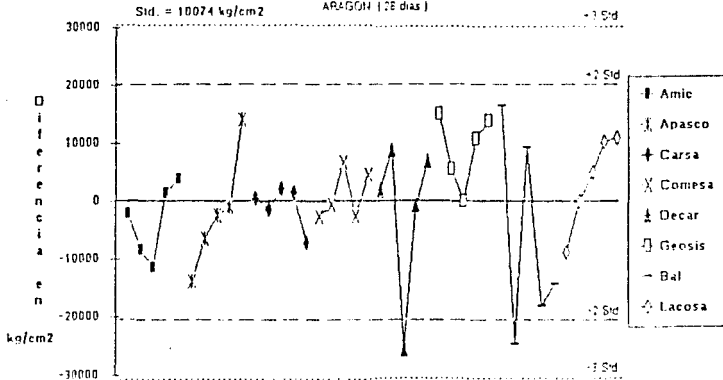
DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO ( $\Gamma_c$  vs. M. E.)

CD DEPORTIVA (28 días)



DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO ( $\Gamma_c$  vs. M. E.)

ARAGON (28 días)



## Valores correspondientes a las Gráficas de: Consumo de Cemento (Cem) vs. Módulo Elástico (E) a 28 DIAS

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES DE Cem. y E x 10 <sup>3</sup>								VALORES DE ECUACION Y DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE (En k/c2 x 10 <sup>-3</sup> y en %)											
	W1		W2		W3		W4		Cem	E	W2-W1	k/c2 (%)	W3	W3-W1	k/c2 (%)	W4	W4-W1	k/c2 (%)		
	HM	Cem	E	Cem	E	Cem	E	Cem											E	
Amic	1	154	104	151	99	150	138	146	112	175	97	88	-9	9.00	91	-6	6.16	96	-1	0.74
Amic	2	228	153	223	122	219	124	218	136	150	116	110	-6	5.28	110	-6	5.35	112	-4	3.40
Amic	3	237	155	293	167	297	149	288	142	175	123	125	-4	3.28	123	-6	4.91	123	-6	4.81
Amic	4	374	167	368	153	362	175	355	159	200	139	137	-3	2.04	133	-6	4.54	131	-8	5.70
Amic	5	446	173	437	172	431	169	435	166	225	147	146	-7	1.19	141	-7	4.46	138	-9	6.30
Apasco	1	154	116	149	104	147	103	142	97	225	147	153	-1	0.58	147	-7	4.32	143	-10	6.74
Apasco	2	229	153	224	148	222	135	212	141	275	159	159	0	0.11	152	-7	4.22	148	-11	7.07
Apasco	3	238	167	295	165	291	151	290	152	300	163	163	0	0.25	156	-7	4.14	151	-12	7.33
Apasco	4	371	174	368	173	366	167	365	159	325	167	165	3	-0.55	160	-7	4.08	154	-13	7.54
Apasco	5	442	182	438	182	437	171	429	176	350	170	171	1	-0.79	163	-7	4.02	157	-13	7.71
Carsa	1	154	116	151	115	147	106	142	112	371	173	174	2	-0.99	166	-7	3.99	159	-14	7.96
Carsa	2	230	149	226	150	221	143	222	142	430	175	177	2	-1.17	168	-7	3.84	161	-14	7.28
Carsa	3	303	162	299	154	305	154	292	152	4.5	177	179	2	-1.32	170	-7	3.91	163	-14	8.09
Carsa	4	373	167	370	175	363	183	367	181	450	179	181	3	-1.44	172	-7	3.86	164	-15	8.18
Carsa	5	443	173	441	174	437	175	434	175	475	191	192	3	-1.56	174	-7	3.65	166	-15	8.26
Comesa	1	152	126	148	112	147	115	144	109											
Comesa	2	222	148	222	156	219	133	218	137											
Comesa	3	235	160	295	165	297	151	291	156											
Comesa	4	371	167	371	200	358	167	365	185											
Comesa	5	444	173	446	175	436	174	424	165											
Decar	1	152	121	153	120	152	104	151	117											
Decar	2	225	141	229	123	227	121	225	151											
Decar	3	300	167	301	165	300	148	296	127											
Decar	4	374	144	374	171	372	149	371	159											
Decar	5	446	172	448	171	444	165	432	170											
Geosis.	1	152	129	149	109	155	119	148	123											
Geosis.	2	229	145	222	147	225	146	225	148											
Geosis.	3	292	162	291	159	292	167	284	146											
Geosis.	4	365	190	376	176	369	184	367	164											
Geosis.	5	435	181	436	170	436	179	439	169											
Gpo. Bal.	1	157	113	154	106	154	106	153	118											
Gpo. Bal.	2	232	151	230	172	231	147	240	121											
Gpo. Bal.	3	306	188	305	161	304	169	304	164											
Gpo. Bal.	4	381	163	365	195	351	179	351	142											
Gpo. Bal.	5	453	175	455	184	454	176	453	147											
Lacosa	1	157	109	155	104	153	94	152	67											
Lacosa	2	231	163	229	143	225	146	225	143											
Lacosa	3	304	178	301	165	295	165	296	155											
Lacosa	4	378	182	375	168	369	170	373	157											
Lacosa	5	451	179	447	171	441	174	445	171											

VALORES DE ECUACION E en k/c2 x 10 <sup>-3</sup>					
Cem	W1	W2	W3	W4	E
150	116	110	110	112	
225	147	146	141	136	
300	163	163	158	151	
375	173	174	168	159	
450	179	181	172	164	

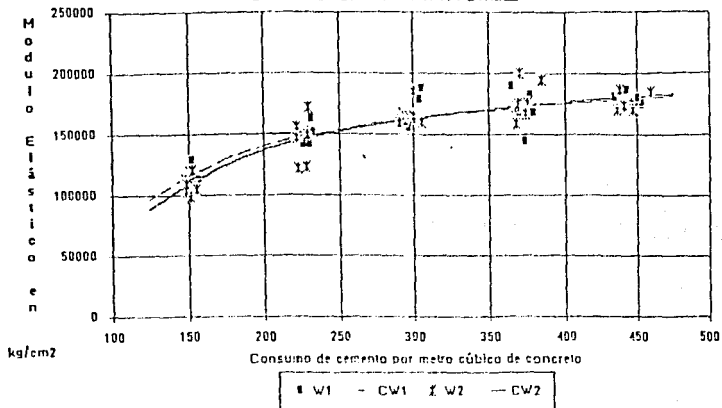
SOBRESUMOS DE CEMENTO, AL USAR AGUAS TRATADAS, PARA DAR EL MISMO MÓDULO ELÁSTICO QUE SE OBTIENE AL UTILIZAR AGUA POTABLE (En kgs por m3 y en %)							
W1	Con	Con	W2-W1	Con	W3-W1	Con	W4-W1
E	W1	W2	k/m3 (%)	W3	k/m3 (%)	W4	k/m3 (%)
114	150	159	9	6.0	161	11	7.0
147	225	221	-4	-1.8	251	26	11.6
157	300	299	-2	-0.8	351	51	15.9
173	375	361	-14	-3.6	459	84	22.4
179	450	420	-30	-6.7	509	139	29.5
					1019	569	126.2

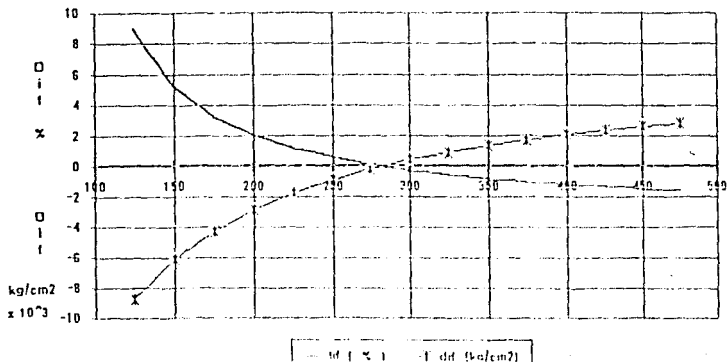
REGRESIÓN HIPERBÓLICA			
Ecua.	E = (m * (1/Cem)) + b		
despejando Cem:			
Cem = m / (E - b)			
m	-14210053	-16164306	-14641275
b	210434	217362	203129

Se calcula el valor de la constante m para los consumos de 150, 225, 300, 375 y 450 kg de Cem. Estos valores se sustituyen en las Ecuaciones de W2, W3 y W4 para encontrar el Consumo de Cemento y se obtiene la diferencia contra los Teóricos, esto nos da el valor del Sobresumado.

DIFERENCIA DE MODULO ELASTICO A LA EDAD DE 28 DIAS  
CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE

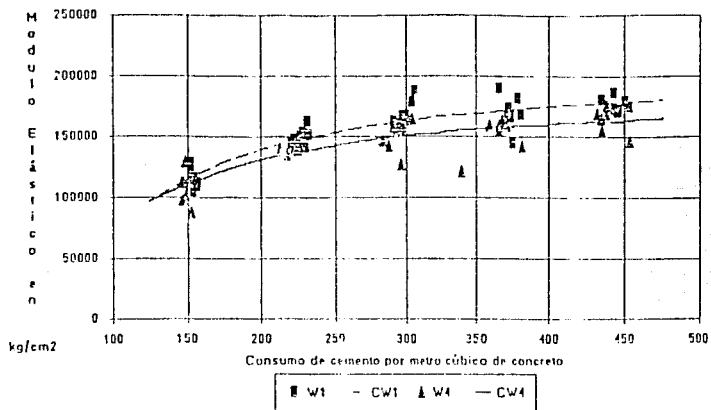


Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> ( $\times 10^{-3}$ ) y en %

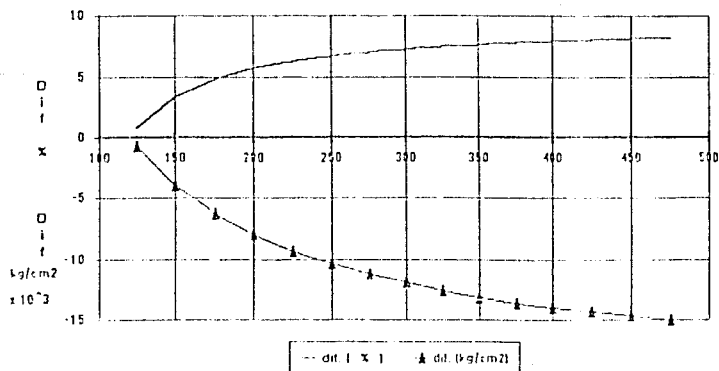


### DIFERENCIA DE MODULO ELASTICO A LA EDAD DE 70 DIAS

ARAGON menos POTABLE

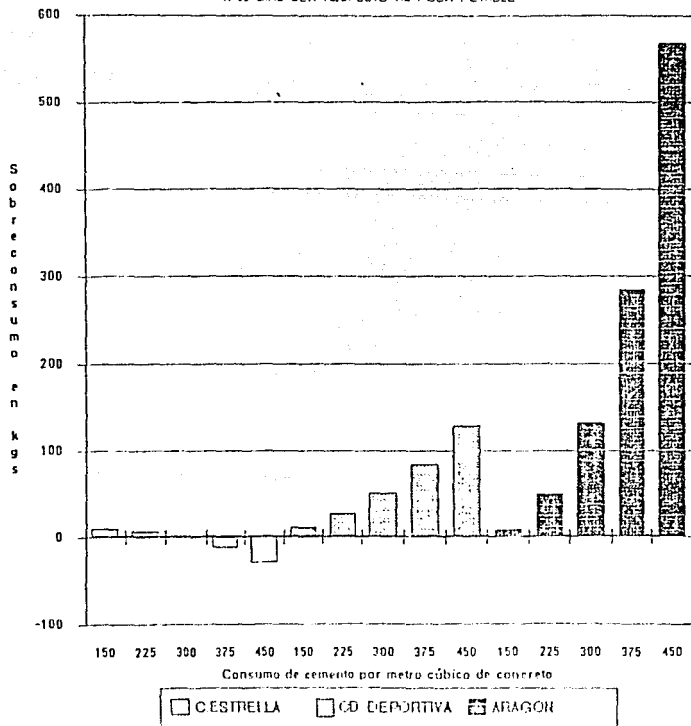


Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> ( $\times 10^3$ ) y en %



SOBRECONSUMO DE CEMENTO PARA DAR EL MISMO MÓDULO DE ELASTICIDAD

A 28 DIAS CON RESPECTO AL AGUA POTABLE

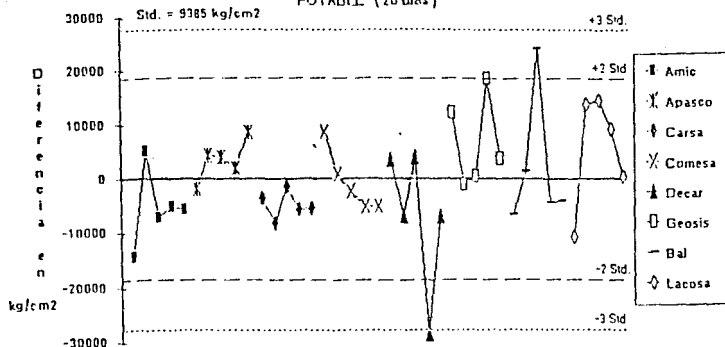


Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión del Módulo Elástico a 28 DIAS con respecto al modelo

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																		
	W1					W2					W3					W4			
	HM	Cem	E	EC	Diff. 1	Cem	E	EC	Diff. 2	Cem	E	EC	Diff. 3	Cem	E	EC	Diff. 4		
Amic	1	154	104	118	-14	151	99	110	-11	150	139	109	28	146	112	110	3		
Amic	2	228	153	143	5	223	122	145	-23	219	124	139	-15	218	136	136	0		
Amic	3	257	155	163	-7	253	167	162	5	287	149	154	-5	288	142	149	-8		
Amic	4	374	167	172	-5	369	159	173	-14	352	176	164	12	358	159	157	1		
Amic	5	446	173	179	-6	437	172	180	-9	431	180	171	9	435	166	163	2		
Apasco	1	154	116	118	-2	149	104	109	-5	147	100	108	-7	147	97	110	-13		
Apasco	2	229	153	148	4	224	148	145	3	222	135	140	-5	212	141	135	6		
Apasco	3	298	167	163	4	295	165	163	2	291	151	155	-4	293	153	150	3		
Apasco	4	371	174	172	2	368	173	173	0	366	157	165	-8	365	159	158	1		
Apasco	5	442	187	178	9	438	187	180	6	437	171	171	0	436	176	163	13		
Carsa	1	154	114	118	-3	151	119	110	9	147	108	108	0	147	112	110	2		
Carsa	2	230	140	149	-8	225	150	146	4	221	143	140	3	222	142	137	4		
Carsa	3	303	162	163	-1	299	164	163	1	295	154	157	-3	292	158	150	8		
Carsa	4	373	167	172	-6	370	175	174	2	368	159	165	-6	367	161	158	2		
Carsa	5	443	173	178	-5	441	174	181	-7	437	156	171	-15	434	155	163	-9		
Comesa	1	152	126	117	9	148	112	105	4	147	116	108	9	149	103	111	-9		
Comesa	2	222	148	147	1	222	156	144	11	219	133	139	-5	218	137	136	0		
Comesa	3	255	160	162	-2	239	165	163	2	287	151	154	-3	291	158	150	8		
Comesa	4	371	167	172	-5	371	200	174	26	358	157	164	-7	365	155	158	-3		
Comesa	5	444	173	178	-5	446	175	181	-5	436	174	171	3	434	165	163	2		
Decar	1	152	121	117	4	153	120	112	6	152	104	111	-7	151	117	112	5		
Decar	2	226	141	143	-7	228	123	145	-23	227	131	141	-11	225	151	138	14		
Decar	3	300	167	163	4	301	155	164	22	300	149	156	-7	296	127	151	-23		
Decar	4	374	144	172	-28	374	171	174	-3	372	143	165	-16	371	159	159	1		
Decar	5	446	172	179	-7	449	171	181	-11	444	166	172	-5	432	170	163	7		
Geosis.	1	152	123	117	12	149	109	109	1	150	119	109	10	148	129	111	18		
Geosis.	2	220	145	146	-1	222	147	144	2	225	146	141	5	225	149	138	11		
Geosis.	3	292	162	162	1	291	159	162	-2	292	157	155	2	284	146	149	-3		
Geosis.	4	365	180	171	13	376	176	174	1	360	184	164	20	367	154	158	5		
Geosis.	5	435	181	178	4	436	170	180	-10	456	178	171	7	438	169	163	6		
Gpo. Bal.	1	157	113	120	-7	154	106	112	-6	154	106	112	-6	153	116	114	5		
Gpo. Bal.	2	232	151	143	2	230	172	147	25	231	147	147	5	340	121	156	-34		
Gpo. Bal.	3	306	168	164	24	305	161	164	-4	304	168	157	11	304	154	152	13		
Gpo. Bal.	4	361	169	173	-4	365	135	170	19	391	179	166	13	381	142	160	-17		
Gpo. Bal.	5	453	175	179	-4	459	184	182	2	454	176	172	4	453	147	164	-19		
Lacosa	1	157	109	120	-11	156	104	113	-9	153	84	111	-17	152	87	113	-26		
Lacosa	2	231	163	149	14	229	149	147	2	225	146	141	5	225	140	138	2		
Lacosa	3	304	178	164	15	301	165	164	2	295	155	156	-1	296	156	151	6		
Lacosa	4	378	182	173	9	375	168	174	-7	369	170	165	5	373	167	159	8		
Lacosa	5	451	179	179	0	447	171	181	-10	441	174	171	2	445	151	164	7		
STD. (Wc2)					9.4				10.9				9.7				11.2		
Regresión:																			
Ecuación:																			
m		-14.10035				-1E16450E				-14041275				-11602135					
b		210424				217262				203170				150452					

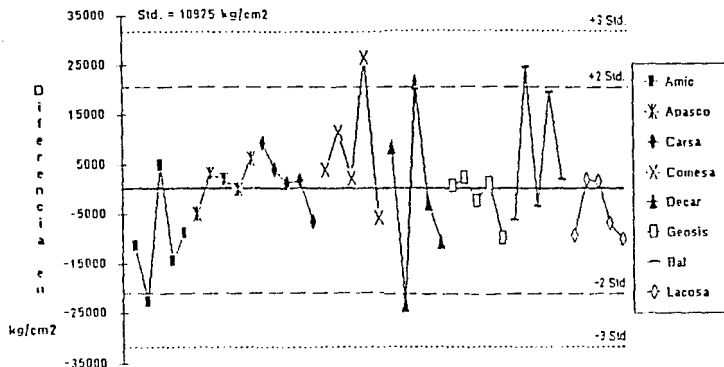
DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO AJUSTADO (C. Cemento vs. M. E.)

POTABLE (28 días)



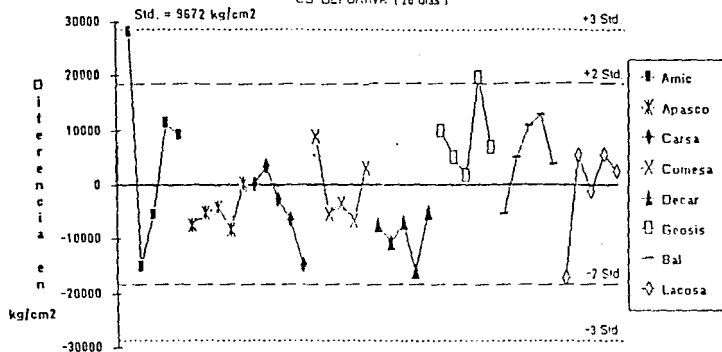
DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO AJUSTADO (C. Cemento vs. M. E.)

CEPRO DE LA ESTRELLA (28 días)



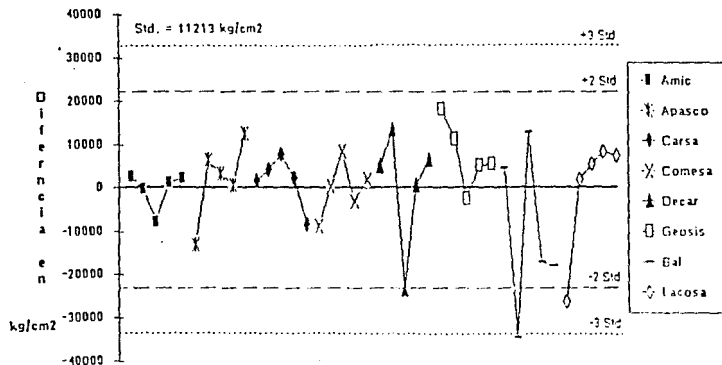
DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (C. Cemento vs. M. E.)

CD DEPORTIVA (28 dias)



DISPERSION DEL MODULO DE ELASTICIDAD EN TORNO AL MODELO  
AJUSTADO (C. Cemento vs. M. E.)

\*FRAGÓN (28 dias)

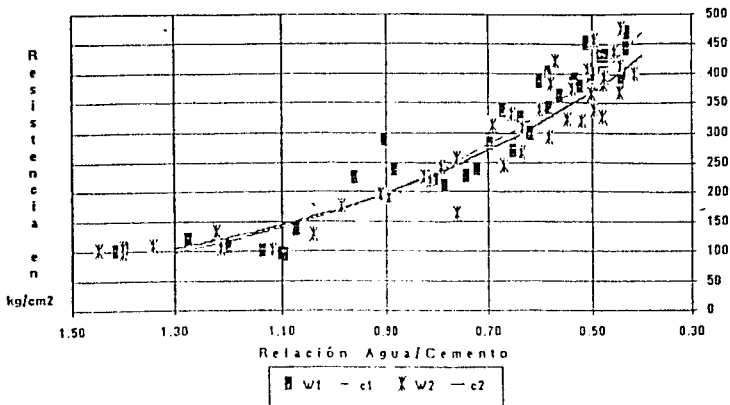




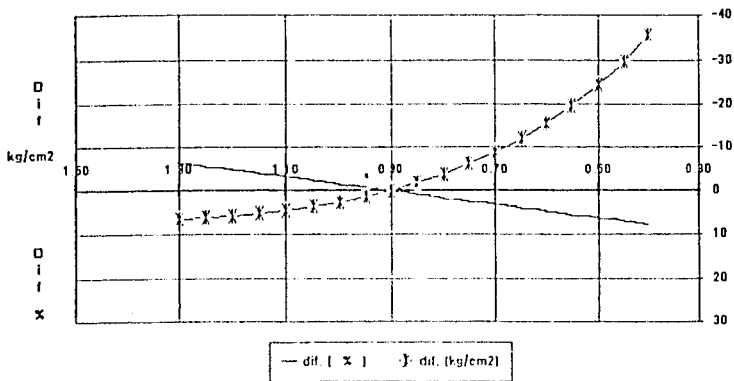
Valores correspondientes a las Gráficas de: Relación W/C vs. Resistencia (fc) a 30 DÍAS

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES								VALORES DE ECUACION Y DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE (En kg/cm <sup>2</sup> y en %)											
	HM	W/C	fc	W/C	fc	W/C	fc	W/C	fc	W1	W2	W2-W1	W3	W3-W1	W4	W4-W1				
Amic	1	1.09	94	1.12	103	1.32	100	1.15	120	0.40	457	432	-36	7.65	413	-56	11.68	414	-53	11.43
Amic	2	0.72	238	0.78	185	0.95	177	0.90	221	0.45	429	399	-30	6.91	380	-49	10.40	362	-47	10.09
Amic	3	0.62	298	0.58	293	0.67	253	0.59	268	0.50	393	369	-24	6.17	350	-43	9.74	352	-42	8.90
Amic	4	0.50	399	0.50	339	0.50	377	0.51	347	0.55	361	341	-20	5.42	323	-38	8.71	324	-37	7.83
Amic	5	0.43	442	0.45	415	0.43	395	0.44	420	0.60	321	216	-15	4.66	297	-34	7.29	299	-32	6.87
Apasco	1	1.07	136	1.22	124	1.11	139	1.07	127	0.65	304	292	-12	3.90	274	-30	6.44	276	-28	6.02
Apasco	2	0.70	279	0.76	258	0.73	228	0.73	243	0.70	279	270	-9	3.14	252	-27	5.70	254	-25	5.26
Apasco	3	0.56	363	0.60	329	0.59	296	0.55	319	0.75	256	250	-6	2.37	233	-24	5.03	235	-21	4.59
Apasco	4	0.48	432	0.51	437	0.49	356	0.47	380	0.80	235	231	-4	1.59	214	-21	4.43	216	-19	3.99
Apasco	5	0.43	459	0.44	477	0.44	397	0.41	436	0.85	216	214	-2	0.80	197	-18	3.93	199	-16	3.45
Carsa	1	1.41	102	1.34	111	1.54	105	1.20	114	0.90	199	199	0	0.01	192	-16	2.43	194	-14	2.99
Carsa	2	0.59	228	0.62	227	0.65	209	0.62	214	0.95	162	163	1	-0.09	169	-14	2.60	170	-12	2.56
Carsa	3	0.66	336	0.66	334	0.74	307	0.61	313	1.00	157	169	3	-1.59	154	-12	2.72	155	-10	2.18
Carsa	4	0.59	402	0.57	422	0.61	373	0.55	379	1.05	153	157	4	-2.40	142	-11	2.25	144	-9	1.65
Carsa	5	0.51	451	0.50	456	0.53	416	0.47	425	1.10	140	145	5	-2.22	131	-9	1.59	133	-7	1.56
Comesa	1	1.10	97	1.31	92	1.07	103	1.05	117	1.15	129	134	5	-4.04	121	-8	1.72	123	-6	1.31
Comesa	2	0.79	209	0.66	192	0.73	167	0.60	222	1.20	118	124	6	-4.67	111	-7	1.49	113	-5	1.09
Comesa	3	0.62	299	0.62	265	0.60	259	0.59	293	1.25	108	115	6	-5.71	102	-6	1.27	104	-4	0.89
Comesa	4	0.50	361	0.51	321	0.52	320	0.49	356	1.30	99	106	7	-6.55	94	-5	1.09	96	-3	0.71
Comesa	5	0.44	400	0.44	379	0.42	370	0.44	369											
Decar	1	1.14	101	1.04	120	1.05	113	1.07	129											
Decar	2	0.74	225	0.67	246	0.67	218	0.69	205											
Decar	3	0.58	342	0.55	323	0.55	316	0.54	294											
Decar	4	0.48	395	0.48	395	0.43	403	0.47	391											
Decar	5	0.44	388	0.41	409	0.43	433	0.47	442											
Geosis.	1	1.40	107	1.45	104	1.10	82	1.46	85											
Geosis.	2	0.96	223	0.93	177	0.80	178	0.93	217											
Geosis.	3	0.90	286	0.79	243	0.70	276	0.77	241											
Geosis.	4	0.60	356	0.48	327	0.63	274	0.51	295											
Geosis.	5	0.53	380	0.50	368	0.48	354	0.47	312											
Gpo. Bal.	1	1.28	119	1.40	106	1.22	107	1.15	117											
Gpo. Bal.	2	0.82	224	0.91	196	0.78	204	0.74	246											
Gpo. Bal.	3	0.65	269	0.69	313	0.59	267	0.59	307											
Gpo. Bal.	4	0.52	380	0.58	384	0.50	373	0.49	318											
Gpo. Bal.	5	0.48	402	0.46	439	0.44	406	0.43	359											
Lacosa	1	1.20	108	1.21	106	1.21	102	1.23	91											
Lacosa	2	0.81	222	0.81	219	0.82	206	0.83	186											
Lacosa	3	0.64	324	0.63	310	0.65	290	0.66	271											
Lacosa	4	0.53	393	0.54	374	0.56	349	0.54	342											
Lacosa	5	0.47	431	0.48	395	0.50	387	0.48	395											
Regresión:	LOGARITMICA																			
Ecuación:	$fc = b \cdot ((m \cdot (W/C)))$																			
m	0.18		0.21		0.19		0.20													
b	929		805		795		792													

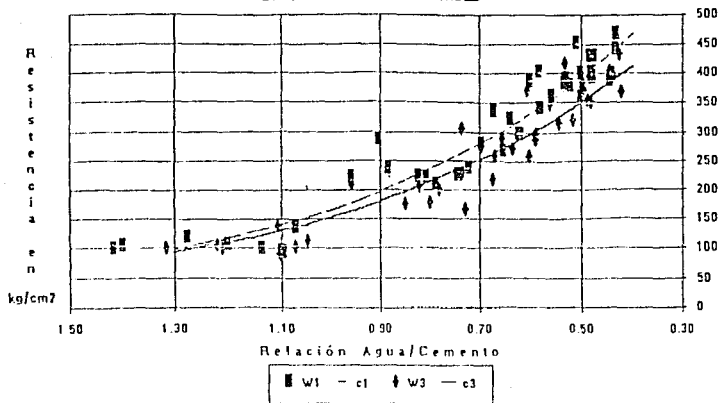
DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 90 DIAS  
CERRO DE LA ESTRELLA menos POTABLE



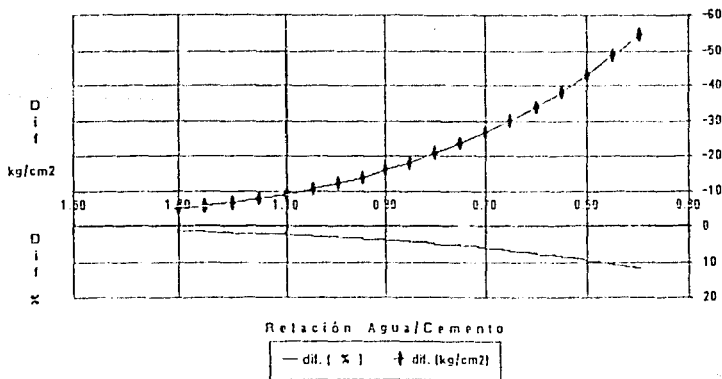
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 90 DIAS  
CD. DEPORTIVA menos POTABLE

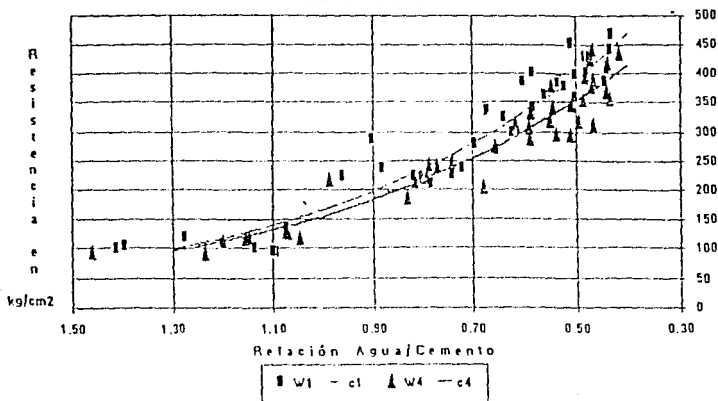
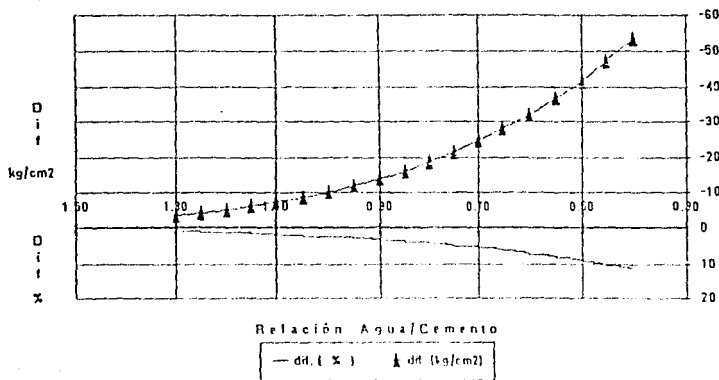


Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %



## DIFERENCIA DE RESISTENCIA A LA EDAD DE 90 DIAS

ARAGON menos POTABLE

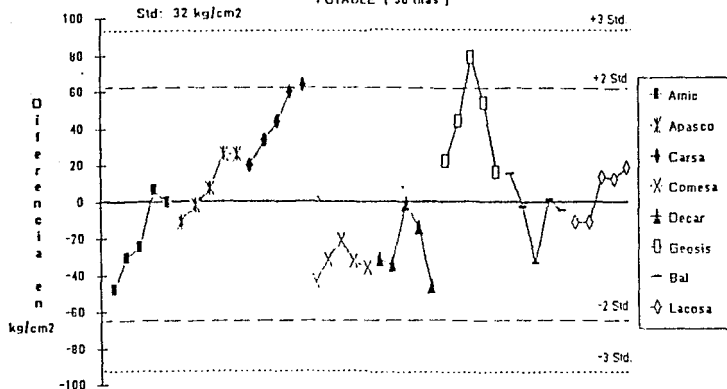
Diferencia en kg/cm<sup>2</sup> y en %

Valores correspondientes a las Gráficas de: Dispersión de la Resistencia a 90 DIAS con respecto al modelo

Clave Lab.	VALORES PUNTUALES CON SU CORRESPONDIENTE VALOR DE ECUACIÓN Y LA DIFERENCIA ENTRE AMBOS																
	HM	W1				W2				W3				W4			
		W/C	fc	EC.	Dif. 1	W/C	fc	EC.	Dif. 2	W/C	fc	EC.	Dif. 3	W/C	fc	EC.	Dif. 4
Amic	1	1.09	94	142	-48	1.12	103	141	-38	1.32	100	92	8	1.15	120	123	-4
Amic	2	0.72	239	269	-31	0.76	166	245	-80	0.65	177	198	-22	0.80	221	215	5
Amic	3	0.62	298	322	-24	0.58	293	326	-33	0.67	259	265	-7	0.59	288	306	-19
Amic	4	0.50	399	392	7	0.50	359	371	-33	0.50	377	352	25	0.51	347	347	0
Amic	5	0.43	442	442	0	0.45	415	402	13	0.48	395	260	35	0.44	420	389	30
Apasco	1	1.07	136	147	-11	1.22	134	120	14	1.11	139	130	8	1.07	127	140	-13
Apasco	2	0.70	279	281	-2	0.76	258	245	12	0.73	229	239	-11	0.79	243	220	23
Apasco	3	0.56	363	355	8	0.60	358	316	22	0.59	296	302	-7	0.55	319	325	-6
Apasco	4	0.48	432	435	26	0.51	407	364	43	0.49	356	357	-1	0.47	380	369	11
Apasco	5	0.43	469	443	26	0.44	477	403	73	0.44	397	389	7	0.41	436	404	31
Carsa	1	1.41	102	62	20	1.24	111	160	11	1.24	165	64	41	1.20	114	113	1
Carsa	2	0.89	298	204	34	0.82	277	272	4	0.96	209	164	44	0.82	214	210	4
Carsa	3	0.67	376	393	43	0.62	351	290	41	0.74	307	239	68	0.61	313	282	20
Carsa	4	0.58	402	341	60	0.57	422	332	89	0.61	373	235	78	0.55	379	326	53
Carsa	5	0.51	451	357	64	0.50	456	371	94	0.53	416	332	94	0.47	425	268	52
Comesa	1	1.10	97	140	-43	1.31	99	105	-6	1.07	103	137	-34	1.05	117	145	-28
Comesa	2	0.79	203	240	-21	0.85	192	212	-20	0.73	167	241	-74	0.90	222	218	4
Comesa	3	0.62	259	220	-21	0.62	256	208	-43	0.60	259	297	-38	0.58	333	307	26
Comesa	4	0.50	361	392	-32	0.51	321	366	-45	0.52	320	340	-21	0.49	356	360	-5
Comesa	5	0.44	400	426	-26	0.44	370	400	-36	0.42	370	338	-28	0.44	369	358	-19
Decar	1	1.14	101	122	-31	1.34	100	159	-29	1.05	113	143	-30	1.07	129	139	-10
Decar	2	0.74	225	279	-34	0.67	246	232	-28	0.67	218	263	-45	0.68	205	264	-59
Decar	3	0.59	342	342	-1	0.55	323	244	-21	0.55	316	325	-9	0.54	294	332	-39
Decar	4	0.48	396	410	-14	0.48	365	362	2	0.48	403	363	39	0.47	391	371	20
Decar	5	0.44	389	434	-46	0.41	400	422	-22	0.43	433	396	37	0.47	442	371	71
Geosis.	1	1.40	107	64	22	1.45	104	84	20	1.10	92	120	-33	1.46	95	74	21
Geosis.	2	0.95	223	178	45	0.99	177	172	4	0.80	178	215	-37	0.99	217	159	57
Geosis.	3	0.80	266	195	79	0.79	243	234	9	0.70	276	254	22	0.77	241	227	14
Geosis.	4	0.60	396	332	54	0.46	327	361	-55	0.63	274	282	-8	0.51	255	246	-51
Geosis.	5	0.53	390	373	17	0.50	366	368	0	0.48	354	361	-7	0.42	312	372	-60
Gpo. Bal.	1	1.29	119	104	15	1.40	108	91	17	1.22	107	109	-1	1.15	117	122	-5
Gpo. Bal.	2	0.82	224	226	-2	0.91	196	194	2	0.78	204	222	-18	0.74	246	238	8
Gpo. Bal.	3	0.65	269	302	-33	0.69	313	274	39	0.59	287	302	-16	0.55	307	306	1
Gpo. Bal.	4	0.52	360	308	1	0.58	264	327	57	0.50	373	352	20	0.49	318	355	-38
Gpo. Bal.	5	0.48	402	407	-5	0.45	439	394	45	0.44	406	394	22	0.43	359	393	-34
Lacosa	1	1.20	108	118	-11	1.21	106	121	-16	1.21	102	109	-7	1.23	91	107	-16
Lacosa	2	0.81	222	232	-11	0.81	219	226	-7	0.82	206	207	-1	0.83	186	205	-19
Lacosa	3	0.64	324	310	14	0.63	310	299	10	0.65	290	272	18	0.66	276	273	2
Lacosa	4	0.53	383	371	12	0.54	374	348	26	0.56	349	317	31	0.54	342	328	13
Lacosa	5	0.47	431	411	19	0.48	376	363	12	0.50	387	352	35	0.48	355	353	2
STD. W/C?					32				38				34				31
Regresión:																	
Ecuación:																	
m		0.18				0.21				0.19				0.20			
b		929				805				795				792			

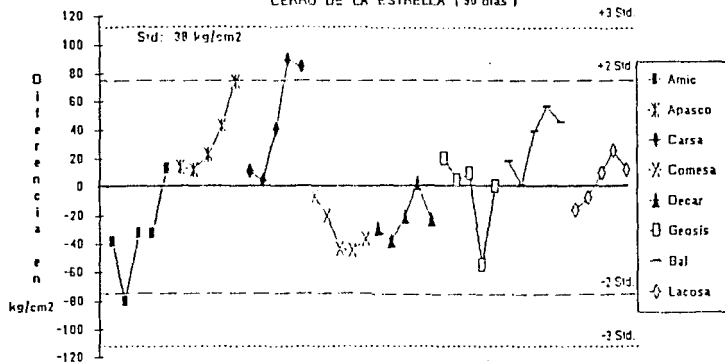
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

POTABLE ( 90 días )



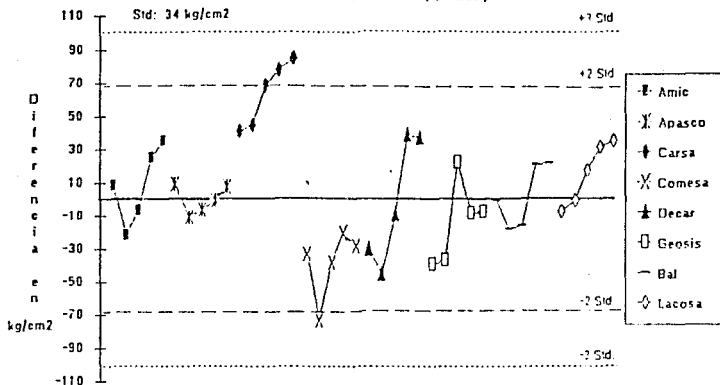
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

CERRO DE LA ESTRELLA ( 90 días )



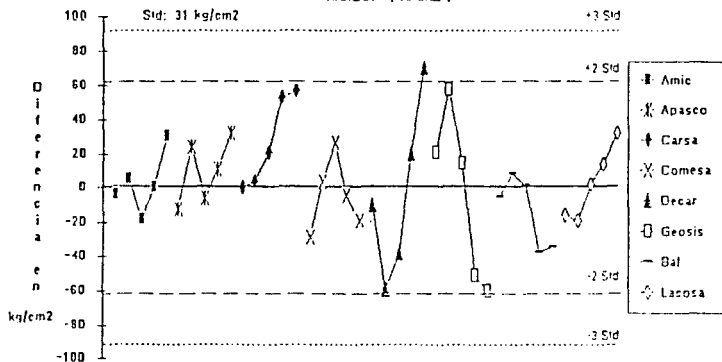
## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

CO DEPORTIVA ( 90 dias )



## DISPERSION EN TORNO AL MODELO AJUSTADO

ARAGON ( 90 dias )



Valores correspondientes a las Gráficas de: Consumo de Cemento vs. Resistencia (fc) a 90 DIAS

Clave Lab	VALORES PUNTALES								
	HM	W1		W2		W3		W4	
		Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc	Cur	fc
Amic	1	154	94	151	103	150	100	145	120
Amic	2	228	229	223	166	219	177	218	221
Amic	3	297	298	293	293	287	259	288	288
Amic	4	374	399	369	339	362	377	352	347
Amic	5	445	442	437	415	431	395	435	420
Apasco	1	154	136	149	134	147	139	147	127
Apasco	2	229	279	254	258	272	278	212	243
Apasco	3	298	363	295	338	291	296	293	319
Apasco	4	371	432	369	407	366	356	365	330
Apasco	5	442	469	476	427	437	397	458	436
Carsa	1	154	162	151	111	147	105	147	114
Carsa	2	230	229	225	227	221	209	227	214
Carsa	3	303	327	313	321	305	307	292	313
Carsa	4	373	462	370	422	368	373	357	379
Carsa	5	443	451	441	455	437	418	424	425
Comesa	1	152	37	148	95	147	103	149	117
Comesa	2	222	292	222	192	219	167	218	222
Comesa	3	295	239	296	265	287	259	291	333
Comesa	4	371	361	371	321	368	320	365	365
Comesa	5	444	420	445	370	435	370	424	388
Decar	1	152	101	153	120	152	113	151	129
Decar	2	225	225	229	246	227	218	225	265
Decar	3	300	342	304	323	300	316	285	294
Decar	4	374	395	374	265	372	403	371	391
Decar	5	445	398	449	420	444	433	432	442
Geosis.	1	152	107	149	124	150	92	148	95
Geosis.	2	220	223	222	177	225	178	225	217
Geosis.	3	292	266	291	243	292	276	284	241
Geosis.	4	365	366	376	327	360	274	367	295
Geosis.	5	435	350	435	368	425	354	428	317
Gpo. Bal.	1	157	119	154	108	154	107	153	117
Gpo. Bal.	2	232	224	230	195	231	204	240	246
Gpo. Bal.	3	305	263	305	313	304	287	304	307
Gpo. Bal.	4	361	360	365	254	361	373	361	318
Gpo. Bal.	5	453	402	459	433	454	405	453	359
Lacosa	1	157	108	156	106	153	102	152	91
Lacosa	2	231	222	229	219	225	206	225	186
Lacosa	3	304	324	311	310	295	290	286	276
Lacosa	4	378	363	375	374	369	249	373	342
Lacosa	5	451	421	447	395	441	387	445	395
Regresión	LOGARITMICA								
Ecuación:	$fc = m \cdot \text{Log}(\text{Cem}) + b$ despejando Cem: $\text{Cem} = 10^{((fc - b) / m)}$								
m	687		661		633		594		
b	-1412		-1315		-1278		-1176		

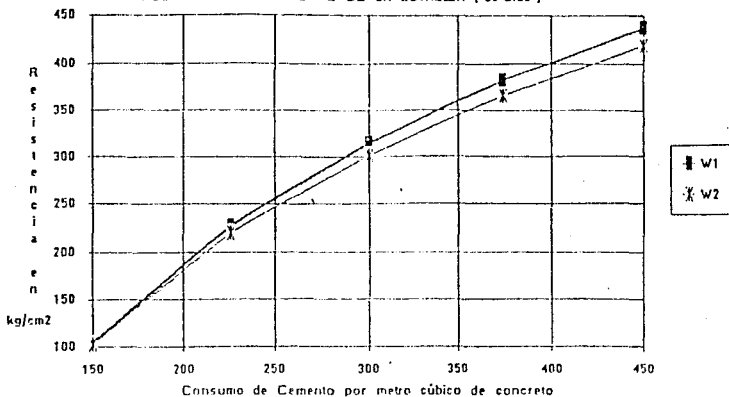
Cem	VALORES DE ECUACION			
	W1 fc	W2 fc	W3 fc	W4 fc
150	105	103	99	117
225	227	220	211	221
300	315	302	290	295
375	362	366	351	353
450	437	419	401	400

SOBRECONSUMOS DE CEMENTO, AL USAR AGUAS TRATADAS, PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA QUE SE OBTIENE AL UTILIZAR AGUA POTABLE (En kg. por m3 y en %)										
W1	Con	Con	W2-W1	Con	W3-W1	Con	W4-W1			
fc	W1	W2	W/m3	(%)	W3	W/m3	(%)	W4	W/m3	(%)
105	150	151	1	0.7	153	3.0	1.9	143	-7	-4.7
227	225	221	6	2.7	239	14	6.2	231	6	2.7
315	300	313	13	4.3	328	18	9.3	323	23	7.7
362	375	365	21	5.6	419	44	11.7	420	45	12.0
437	450	440	30	6.7	513	63	14.0	520	70	15.6

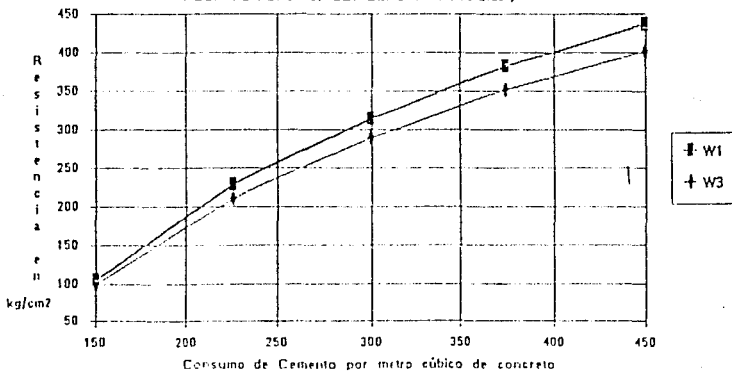
Se calcula el valor de fc del W1, para los consumos de 150, 225, 300, 375 y 450 kg de Cem. Estos valores se sustituyen en las Ecuaciones de W2, W3 y W4 para encontrar el Consumo de Cemento y se obtiene la diferencia contra los Teóricos, esto nos da el valor del Sobreconsumo



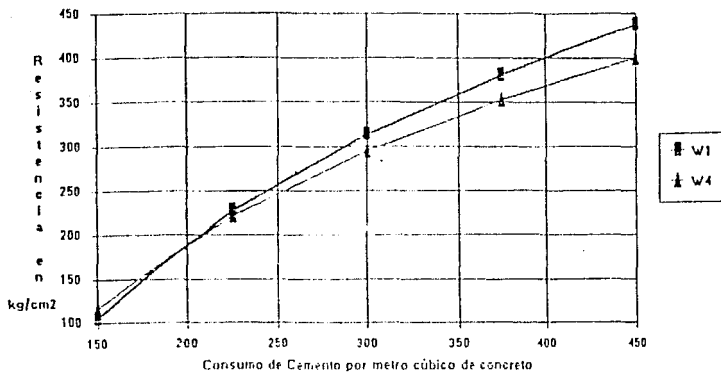
CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
 AGUA POTABLE vs. CERRO DE LA ESTRELLA [ 90 días ]



CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
 AGUA POTABLE vs. CD. DEPORIVA [ 90 días ]

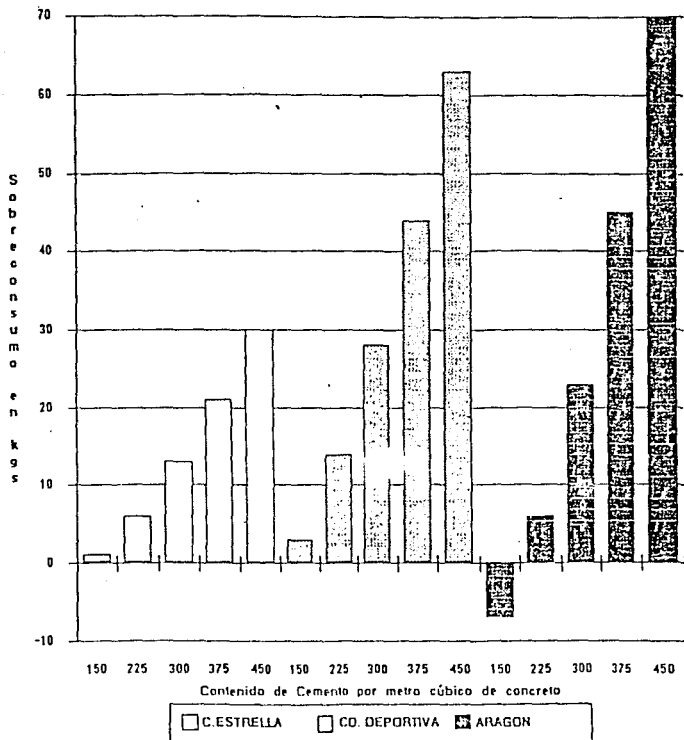


CURVAS CONSUMO DE CEMENTO vs. RESISTENCIA  
AGUA POTABLE vs. ARAGON ( 90 días )



SOBRECONSUMO DE CEMENTO PARA DAR LA MISMA RESISTENCIA

A 90 DIAS CON RESPECTO AL AGUA POTABLE



Valores correspondientes a las gráficas de: Edad vs. Resistencia (fc)

tW	VALORES PROMEDIO, DE LA RESISTENCIA OBTENIDA A LAS DIFERENTES EDADES, DE TODOS LOS LABORATORIOS Y PARA CADA MEZCLA																			
	W1					W2					W3					W4				
C.Cem.	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450
<b>EDAD</b>																				
7	65	136	211	266	305	65	133	202	265	301	59	123	190	239	277	64	135	189	242	276
28	92	191	262	335	370	93	177	259	325	367	85	162	245	303	342	90	176	240	299	344
90	108	232	314	392	422	112	210	302	370	415	107	198	286	353	395	113	219	296	351	394
Regresión	L O G A R I T M I C A																			
Ecuación	$fc = m * \text{Log}(\text{EAOA}) + b$																			
m	39	87	93	114	106	43	70	90	95	103	43	68	87	103	106	44	75	96	98	107
b	31	54	131	170	216	30	75	127	166	215	22	65	118	153	187	27	70	106	158	187

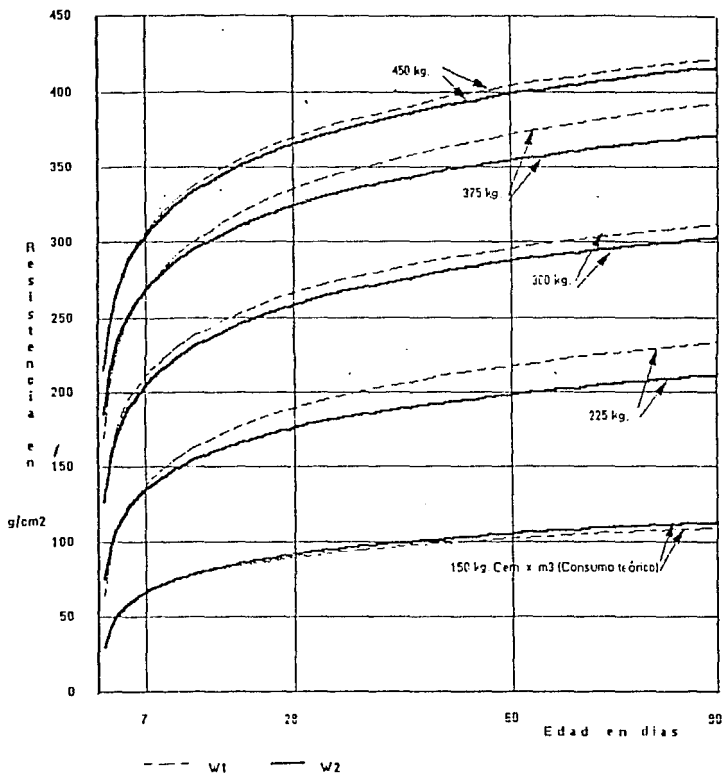
tW	VALORES DE ECUACION PARA EDADES CARACTERISTICAS Y PROYECCION A UN AÑO (#)																			
	W1 -POTABLE-					W2 -CERRO DE LA E.-					W3 -CD DEPORTIVA					W4 -ARAGON-				
C.Cem.	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450
<b>EDAD</b>																				
7	66	137	210	266	305	66	134	203	266	302	59	122	191	240	277	64	134	187	241	277
28	90	189	265	335	369	91	176	257	323	364	85	163	243	302	341	90	179	245	300	341
60	102	218	296	372	404	105	193	287	354	398	99	165	272	336	377	105	204	277	333	377
90	109	233	312	392	423	113	211	303	371	416	107	197	287	354	395	113	217	293	350	395
365 (#)	133	296	363	461	497	139	263	368	429	478	133	238	340	416	460	140	263	352	410	460

tW	DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE (En kg/cm <sup>2</sup> )																			
	W1					W2 - W1					W3 - W1					W4 - W1				
C.Cem.	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450
<b>EDAD</b>																				
7	0	0	0	0	0	0	-3	-7	0	-3	-7	-14	-19	-27	-28	-2	-3	-23	-25	-28
28	0	0	0	0	0	2	-14	-8	-12	-5	-5	-26	-22	-33	-28	1	-10	-21	-34	-28
60	0	0	0	0	0	3	-19	-9	-18	-6	-3	-32	-24	-37	-27	3	-14	-19	-39	-27
90	0	0	0	0	0	4	-22	-9	-21	-6	-2	-36	-25	-38	-27	3	-16	-19	-42	-27
365 (#)	0	0	0	0	0	6	-33	-11	-37	-6	0	-47	-29	-65	-27	7	-23	-17	-61	-28

tW	DIFERENCIAS ENTRE AGUAS TRATADAS vs. POTABLE (En %)																			
	W1					W2 - W1					W3 - W1					W4 - W1				
C.Cem.	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450	150	225	300	375	450
<b>EDAD</b>																				
7	0	0	0	0	0	-0.5	-2.3	-3.2	-0.1	-1.0	-10.8	-10.5	-8.9	-10.0	-9.2	-3.5	-2.4	-10.8	-9.3	-9.2
28	0	0	0	0	0	2.0	-7.2	-3.0	-3.5	-1.3	-5.1	-13.7	-8.4	-9.9	-7.5	0.9	-5.3	-7.7	-10.2	-7.5
60	0	0	0	0	0	2.9	-8.8	-3.0	-4.8	-1.4	-3.0	-14.8	-8.2	-9.8	-6.8	2.5	-6.3	-5.6	-10.6	-6.8
90	0	0	0	0	0	3.3	-9.5	-3.0	-5.4	-1.4	-2.1	-15.3	-8.1	-9.6	-6.4	3.2	-6.7	-5.0	-10.7	-6.4
365 (#)	0	0	0	0	0	4.3	-11	-3.9	-7.1	-1.6	0.2	-17	-7.8	-9.8	-5.5	5.0	-7.9	-4.5	-11	-5.4

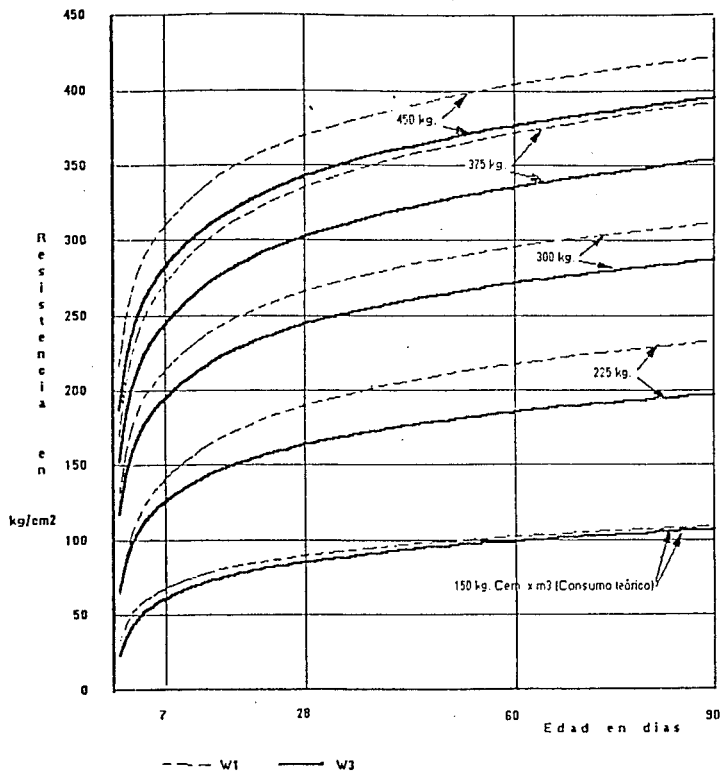
## CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION

AGUA POTABLE vs. CERRO DE LA ESTRELLA



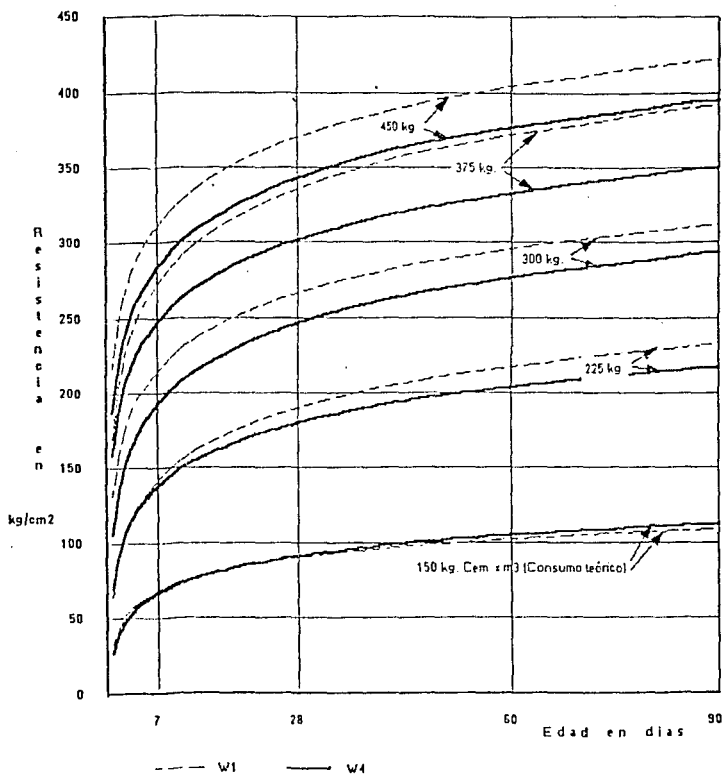
## CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION

AGUA POTABLE vs. CD. DEPORTIVA



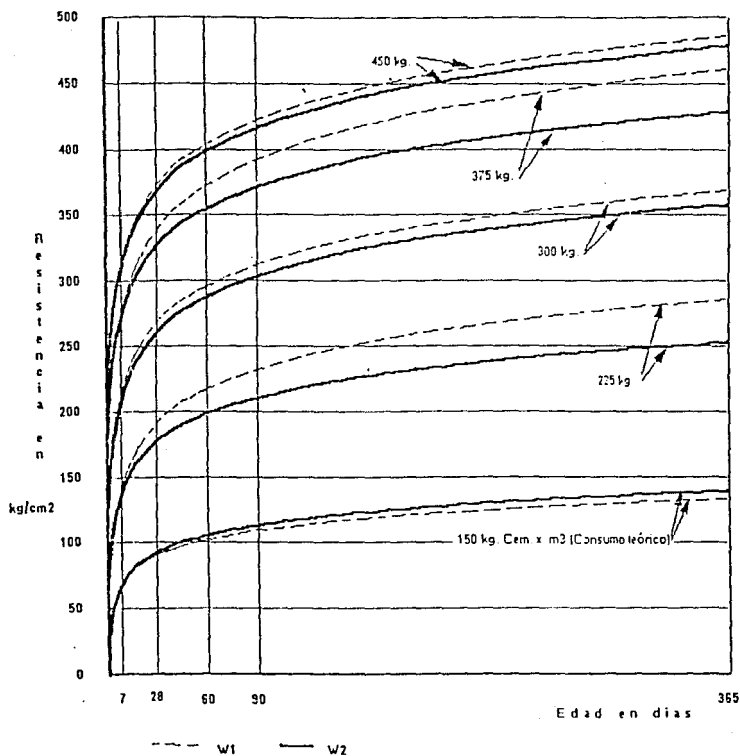
## CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION

AGUA POTABLE vs. ARAGON



CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION  
- Proyección a un año -

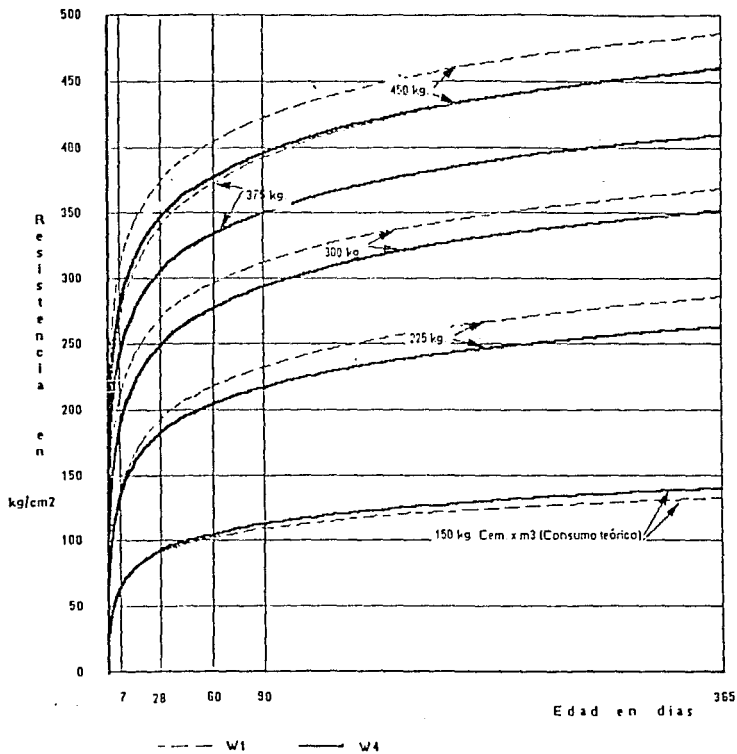
AGUA POTABLE vs. CERRO DE LA ESTRELLA





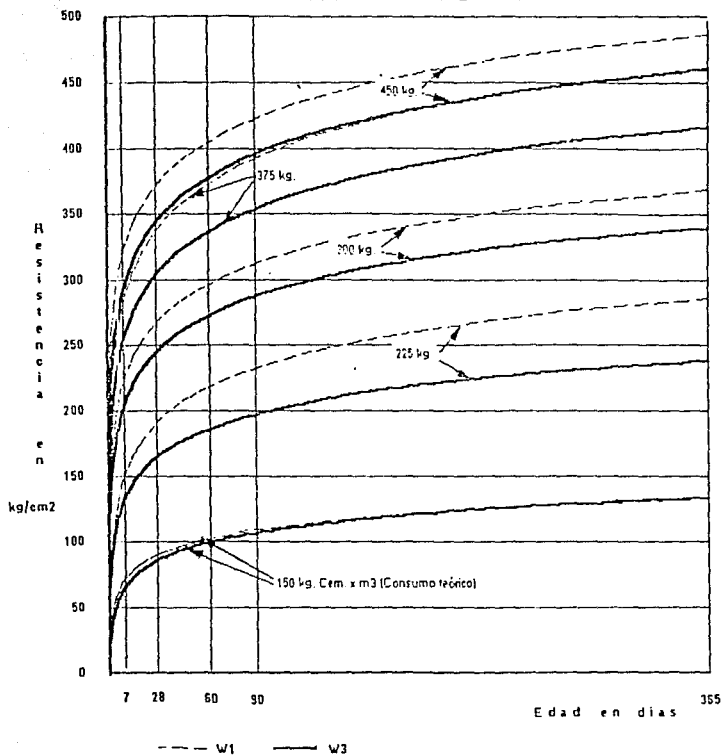
CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION  
 - Proyección a un año -

AGUA POTABLE vs. ARAGON



**CURVAS EDAD vs. RESISTENCIA A LA COMPRESION**  
**- Proyección a un año -**

AGUA POTABLE vs. CD. DEPORTIVA



## CAPITULO VII

## CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en las mezclas de concreto y mortero hidráulico en la primera etapa, del proyecto denominado: ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL AGUA TRATADA EN EL CONCRETO PREMEZCLADO, se establecen las siguientes conclusiones, observaciones y recomendaciones derivadas de este estudio.

## MATERIALES

**AGREGADOS.**- Los agregados de la mina TRIVAMEX que se utilizaron en la elaboración de las mezclas de concreto, son aceptables ya que cumplieron los requisitos especificados en las normas y reglamentos vigentes. NOM C-111 y el reglamento del D.D.F.

**CEMENTO.**- El cemento Portland Tipo 1 de la marca Tolteca cumplió con los requisitos químicos y físicos establecidos en las especificaciones de la norma NOM C-1.

**AGUA.**- Los resultados de las pruebas químicas del Agua Potable cumplió las especificaciones de la norma NOM C-122 excepto en el parámetro de "Grasas y Aceites" el cual no satisface el valor especificado en vista de que excede significativamente; cabe hacer mención que este parámetro en el agua potable se considera extraordinario y por tanto, existe la posibilidad de alguna contaminación del mismo recipiente que contenía esta agua.

Para las Aguas Tratadas Residuales de las Plantas Cerro de la Estrella, Ciudad Deportiva y San Juan de Aragón los parámetros que no cumplieron son "Grasas y Aceites" y "Dioxido de Carbono CO<sub>2</sub>", los valores se excedieron en más de 20 y 2 veces la tolerancia máxima especificada, respectivamente.

## ALMACENAMIENTO DE AGUAS TRATADAS

**OBSERVACION DEL ALMACENAMIENTO DE AGUAS TRATADAS.**-Durante las pruebas y elaboración de las mezclas de concreto se observó que las aguas provenientes de las plantas de tratamiento de Ciudad Deportiva y San Juan de Aragón después de dos días de almacenamiento presentaban signos de fermentación, formándose algunas partículas con cierto tipo de coagulación con cambio de coloración de verdoso a café. Las especificaciones del METRO 1987 (COVITUR- SECRETARIA GENERAL DE OBRAS-DDF) establece para el Almacenamiento y manejo de las aguas para la elaboración de concretos, textualmente lo siguiente:

"Si no se dispone de agua corriente, deberá almacenarse en tanques con capacidad suficiente para contener la cantidad total que se requiera en un día de trabajo por lo menos. Los tanques deben ser de material inoxidable y tapados para evitar contaminación. El agua que permanezca almacenada más de una semana sin usarse, no se acepta para fabricar concreto. Los tanques de almacenamiento deberán vaciarse y limpiarse por lo menos una vez al mes. La limpieza de los tanques y la renovación del agua deberá hacerse con mayor frecuencia si se observa tendencia de formación de vegetación acuática. En cuanto se detecten estos organismos, el agua deberá renovarse totalmente, ya que no es aceptable su incorporación en el concreto". Por lo tanto la fermentación que se formó en las Aguas Tratadas mencionadas, se debe a otras causas no imputables al manejo y almacenamiento, por lo que es recomendable efectuar pruebas químicas a diferentes periodos de almacenamientos (ejemplo una semana, dos semanas, un mes) con objeto de definir las variaciones en sus parámetros.

#### DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE PRUEBA

DISEÑO DE LAS MEZCLAS.- Las proporciones de las mezclas se diseñaron de acuerdo con los requisitos del ACI; sin embargo, la cantidad de agua, que fue el elemento cuestión del estudio en el concreto, se varió para obtener la consistencia deseada (revenimiento de 14± 1 cm). Al hacer variar la cantidad de agua a diferentes contenidos de cemento, las proporciones de los materiales del diseño base se alteraron, por tal motivo se efectuó el ajuste correspondiente a la mezcla para obtener el volumen real absoluto de concreto.

Cabe señalar como sugerencia que deberán realizar pruebas adicionales con diseños base preestablecidos (en mezclas con cantidades de materiales iguales), con objeto de observar la variación de la consistencia y en consecuencia, las demás propiedades de los concretos.

#### PRUEBAS EN CONCRETO FRESCO

CONTENIDO DE AIRE.- El contenido de aire calculado en el concreto se obtuvo teóricamente de los ajustes de las proporciones de los materiales en la mezcla y por volumen absoluto; como conclusión, el contenido de aire calculado acusa valores relativamente elevados para Aguas Tratadas en comparación con el Agua Potable; es decir, para el Agua Tratada del Cerro de la Estrella acusó un incremento de 11 al 32%, para el Agua Tratada de la Cd. Deportiva los incrementos variaron de 54 a 108% y para el Agua Tratada de San Juan de Aragón acusó el mayor incremento de 95 al 142%; tomando en cuenta que los resultados de los valores obtenidos para el Agua Potable arrojaron datos de 1.2 a 2.2% con promedio de 1.7% y que para el diseño de las mezclas el ACI establece un valor de 1.5 a 2.0%, se considera que se cumplió con el rango

esperado para el Agua Potable. En términos generales, el aire teóricamente obtenido del concreto con Agua Tratada fue de 2 a 5%; y el compuesto de las Aguas que puede general aire (6 gas) dentro del concreto es el Dióxido de carbono ( $CO_2$ ), aunque en la literatura técnica (Tecnología del Concreto, AM Neville) se mencionan algunos tipos de inclusores de aire como las grasas y aceites minerales.

Como recomendación, conviene realizar pruebas físicas de la determinación del contenido de aire por los métodos volumétricos y de presión, a fin de definir el rango de variación y complementar este estudio y relacionarlo con los parámetros del agua fuera de especificaciones.

PESO VOLUMETRICO.— El peso volumétrico fresco del concreto acusó una disminución del valor con respecto al obtenido con concreto con Agua Potable, esta disminución fue de 1 a 2% para concretos elaborados con Agua Ciudad Deportiva y San Juan de Aragón. Este decremento de peso volumétrico del concreto fresco confirma el aumento significativo de aire, calculado en el concreto elaborado con Aguas Tratadas.

REVENIMIENTO.— El revenimiento medida de la consistencia en el concreto fresco se diseñó para obtenerse dentro de un rango de 13 a 15 cm; 3 de 20 mezclas arrojaron valores de 16 cm, esta variación no tiene efecto significativo en el resultado final del concreto, ya que se realizó el ajuste correspondiente a la mezcla. La consistencia del concreto fue la esperada en la elaboración de los especímenes de prueba, como recomendación deberán realizarse pruebas para obtener y definir la consistencia del concreto con Aguas Tratadas y un proporcionamiento constante, en vista de que en el estudio la cantidad de agua se mantuvo constante y el efecto de la trabajabilidad que es vital para que un concreto pueda transportarse, colocarse y acabarse con relativa facilidad, no se observó.

#### PRUEBAS EN CONCRETO ENDURECIDO

Resistencias a compresión. Los resultados obtenidos de las resistencias a compresión de los concretos con Aguas Tratadas comparativamente con concreto con Aguas Potables testigo, acusaron una disminución significativa a edades de 7, 28, y 90 días; para concretos con el agua del Cerro de la Estrella las resistencias disminuyeron hasta un 9%; para concreto con agua Ciudad Deportiva acusó un decremento de hasta 15% y para concretos con agua de San Juan de Aragón de hasta el 14% de disminución. Existe evidencia en la literatura Técnica con relación a concentraciones de aceite mineral superiores al 2% por peso del cemento, que pueden reducir la resistencia del concreto en un 20%.

El efecto de la resistencia a compresión del concreto con relación al consumo de cemento (Figura 2, 3, y 4).

Para edades de 7, 28 y 90 días con los valores de resistencia en el eje de las abscisas y el consumo de cemento en el eje de las ordenadas, se trazaron las rectas de mínimos cuadrados para los concretos de las cuatro aguas analizadas y se aprecia con relación a las muestras con agua potable, un aumento de 5 a 8% el consumo de cemento para aguas de San Juan de Aragón y Cd. Deportiva y de 1 a 3% de aumento en el consumo de cemento para el agua de Cerro de la Estrella; es decir, se requiere de más cantidad de cemento para concretos con aguas tratadas, para obtener una determinada resistencia que se obtiene con concreto con agua potable.

MODULO DE ELASTICIDAD.- El módulo de elasticidad de los concretos con aguas tratadas, comparativamente con el hecho con agua potable, acusa valores promedio menores; para concretos con agua del Cerro de la Estrella acusa una disminución del 4%, para concretos con agua de Cd. Deportiva la disminución varía de 2 a 8% y para concretos con agua de San Juan de Aragón la disminución varía de 6 a 10%.

#### PRUEBAS EN MORTEROS

TIEMPOS DE FRAGUADO VICAT.- Los valores de tiempos de fraguado Vicat obtenidos de las aguas tratadas no presentan variación significativa, de acuerdo con los valores especificados.

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CUBOS.- Las variaciones registradas de las resistencias con respecto al concreto testigo, excepto el de San Juan de Aragón a 7 y 28 días son aceptables, sin embargo a los 90 días las tres aguas analizadas acusaron decrementos de más del 10% tolerado en el Reglamento del ACI.

#### PRUEBAS ESPECIALES TENTATIVAS

CONTRACCION POR SECADO.- Con respecto al concreto con agua potable, estas pruebas arrojaron aumentos significativos que varían de 13 a 23% para concreto con agua del Cerro de la Estrella; de 5 a 13% para concreto con agua de Cd. Deportiva; y de 105 a 152% para concreto con agua de San Juan de Aragón.

PRUEBA DE ULTRASONIDO.- De acuerdo con los valores obtenidos de los concretos con aguas tratadas en comparación con el de agua potable, se aprecia en el valor de pulso ultrasónico una disminución que en porcentaje es de 10%, lo que puede deberse a la falta de homogeneidad de las muestras de concreto.

## CONCLUSION

En vista de los Resultados obtenidos y de las variaciones presentadas de las pruebas en el estudio, se establece que el agua de la planta de tratamiento del Cerro de la Estrella (Tabla No.30) arroja los mejores resultados de las tres aguas tratadas analizadas, sin embargo las variaciones encontradas en los mismos resultados de las pruebas para cada laboratorio, hacen considerar el continuar el estudio, a fin de definir los rangos de variación e implementar su uso.

- El estudio deberá contemplar muestreos continuos de 15 mezclas de concreto en periodos de 15 días por cada dos meses realizando las pruebas de compresión a 7,28,90 y 365 días; y además, la misma cantidad de pruebas de fraguado y resistencia en cubos de mortero.

- Asimismo, realizar al menos 3 pruebas microscópicas de estructura del concreto o mortero.

- El agua tratada por emplear en la continuación del estudio deberá ser procedente del Cerro de la Estrella.

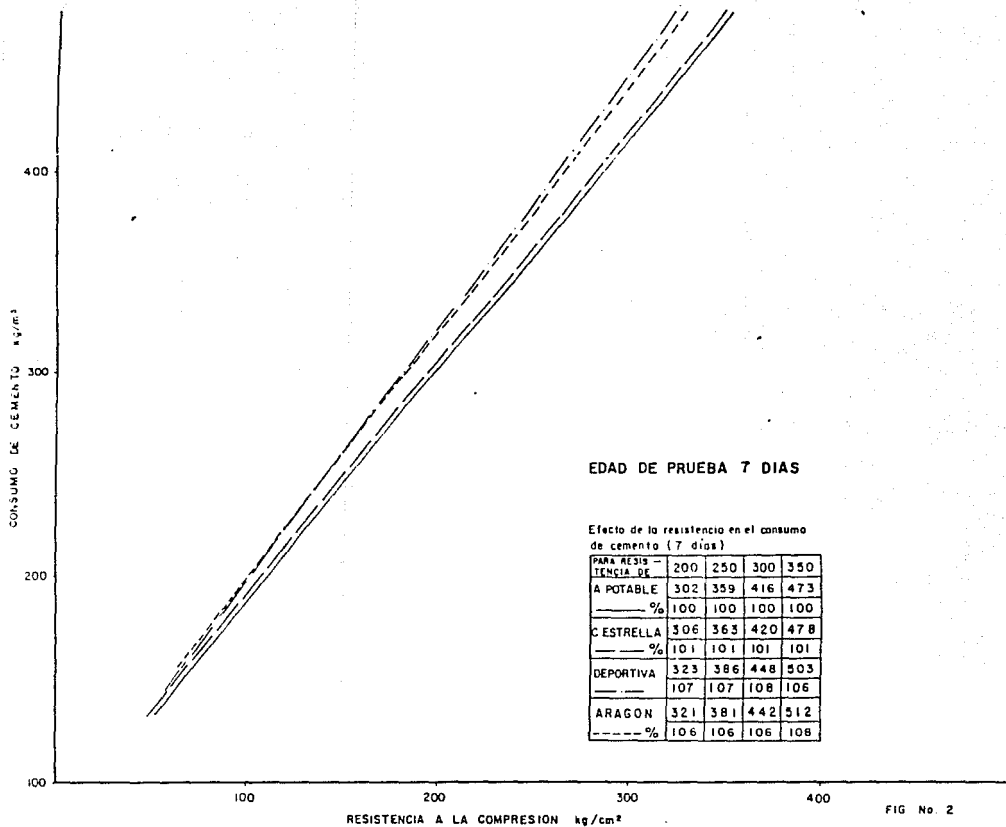
- Consideramos a manera de recomendación que el agua tratada del Cerro de la Estrella puede emplearse como agua de mezclado, siempre y cuando se lleve a cabo un tratamiento adicional para eliminar o reducir el contenido de grasas y aceites presentados en los muestreos.

Existe la incertidumbre del poder usar este tipo de agua, en vista de que en este estudio no se contó con la prueba de microscopía que nos reflejaría la morfología del concreto; y otra prueba interesante es la de corrosión acelerada que nos determinaría la influencia del agua tratada en el concreto armado.

Mas cabe añadir que el agua residual tratada Cerro de la Estrella puede ser utilizada para elaboración de concretos siempre y cuando no esté expuesta a los sulfatos y además en concretos sin acero de refuerzo.

El estudio se realizó con la finalidad de dar una solución al problema de abasto y uso de agua potable en la Ciudad de México, dando prioridad al uso para consumo humano.

El estudio ha mostrado la posibilidad de utilizar Aguas residuales tratadas en ciertas condiciones, que por comparación afectan "poco" las propiedades del concreto ya que otras las afectan de manera muy considerable. Este estudio puede conducir a la evaluación de "Qué puede sacrificarse en el concreto" a cambio de que el Agua Potable se emplee "Para Beber".



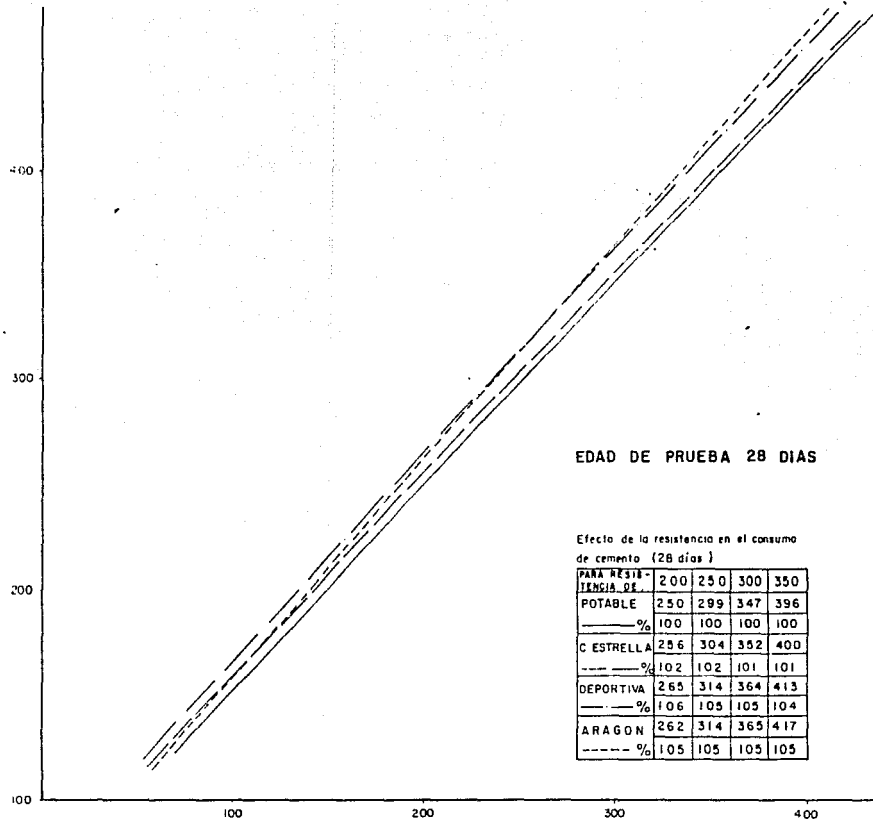
EDAD DE PRUEBA 7 DIAS

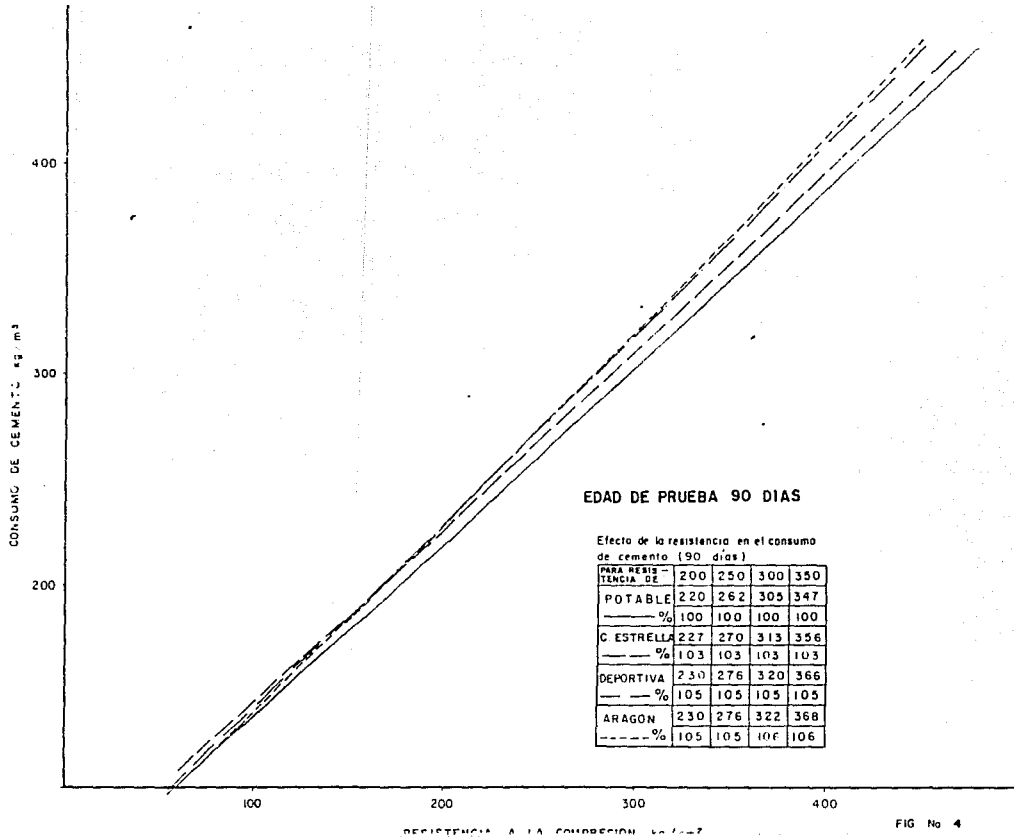
Efecto de la resistencia en el consumo de cemento (7 días)

PARA RESIS - TENCIA DE	200	250	300	350
A POTABLE	302	359	416	473
----- %	100	100	100	100
C ESTRELLA	306	363	420	478
----- %	101	101	101	101
DEPORTIVA	323	386	448	503
-----	107	107	108	106
ARAGON	321	381	442	512
----- %	106	106	106	108

FIG No. 2







RESISTENCIA A LA COMPRESION kg/cm²

FIG No 4

T A B L A No. 30

VALORES DE INCREMENTO O DISMINUCION EN PORCENTAJE CON RESPECTO

A CONCRETOS TESTIGO CON AGUA POTABLE

PROPIEDADES DEL CONCRETO

PROCEDENCIA DE AGUA	CONTENIDO DE AIRE. INCREMENTO	PESO VOLUME-TRICO FRESCO (DISMINUCION)	REVENIMI-ENTO.	RESISTENCIA A LA COMPRESION (DISMINUCION MAX. ENCONTRADO)			MODULO DE ELAS-TICIDAD A 28 DIAS (DISMINUCION)
				7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS	
C. DE LA ESTRELLA	11 A 32%	1 A 2%	14 ± 1	1 A 4%	0 A 7%	0 A 9%	0 A 4%
CIUDAD DEPORTIVA	54 A 108%	2 A 3%	14 ± 1	0 A 10%	6 A 15%	0 A 15%	2 A 8%
SAN JUAN ARAGON	95 A 142%	2 A 3%	14 ± 1	1 A 13%	2 A 14%	0 A 10%	6 A 10%

PRUEBAS EN MORTEROS

PRUEBAS ESPECIALES TENTATIVAS

PROCEDENCIA DE AGUA	RESISTENCIA A COMPRESION (DISMINUCION)			TIEMPOS DE FRAGUADO VARIACION EN MIN.	CONTRAC. X SECADO	ULTRASONIDO (DISMINUCION)
	7 DIAS	28 DIAS	90 DIAS			
C. DE LA ESTRELLA	0	5%	16%	0 : - 30	13 A 23 %	8 A 10%
CIUDAD DEPORTIVA	0	0	16%	-12 :- 45	5 A 13 %	0 A 6%
SAN JUAN ARAGON	2%	32%	11%	19 : - 0	11 A 15 %	1 A 3%

## LISTA DE TABLAS

NUMERO	DESCRIPCION
#1	Tolerancias de concentraciones de impurezas en el agua de mezcla.
#2	Criterios de aceptación de un agua cuestionable.
#3	Calidad de los efluentes (PTAR)
#4	Análisis de Arena.
#5	Análisis de Grava.
#6	Reporte de análisis Físico y Químico del cemento.
#7	Análisis Químico del Agua Potable.
#8	Análisis Químico del Agua Cerro de la Estrella.
#9	Análisis Químico del Agua Ciudad Deportiva.
#10	Análisis Químico del Agua San Juan de Aragón.
#11	Tabla de proporcionamiento por metro cúbico de concreto.
#12	Elaboración de mezclas para un proporcionamiento de 150 kg/m <sup>3</sup> de cemento, para los cuatro diferentes tipos de aguas.
#13	Elaboración de mezclas para un proporcionamiento de 225 kg/m <sup>3</sup> de cemento, para los cuatro diferentes tipos de aguas.
#14	Elaboración de mezclas para un proporcionamiento de 300 kg/m <sup>3</sup> de cemento, para los cuatro diferentes tipos de aguas.
#15	Elaboración de mezclas para un proporcionamiento de 375 kg/m <sup>3</sup> de cemento, para los cuatro diferentes tipos de aguas.
#16	Elaboración de mezclas para un proporcionamiento de 450 kg/m <sup>3</sup> de cemento, para los cuatro diferentes tipos de aguas.
#17	Resultados obtenidos en mezclas con 150 kg/m <sup>3</sup> de cemento, con los cuatro tipos de aguas analizadas.

- #18 Resultados obtenidos en mezclas con 225 kg/m<sup>3</sup> de cemento, con los cuatro tipos de aguas analizadas.
- #19 Resultados obtenidos en mezclas con 300 kg/m<sup>3</sup> de cemento, con los cuatro tipos de aguas analizadas.
- #20 Resultados obtenidos en mezclas con 375 kg/m<sup>3</sup> de cemento, con los cuatro tipos de aguas analizadas.
- #21 Resultados obtenidos en mezclas con 450 kg/m<sup>3</sup> de cemento, con los cuatro tipos de aguas analizadas.
- #22 Resultados de contenido de aire en las mezclas en porcentaje.
- #23 Resultados de peso volumétrico en concreto fresco (NOM C-160).
- #24 Resultados de resistencia a la compresión en mezclas analizadas (NOM C-83).
- #25 Resultados de módulo de elasticidad del concreto a 28 días de edad. (NOM C-129).
- #26 Resistencia a la compresión en cubos (NOM C-161). Tiempos de fraguado Vicat (NOM C-59).
- #27 Valores correspondientes de contracción por secado en barras de concreto (NOM C-173).
- #28 Expansión en barras de mortero (NOM C-173).
- #29 Determinación de la velocidad de pulso (Método de ultrasonido ASTM-215).
- #30 Valores de incremento o disminución en porcentaje con respecto a concretos Testigo con agua potable.

REFERENCIAS:

1. FOLLETO (DGCOH) PLANTA DE TRATAMIENTO C.DE LA ESTRELLA.
2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - AGUA PARA CONCRETO  
BUILDING INDUSTRY - WATER FOR CONCRETE. NOM C-122-1982
3. STEINOUR, H.H. CONCRETE MIX WATER HOW IMPURE CAN IT BE.1960  
PORTLAND CEMENT ASSOCIATION RESEARCH AND DEVELOPMENT LABORATORIES
4. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - AGUA PARA CONCRETO - ANALISIS.  
BUILDING INDUSTRY - WATER FOR CONCRETE - ANALISIS NOM C-283 1982
5. AGUA PARA CONCRETO - MUESTREO NOM C-277-1979
6. AGUA TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y EL MORTERO  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, FACULTAD DE INGENIERIA, 1987  
ESPAÑA.
7. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CEMENTANTES.  
HIDRAULICOS. NOM C-61-1976
8. ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE LAS LINEAS  
DEL METRO DE LA CIUDAD DE MEXICO.  
NORMA ASTM METRO COVITUR - DDF - 1987 VOL.3
9. PRACTICA PARA DOSIFICAR CONCRETO NORMAL, CONCRETO PESADO Y  
CONCRETO MASIVO.
10. DETERMINACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE CEMENTANTES HIDRAULICOS.  
(METODO DE VICAT) NOM C-59
11. DETERMINACION DE LA VARIACION DE LONGITUD DE LAS PROBETAS DE  
MORTERO - DE CEMENTO Y DE CONCRETO ENDURECIDO. NOM C-173 1978.
12. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO FRESCO - DETERMINACION  
DEL REVENIMIENTO.  
BUILDING INDUSTRY GREEN CONCRETE SLUMP DETERMINATION.  
NOM C-156 1980
13. MUESTREO DE CONCRETO FRESCO  
SAMPLING FRESH CONCRETE NOM C-161-1974
14. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA  
A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO. METHOD OF TEST FOR  
COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE. NOM C-83 1985.
15. DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE PULSO (METODO DE ULTRASONIDO)  
NOM C-275, ASTM 215.
16. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES ACI-318-83  
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO - AGREGADOS -  
ESPECIFICACIONES.