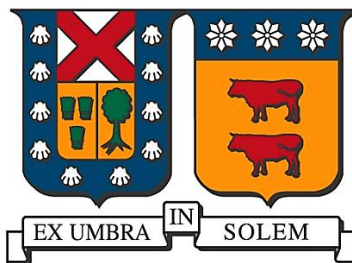


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
SANTIAGO – CHILE



**Variabilidad en los áridos y sus efectos en el desempeño del
hormigón**

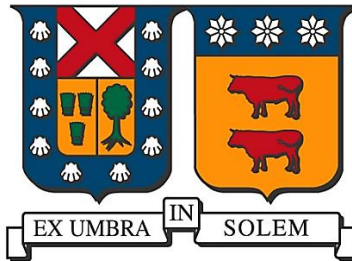
ARIEL EDUARDO GONZÁLEZ BIZAMA

Memoria para optar al título de:
INGENIERO CIVIL

Profesor Guía:
JUAN CLAUDIO VALENZUELA GÁLVEZ

Mayo de 2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
SANTIAGO – CHILE



**Variabilidad en los áridos y sus efectos en el desempeño del
hormigón**

Memoria de titulación presentada por:
ARIEL EDUARDO GONZÁLEZ BIZAMA

Como requisito parcial para optar al título de:
INGENIERO CIVIL

Profesor Guía:
JUAN CLAUDIO VALENZUELA GÁLVEZ

Mayo de 2018

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer al profesor Juan Valenzuela, quien me facilitó su invaluable ayuda en la realización de mi proyecto, brindándome consejo y ayuda cuando lo requerí.

A los profesionales del área del hormigón, Arturo Holmgren y José Luis Mundaca, por entregarme con gran voluntad sus conocimientos y guía durante todo el proceso.

También agradezco a mi familia por estar siempre conmigo durante todo el proceso, ayudándome en todo lo que necesité.

Y finalmente a mi pareja Evelyn Aguirre y mi hija Isabel Gonzalez, quienes estuvieron conmigo en las situaciones más complejas de esta etapa, siempre apoyándome y jamás dudando de mí, por lo cual estaré siempre agradecido.

Muchas gracias a todos.

Dedicado a mi familia y amigos.

RESUMEN

Los áridos son materiales pétreos y una parte fundamental del hormigón dado que componen la mayoría de su volumen. Tienen diferentes formas, tamaños y procedencias, características que son medidas a través de diferentes ensayos normados. Según su tamaño se dividen en: Arena, grava y gravilla.

Componen un esqueleto rígido del hormigón, donde el cemento hidratado (o pasta de cemento) debe rellenar los vacíos que queden y cubrir el área de cada una de las partículas, actuando como conglomerante.

A pesar de que en el país deben cumplir con los requisitos de la NCh163 of79 "Aridos para morteros y hormigones - Requisitos generales" para asegurar áridos satisfactorios para la confección del hormigón, las bandas granulométricas que deben cumplir tienen mucha holgura dificultando un control apropiado y obligando a la creación de bandas más restrictivas para mejorar el control de áridos. De esta problemática surge la necesidad de este trabajo, el cual está dedicado al estudio de este componente, mediante dos objetivos: El primero es la creación de una planilla en Excel y Visual Basic, que permita la recopilación de datos de ensayos que caracterizan a los áridos y el análisis de los resultados. El segundo objetivo corresponde al estudio del efecto de la granulometría de áridos en la resistencia del hormigón. Este último objetivo se realiza mediante cambios en la granulometría con respecto a una curva ideal, donde teóricamente se tiene una máxima densidad y máxima resistencia.

Es sabido que las propiedades de los áridos no se pueden trasladar al hormigón del cual son parte, sin embargo, cambios en el área específica (área del árido sobre su volumen) y en la cantidad de vacíos, implicarán cambios en la cantidad de pasta de cemento necesaria para rellenar los vacíos y cubrir los áridos y esto último afectará la demanda de agua, cambiando la resistencia del hormigón.

ABSTRACT

The aggregates are petrous materials and a fundamental part of the concrete because integrate most of its volume. They have different shapes, sizes and sources, this characteristics are measured through different normed tests. According to their size they are divided into: Sand, Fine Gravel and Coarse Gravel.

It make up a rigid skeleton of the concrete, where the hydrated cement (or cement paste) must fill the remaining voids and cover the area of each of the particles, acting as a binder. Although in the country the aggregates must meet the requirements of NCh163 of79 "Aggregates for mortars and concrete - General requirements" to ensure satisfactory aggregate for the manufacture of concrete, the grading bands that the aggregates must meet have a lot of slack making difficult a proper control and forcing the creation of more restrictive bands to improve the control of aggregates. From this problem arises the need for this assignment, which is dedicated to the study of this component, through two objectives:

The first is the creation of a spreadsheet in Excel and Visual Basic, which allows the collection of data from trials that characterize the aggregates and the analysis of its results. The second objective corresponds to the study of the effect of the grading of aggregates on the strength of the concrete. This last objective is realized by changes in the grading curve with respect to an ideal curve, that theoretically it has a maximum density and maximum strength.

It is known that the properties of the aggregates cannot be transferred to the concrete of which they are part, however changes in the specific area (area of the aggregate divided by its total volume) and in the amount of voids, will imply changes in the amount of cement paste necessary to fill the voids and cover the aggregates and this will affect the demand for water, changing the strength of the concrete.

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	1
1.1	Problema y Oportunidad	2
1.2	Objetivos del Trabajo	2
1.2.1	Objetivo General	2
1.2.2	Objetivos Específicos	2
1.3	Metodología del Trabajo	4
1.3.1	Planilla de control de áridos	5
1.3.2	Estudio de la resistencia del hormigón	5
1.4	Alcance del Trabajo	5
1.4.1	Planilla de control de áridos	5
1.4.2	Estudio de la resistencia del hormigón	6
1.5	Estructura del Trabajo	6
2	Marco Teórico	7
2.1	Áridos	7
2.1.1	Propiedades	7
2.2	Dosificación	13
2.2.1	Método de Faury	14
2.3	¿Por qué se estudia?	21
2.4	Hipótesis	23
2.4.1	Planilla de control de áridos	23
2.4.2	Estudio de la resistencia del hormigón	23
2.4.3	Efectos de la granulometría	24
2.5	Antecedentes empíricos	25
2.5.1	Densidad vs. Resistencia	25
2.5.2	Estudio en arenas Resistencia vs. Densidad s.s.s.	26
2.5.3	Número de angularidad vs. Factor de compactación	26
2.5.4	Resistencia a compresión vs. Módulo de finura de la arena	27
2.5.5	Resistencia a compresión vs. Contenido de finos	27
2.5.6	Resistencia a compresión vs. Índice de vacíos en la arena	28
2.5.7	Demanda de agua vs. Descenso de cono de Abrams	28
3	desarrollo planilla de control de áridos	29
3.1	Planillas por planta	29
3.1.1	Pestaña “% Pasa Arena”	29

3.1.2	Pestaña “% Pasa Gravilla”	31
3.1.3	Pestaña “% Pasa Grava”	32
3.1.4	ARENA y ARENA FINA	33
3.1.5	GRAVA Y GRAVILLA	35
3.2	Planilla general	37
3.2.1	Planilla usuario	38
4	Ensayo a compresión	52
4.1	Principios teóricos y alcance general	52
4.2	Desarrollo de ensayos de laboratorio	53
4.2.1	Caracterización de áridos	53
4.2.2	NCh 1018- Hormigón. Preparación de mezclas de prueba de laboratorio... ..	58
4.2.3	NCh1019- Construcción- Hormigón Determinación de la docilidad- Método del asentamiento del cono de Abrams	60
4.2.4	Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción, NCh 1017.	60
4.2.5	Hormigón- Ensayo de compresión probetas cúbicas y cilíndricas. NCh1037 62	
4.3	Resultados	63
4.3.1	Curva ideal Faury	63
4.3.2	Dosificaciones iniciales	63
5	Análisis y Conclusiones	76
5.1	Resistencia vs. Cantidad de agua.....	76
5.2	Densidades reales	76
5.3	Demanda de agua de acuerdo al ábaco	77
5.4	Resistencia esperada según relación agua-cemento (A/C).....	79
5.5	Resistencia esperada según Módulo de Finura	81
5.6	Resistencia según Módulo de Finura: Desviación de ensayos anteriores	82
5.7	Comentarios	83
5.7.1	Planilla de control de áridos	83
5.7.2	Resistencia a compresión.....	83
6	Bibliografía.....	85
7	Anexos	86
7.1	Hoja CDA	86
7.1.1	Código para importar datos	86
7.1.2	Borrar	115

7.2	Hoja BANDAS	115
7.2.1	Filtro	115
7.3	Hoja CONTROL.....	124
7.3.1	Control de arena.....	124
7.3.2	Control Grava	144
7.3.3	Control Gravilla.....	164
7.4	Hoja CALENDARIO	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de planillas Excel	2
Figura 2 Tipos de redondez	7
Figura 3 Escala de esfericidad	7
Figura 4 Textura vidriosa	8
Figura 5 Textura suave	8
Figura 6 Textura granular	8
Figura 7 Textura rugosa.....	8
Figura 8 Textura cristalina	8
Figura 9 Textura panal.....	8
Figura 10 Tipos de volumen.....	9
Figura 11 Densidad suelta	9
Figura 12 Densidad compactada	10
Figura 13 Densidad S.S.S.	10
Figura 14 Densidad seca	11
Figura 15 Densidad neta.....	11
Figura 16 Máquina de ensayo y curva granulométrica	13
Figura 17 Métodos de dosificación.....	14
Figura 18 Relación Cemento y A/C para diferentes métodos.....	14
Figura 19 Curva ideal de Faury.....	14
Figura 20 Curva ideal y curva granulométrica de los áridos más cemento.....	15
Figura 21 Curva ideal de Faury.....	17
Figura 22 Propiedades que afectan a la resistencia del hormigón	22
Figura 23 Resistencia vs. Densidad.....	22
Figura 24 Resistencia vs. Tamaño máximo del agregado	23
Figura 25 Diferentes muestras y sus respectivas curvas granulométricas y módulo de finura	23
Figura 26 Resistencia de las muestras según módulo de finura	23
Figura 27 Banda de trabajo.....	24
Figura 28 Diferentes densidades de una muestra.....	24
Figura 29 Resistencia de muestras según cantidad de vacíos.....	24
Figura 30 Valor óptimo de vacíos.....	25
Figura 31 Resistencia vs. Densidad.....	25
Figura 32 Resistencia vs. Densidad S.S.S.....	26
Figura 33 Factor compactación vs. Número de angularidad	26
Figura 34 Resistencia vs. Módulo de finura	27
Figura 35 Resistencia vs. Contenido de finos	27
Figura 36 Resistencia vs. Índice de vacíos	28
Figura 37. Ábaco demanda de agua del hormigón en función del asentamiento y el MF del agregado total.....	28
Figura 38 Pestañas en planilla por planta	29
Figura 39 Granulometría y bandas de trabajo de la arena	29
Figura 40 Bandas de trabajo y curva de la muestra de arena	30
Figura 41 Finos por lavado arena	30
Figura 42 Aceptación de proceso de tamizado	30
Figura 43 Cálculo de la humedad	30
Figura 44 Granulometría y bandas de trabajo de la gravilla	31
Figura 45 Bandas de trabajo y curva de la muestra de gravilla	31
Figura 46 Finos por lavado gravilla	31

Figura 47 Aceptación de proceso de tamizado	32
Figura 48 Granulometría y bandas de trabajo de la grava	32
Figura 49 Bandas de trabajo y curva de la muestra de grava	32
Figura 50 Finos por lavado grava	33
Figura 51 Aceptación de proceso de tamizado	33
Figura 52 Vistazo general pestaña "ARENA" y "ARENA FINA"	33
Figura 53 Banda de trabajo y curva mensual para "ARENA" y "ARENA FINA"	34
Figura 54 Propiedades de áridos medidas en ensayo oficial para "ARENA" y "ARENA FINA"	34
Figura 55 Banda de trabajo y curva oficial para "ARENA" y "ARENA FINA"	35
Figura 56 Vistazo general pestaña "GRAVA" y "GRAVILLA"	35
Figura 57 Banda de trabajo y curva mensual para "GRAVA" y "GRAVILLA"	36
Figura 58 Propiedades de áridos medidas en ensayo oficial para "GRAVA" y "GRAVILLA"	36
Figura 59 Banda de trabajo y curva oficial para "GRAVA" y "GRAVILLA"	37
Figura 60 Ubicaciones de planillas general y de planta.....	37
Figura 61 Pestañas en planilla general	38
Figura 62 Datos básicos	38
Figura 63 Granulometrías	39
Figura 64 Propiedades físicas de los áridos.....	39
Figura 65 Botones de la pestaña "CDA"	40
Figura 66 Vistazo general pestaña "Bandas"	40
Figura 67 Bandas y gráfico de la arena	41
Figura 68 Curva granulométrica.....	41
Figura 69 Resultado Botón filtro.....	42
Figura 70 Gráfico bandas y curva granulométrica.....	42
Figura 71 Datos de bandas de áridos	43
Figura 72 Primer vistazo pestaña "Control"	43
Figura 73 Datos extraídos para pestaña "Control" con botón "Control Arena"	44
Figura 74 Gráfico de módulo de finura en el tiempo y sus límites	44
Figura 75 Finos por lavado	45
Figura 76 Densidad S.S.S.	45
Figura 77 Huecos árido compactado	46
Figura 78 Absorción.....	46
Figura 79 Equivalente de arena	46
Figura 80 Datos extraídos para pestaña "Control" con botón "Control Grava".....	47
Figura 81 Uniformidad granulométrica	47
Figura 82 Finos por lavado	48
Figura 83 Partículas chancadas.....	48
Figura 84 Factor de forma	49
Figura 85 Densidad S.S.S.	49
Figura 86 Huecos árido compactado	49
Figura 87 Absorción.....	50
Figura 88 Primer vistazo pestaña "CALENDARIO"	50
Figura 89 Resultados pestaña "CALENDARIO"	51
Figura 90 Densidad Vs. contenido de finos.....	52
Figura 91 Laboratorio de obras civiles	53
Figura 92 Tamizado de áridos	54
Figura 93 Horno para secado de áridos.....	55
Figura 94 Arena en condición s.s.s.	55
Figura 95 Arena dentro de matraz con agua.....	56

Figura 96 Gravilla sumergida	56
Figura 97 Canastillo portamuestra	57
Figura 98 Pesada sumergida	57
Figura 99 Finos por lavado	58
Figura 100 Mezclado de hormigón.....	59
Figura 101 Ensayo de cono de Abrams	60
Figura 102 Piscina de curado	61
Figura 103 Temperatura de curado.....	61
Figura 104 Prensa de ensayo	62
Figura 105 Grafico curva ideal de Faury	63
Figura 106 Bandas granulométricas consideradas	65
Figura 107 Curva ensayo a compresión mezcla real.....	72
Figura 108 Curva ensayo a compresión mezcla fina.....	73
Figura 109 Curva ensayo a compresión mezcla gruesa.....	74
Figura 110 Curva ensayo a compresión mezcla ideal	75
Figura 111 Resistencia vs Cantidad de agua.....	76
Figura 112 Zona de trabajo en ábaco	78
Figura 113 Distribución normal del hormigón	80
Figura 114 Resistencia vs. Módulo de finura	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Determinación tamaño máximo y efecto pared	16
Tabla 2-2 Valores de K	16
Tabla 2-3 Valores de K'.....	17
Tabla 2-4 Valores de M.....	18
Tabla 2-5 Razón A/C	19
Tabla 2-6 Índices ponderales según malla.....	20
Tabla 4-1 Granulometrías de las meclas consideradas.....	64
Tabla 4-2 Curvas combinadas	64
Tabla 4-3 Módulo de finura de las distintas mezclas	65
Tabla 4-4 Densidades y absorción arena.....	66
Tabla 4-5 Densidades y absorción gravillas.....	66
Tabla 4-6 Dosificación mezcla real	72
Tabla 4-7 Resistencia a compresión mezcla real	72
Tabla 4-8 Dosificación mezcla fina.....	73
Tabla 4-9 Resistencia a compresión mezcla fina	73
Tabla 4-10 Dosificación mezcla gruesa.....	74
Tabla 4-11 Resistencia a compresión mezcla gruesa	74
Tabla 4-12 Dosificación mezcla ideal.....	75
Tabla 4-13 Resistencia a compresión mezcla ideal	75
Tabla 5-1 Densidades arena.....	76
Tabla 5-2 Densidades gravilla.....	77
Tabla 5-3 Agua demandada según ábaco mezcla real	77
Tabla 5-4 Agua demandada según ábaco mezcla ideal.....	77
Tabla 5-5 Agua demandada según ábaco mezcla fina.....	78
Tabla 5-6 Agua demandada según ábaco mezcla gruesa	78
Tabla 5-7 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla real	79
Tabla 5-8 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla ideal.....	79
Tabla 5-9 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla fina	80
Tabla 5-10 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla gruesa	80
Tabla 5-11 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla real	81
Tabla 5-12 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla ideal.....	81
Tabla 5-13 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla fina.....	81
Tabla 5-14 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla gruesa....	82

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está relacionado con una empresa hormigonera, que fabrica y distribuye hormigón a nivel nacional.

El hormigón, como material estructural, corresponde a una mezcla de cemento, agua, agregados (finos y gruesos) y aditivos que otorguen propiedades deseadas.

El hormigón se debe tratar en dos estados diferentes: estado fresco y estado endurecido.

El estado fresco importa al momento de la confección, transporte, colocación, compactación y curado del hormigón en obra. Los aspectos importantes de este estado corresponden a una docilidad adecuada para alcanzar la máxima compactación sin segregación.

El estado endurecido, una vez transcurrido cierto tiempo, el hormigón se endurece y alcanza su resistencia máxima, normalmente en 28 días, aunque curando adecuadamente puede prosperar el incremento de su resistencia mecánica. Los aspectos importantes corresponden resistencia a compresión y durabilidad.

Este trabajo se concentra en el estudio de las propiedades de los áridos, en particular su granulometría, y su influencia en la resistencia del hormigón, dado que, a pesar de que existen y se respetan las normas para controlar la calidad de los áridos, estas no son suficientes para tener un control adecuado. Por lo tanto, es de suma importancia la creación de un sistema informático que sea capaz de recolectar y analizar información de los ensayos realizados en áridos, de esta forma actualizando un sistema que posee un escaso control de las propiedades de áridos.

En la planta de fabricación de hormigón el control de la granulometría se realiza a través del método de Faury, el cual, como se explicará más adelante, establece una curva granulométrica ideal que proporciona la máxima compactación, y, por ende, mínima cantidad de pasta de cemento, disminuyendo la cantidad de agua requerida lo que aumenta la resistencia.

Dado que no se conoce con precisión en qué magnitud puede afectar a la resistencia del hormigón la variación de la granulometría en torno a esta curva ideal, se realizarán un total de 4 diferentes mezclas de hormigón, 1 con granulometrías ajustada a esta curva, y otras 2 con curvas granulométricas en la vecindad de esta curva ideal, para establecer si la variación en la resistencia es de magnitud apreciable y finalmente una última mezcla con la granulometría original de la planta, para saber en qué situación se encuentra.

1.1 Problema y Oportunidad

El problema que enfrenta la empresa corresponde al análisis de los áridos, parte fundamental del hormigón, dado que corresponde cerca del 70% del volumen del mismo. Por lo tanto, es necesario una adecuada gestión de la información de los áridos utilizados para la confección del hormigón, para luego controlar y finalmente realizar cambios de ser necesarios.

Así también es de importancia fundamental conocer la resistencia del hormigón endurecido, por ello interesa saber cómo la distribución de áridos influye sobre la misma.

1.2 Objetivos del Trabajo

1.2.1 Objetivo General

Elaboración de una planilla de control de áridos en el programa Excel, en la cual se registren los resultados de los ensayos de laboratorio de los áridos en las plantas junto con sus respectivos análisis.

Estudio de cómo afecta en la resistencia del hormigón la variabilidad de las propiedades de los áridos, en particular, la granulometría.

La variación de la granulometría cambia el grado de compacidad, que es medido a través del porcentaje de vacíos y eventualmente puede afectar la resistencia del hormigón.

1.2.2 Objetivos Específicos

1.2.2.1 Planilla de control de áridos

- La empresa posee plantas en todo Chile.
- Se debe realizar una planilla para cada planta, que sea capaz de almacenar los resultados de diversos ensayos.
- Luego se realiza una planilla principal que debe, mediante la realización de códigos de visual Basic, importar todos los datos de las planillas de cada planta y analizarlas, como se muestra más adelante. En la figura 1 se muestra cómo se relacionan las planillas.

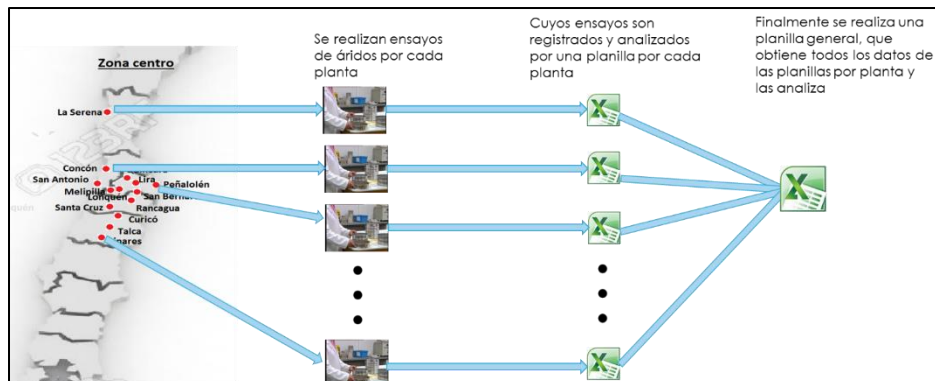


Figura 1 Esquema de planillas Excel

Los ensayos realizados por cada planta son los siguientes:

• Densidad aparente compactada	NCh 1116
• Densidad aparente suelta	NCh 1116
• Impurezas orgánicas	NCh 166
• Partículas menores que 0,080 mm	NCh 1223
• Densidad real del árido seco	NCh 1239 y NCh 1117
• Densidad real del árido s.s.s.	NCh 1239 y NCh 1117
• Densidad neta	NCh 1239 y NCh 1117
• Absorción	NCh 1239 y NCh 1117
• Equivalente de arena	NCh 1325
• Huecos árido compactado	NCh 1326
• Huecos árido suelto	NCh 1326
• Partículas desmenuzables	NCh 1327
• Porcentaje de rodado	M.C 8.202.6
• Porcentaje de chancado	M.C 8.202.6
• Porcentaje de laja chancada	M.C 8.202.6
• Granulometría de arena, grava y gravilla	NCh 163
• Módulo de finura	NCh 165

En cada planilla de planta el laboratorista debe registrar los valores obtenidos de las pruebas mencionadas anteriormente, además debe proporcionarse datos como: Planta, fecha, ciudad, tipo de muestra, proveedor de áridos, entre otras.

Luego se utiliza la planilla general para obtener los resultados de cada planta, creando así una “base de datos”. Con esto es posible realizar:

- Verificación que las granulometrías promedio cumplan con las bandas asignadas para cada proveedor.
- Verificar que el módulo de finura, finos por lavado, absorción, el equivalente de arena, porcentaje de chancados y factor de forma cumplan con los límites de la NCh163.
- Chequear los valores de la densidad s.s.s. e índice de huecos a través del tiempo
- Uniformidad granulométrica, esto es, como ejemplo en la grava de 40 mm, que el porcentaje que pasa, por el tamiz de 20 mm, no presente grandes variaciones de una muestra a otra. Similar en tamiz de 10 mm para la gravilla de 20 mm y el módulo de finura en el caso de las arenas.
- También es necesario que dicha planilla sea posible realizar un calendario de ensayos, donde se identifica la fecha en que se realizaron éstos con el fin de controlar su frecuencia en el tiempo.

- Y, por último, se realizará una opción, para que, a partir de un número de informe seleccionado, sea posible obtener los datos de los ensayos que corresponden a dicho informe, en un formato apropiado para presentarlo a quien lo solicite.

1.2.2.2 Estudio de la resistencia del hormigón

Para dosificar un hormigón, se tienen diferentes criterios, el que se usará en esta ocasión corresponde el método de Faury, que como se explicará en detalle más adelante, utiliza criterios granulométricos.

El método de Faury propone una curva ideal, que es una combinación entre los agregados y cementos, de manera tal que se obtenga la máxima compacidad y junto con ello una máxima resistencia del hormigón.

Para ello, se obtiene una curva ideal, que sugiere la dosificación necesaria que se debe utilizar para la fabricación del hormigón.

En la empresa, se establecen dosificaciones utilizando el criterio de Faury dada las granulometrías que controlan en laboratorio, pero como éstas están cambiando frecuentemente, se genera una diferencia entre la dosificación teórica y lo que se aplica en la práctica.

Para evaluar los efectos de ello, corresponde fabricar probetas de hormigón con dosificaciones y descenso del cono de Abrams constantes, pero con diferentes curvas granulométricas que están en la vecindad de la curva ideal de Faury, y así simular las condiciones que tienen las plantas de hormigón. Finalmente, se medirá la resistencia y se comparará con lo propuesto teóricamente.

1.3 Metodología del Trabajo

Corresponde a un estudio correlacional, donde se estudian la relación entre variables dependientes e independientes y su correlación entre ellas.

En este caso se tiene:

- Variable dependiente: Resistencia del hormigón
- Variable independiente: Propiedades de los áridos.

Método deductivo, donde se parte de una premisa general para obtener conclusiones de un caso particular:

- Premisa general: menor compacidad en el hormigón disminuye la resistencia
- Premisa particular: menor compacidad en el agregado disminuirá la resistencia

Grado de abstracción corresponde a una investigación aplicada, donde se intenta resolver un problema práctico, en este caso, el cómo afecta al desempeño del hormigón la variabilidad de las propiedades de los áridos.

El grado de generalización corresponde a una investigación en acción donde se une la investigación con la práctica y es orientada a la toma de decisiones.

La naturaleza de los datos corresponde a la cuantitativa, donde el objeto de estudio es externo a quien lo investiga, buscando la máxima objetividad.

La orientación está enfocada a las conclusiones, propio de un estudio cuantitativo.

Manipulación de variables, corresponde a una investigación experimental, donde se manipulan una o más variables independientes, en este caso las propiedades de los áridos.

Naturaleza de los objetivos es correlacional, donde se persigue medir el grado de correlación entre variables, también se puede clasificar como experimental, donde se desea controlar el fenómeno a estudiar.

Las fuentes son de carácter bibliográfico y empíricos.

El lugar corresponde una investigación de laboratorio, donde en un ambiente controlado se crea el ambiente óptimo para obtener conclusiones.

El diseño de investigación corresponde a una investigación experimental, donde se manipula una variable (propiedades de los áridos) no comprobada, en condiciones controladas, con el objetivo de describir de qué modo y por qué causa se produce una situación particular (variación de la resistencia del hormigón). Este proceso tiene las siguientes etapas:

- Presencia de un problema, que contenga un respaldo bibliográfico.
- Identificación y definición del problema.
- Definición de la hipótesis y las variables.
- Diseño del plan experimental.
- Prueba de la confiabilidad de los datos.
- Realización del experimento.
- Tratamiento de los datos.

1.3.1 Planilla de control de áridos

El procedimiento para realizar la planilla, corresponde a un trabajo que se llevará a cabo mediante el uso de Visual Basic de Excel, esto debido a que lo que se necesita es la mayor automatización posible. Así, en la práctica, ahorrará mucho tiempo al realizar tareas, por ejemplo, en la importación de datos de las diferentes plantas, se realizarán sólo con presionar un botón. De la misma manera se espera que de forma automática realice de tareas como: comparar las granulometrías de una planta a elección y las compare con las bandas permisibles para dicha planta, control de los áridos y calendario de ensayos para un rango de fechas y una planta determinada.

1.3.2 Estudio de la resistencia del hormigón

Esta parte del trabajo corresponde a algo completamente experimental. Lo primero corresponde a realizar granulometrías del árido integral. Luego se realizan con probetas cúbicas los moldes de hormigón y son ensayados en una prensa hidráulica.

1.4 Alcance del Trabajo

1.4.1 Planilla de control de áridos

Su limitación viene siendo el número de plantas, es decir, funcionará con el número de plantas de hormigón actual, de construirse una nueva planta, será necesario modificar el algoritmo del programa. El número de plantas considerada corresponde a 9.

Así también si se incorporan nuevos áridos o se modifica la planilla donde se registran los resultados de los ensayos, el programa tiene que cambiarse para que funcione adecuadamente. Esto quiere decir que, al funcionar la planilla con Visual Basic, tiene que ser altamente estandarizada y el usuario debe utilizarlas sin modificar sustancialmente las mismas. Aunque se tengan estas limitaciones, los beneficios son con creces superiores, debido a que funciona mucho más rápido y los errores bajan drásticamente, permitiendo no sólo aumentar la eficiencia en el análisis de los datos, sino que lo hace indispensable.

1.4.2 Estudio de la resistencia del hormigón

Los resultados de estos ensayos están limitados para las plantas cuyos áridos serán utilizados, esto debido a que la variabilidad intrínseca de los áridos imposibilita obtener resultados generales aplicables a cualquier planta. Esto es porque en cada planta, la realidad es distinta, por citar algunos ejemplos:

- Los áridos de una planta en el norte de Chile serán diferentes a los áridos extraídos en la zona sur
- Los Áridos que se obtienen de manera natural tienen comportamientos diferentes que los obtenidos artificialmente.
- Las Granulometrías de una planta frente a otras también serán distintas, incluso existen bandas para regular a cada planta, entre otras.

Con lo mencionado anteriormente se tiene que propiedades de los áridos como la redondez, esfericidad, la textura superficial, densidad, índice de huecos, tamaño máximo, entre otras, que afectan a la resistencia del hormigón, serán propios de cada planta.

1.5 Estructura del Trabajo

El trabajo estará estructurado de la siguiente manera

Capítulo 1: Corresponde a la introducción, donde se presenta el problema que se debe resolver y cómo se resolverá, a través de objetivos generales y específicos.

Capítulo 2: Se presenta el marco teórico, donde se explica las propiedades de los áridos y cómo se calculan con las fórmulas que se presentan en las diferentes normas. También se explica el método de dosificación de Faury, además de la hipótesis y antecedentes empíricos.

Capítulo 3: En este capítulo se muestra el desarrollo de la planilla de control de áridos, especificando su forma de uso, resultados y restricciones.

Capítulo 4: En esta sección se muestra todas las etapas del ensayo a compresión y resultados

Capítulo 5: Finalmente se muestran las conclusiones y comentarios de los resultados de los capítulos 3 y 4. Donde se muestra que el programa creado sirve para mejorar el control y puede servir también como base para un programa más avanzado. Mientras que para el ensayo de compresión las variaciones de resistencia obtenidas caen dentro de las variaciones de propias de una dispersión de ensayos de hormigones, permitiendo concluir que desviarse de la curva ideal no produce cambios importantes en la resistencia.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Áridos

Los áridos y su influencia en el hormigón. Sus características son las siguientes:

- La pasta de cemento debe ser sustentado por un esqueleto inerte.
- Se forman por procesos climáticos y abrasión o por choques artificiales.
- Compone cerca del 75 % del volumen del hormigón.
- Limita la resistencia del hormigón.
- Económicamente es ventajoso utilizarlo.
- Es difícil definir un buen agregado para un hormigón, pero en forma general, un agregado considerado pobre en más de un aspecto es improbable que realice un hormigón satisfactorio.
- El rango de tamaños varía usualmente entre 0,07 mm y 50 mm, siendo 5 mm la división entre los áridos finos y gruesos. Bajo el rango se tienen limos y arcillas.

2.1.1 Propiedades

Sus propiedades se muestran a continuación:

2.1.1.1 Redondez

Forma o angularidad de los bordes. Su medición se realiza indirectamente por el número de angularidad, que mide el porcentaje de vacíos.

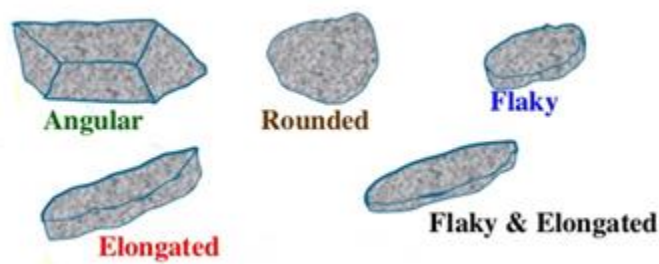


Figura 2 Tipos de redondez

2.1.1.2 Esfericidad (agregado grueso)

Función de la superficie específica (tasa entre área de la partícula y su volumen).

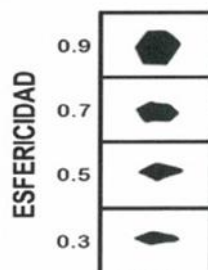


Figura 3 Escala de esfericidad

2.1.1.3 Textura superficial

Grado en el cual la superficie del árido está pulido u opaco, suave o rugosa. Existen diferentes tipos:

- Vidrioso: Rocas sedimentarias de cuarzo



Figura 4 Textura vidriosa

- Suave: generalmente debido a la acción del agua



Figura 5 Textura suave

- Granular: Fracturas, mostrando granos uniformes



Figura 6 Textura granular

- Rugoso: Fractura rugosa de granos finos o medios



Figura 7 Textura rugosa

- Cristalino: Contiene constituyentes cristalinos visibles



Figura 8 Textura cristalina

- Panal: contiene poros y cavidades visibles



Figura 9 Textura panal

2.1.1.4 Densidad

Existen múltiples formas de calcularlas debido a la naturaleza de los áridos, por eso es necesario breves definiciones:

- Vacíos o huecos: Espacios entre los agregados
- Poros: Espacios vacíos en el interior de los agregados, los cuales pueden ser accesibles e inaccesibles, a partir de esto se pueden tener distintas consideraciones en el volumen
- Volumen real: Volumen del árido sin considerar vacíos accesibles e inaccesibles.
- Volumen relativo: Volumen del árido que considera vacíos inaccesibles.
- Volumen aparente: Volumen del árido que considera vacíos accesibles e inaccesibles.



Figura 10 Tipos de volumen

2.1.1.4.1 Densidad aparente

Considera el volumen del árido más el volumen de los poros y vacíos. Existen 2 tipos, la suelta y la compactada:

- **Suelta:** Se llena una medida con una muestra, luego la densidad aparente corresponde a la división entre masa del árido y el volumen de la muestra:

$$\rho(\text{suelta}) = \frac{M(\text{suelta})}{V} \quad (1)$$

Donde

$\rho(\text{suelta})$: Densidad aparente suelta

$M(\text{suelta})$: Masa suelta que llena la medida

V : Volumen de la medida

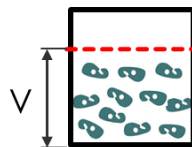


Figura 11 Densidad suelta

- **Compactada:** La medida anterior se llena de árido, pero este es compactado.

$$\rho(\text{compactada}) = \frac{M(\text{compactada})}{V} \quad (2)$$

Donde

$\rho(\text{compactada})$: Densidad aparente compactada
 $M(\text{compactada})$: Masa compactada que llena la medida
 V : Volumen de la medida

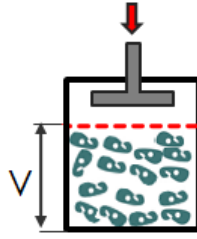


Figura 12 Densidad compactada

2.1.1.4.2 Densidad real

Es la densidad que considera los poros y vacíos.

- **Saturado y seco superficialmente (S.S.S.):** Se considera la masa saturada, y volumen de las partículas incluyendo los poros accesibles e inaccesibles, pero no los vacíos.

$$\rho_{SSS} = \frac{m_{SSS}}{M_a + m_{SSS} - M_m} \quad (3)$$

Donde

ρ_{SSS} : Densidad Saturado y seco superficialmente
 m_{SSS} : Masa Saturado y seco superficialmente
 M_a : Masa de matraz con agua
 M_m : Masa de matraz más la muestra s. s. s. y agua

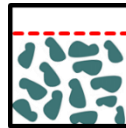


Figura 13 Densidad S.S.S.

- **Seco:** Se considera la masa seca y el volumen considera los poros accesibles e inaccesibles.

$$\rho_s = \frac{m_s}{M_a + m_{sss} - M_m} \quad (4)$$

Donde

ρ_s : Densidad seco

m_s : Masa seco

m_{sss} : Masa Saturado y seco superficialmente

M_a : Masa de matraz con agua

M_m : Masa de matraz más la muestra s. s. y agua

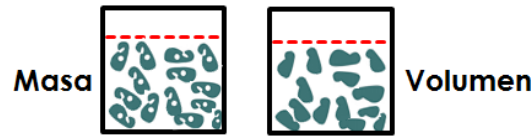


Figura 14 Densidad seca

- **Neta:** Considera la masa seca y el volumen sólido sin poros.

$$\rho_N = \frac{m_s}{M_a + m_s - M_m} \quad (5)$$

Donde

ρ_s : Densidad seco

m_s : Masa seco

M_a : Masa de matraz con agua

M_m : Masa de matraz más la muestra s. s. y agua

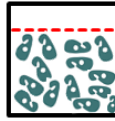


Figura 15 Densidad neta

- **Absorción:** Cantidad de agua que contiene el árido, obtenido como la diferencia entre el estado seco y el saturado seco superficialmente.

$$\alpha = \frac{m_{sss} - m_s}{m_s} * 100 \% \quad (6)$$

Donde

α : Absorción
 m_s : Masa seco
 m_{sss} : Masa saturado y seco superficialmente

2.1.1.5 Índice de huecos

Contenido de vacíos en porcentaje.

$$h = \frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_s} * 100 \% \quad (7)$$

Donde

h : Contenido de huecos
 ρ_s : Densidad real seca
 ρ_a : Densidad aparente

Otra forma de medirla es con el número de angularidad, definido como:

$$NA = 67 - \% \text{ Volumen de sólidos} \quad (8)$$

Este número varía entre 0 y 12, a mayor valor, menos redondeado será el agregado y mayor cantidad de vacíos posee.

Corresponde a los vacíos en exceso, considerando como 67 % de sólido (o 33% de vacíos) para áridos redondeados.

2.1.1.6 Granulometría

Corresponde a dividir la muestra en fracciones de partículas de un mismo tamaño, con el objetivo de obtener la distribución de tamaños de la muestra de áridos.

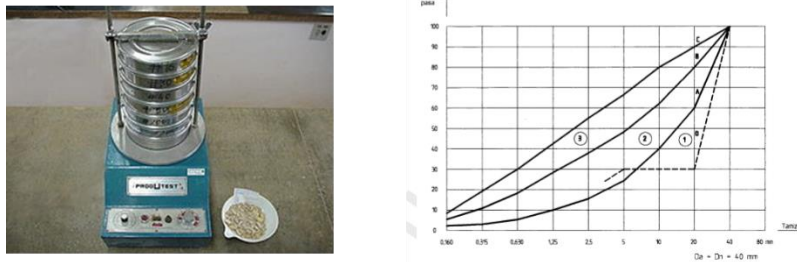


Figura 16 Máquina de ensayo y curva granulométrica

2.1.1.7 Módulo de finura

Corresponde a un factor que caracteriza la granulometría de una muestra, en general fina. Un valor alto indica áridos más gruesos.

2.1.1.8 Tamaño máximo

Corresponde al tamaño máximo de una muestra, el cual disminuye los requerimientos de agua del hormigón, pero puede significar menor área superficial para una mejor adherencia.

2.2 Dosificación

Tiene por finalidad encontrar las proporciones en las cuales se mezclan las diferentes materias primas del hormigón, para que el resultado final posea las características previstas, por ejemplo, la resistencia, durabilidad, acabado o pegado correctos.

- Existen diferentes métodos para dosificar, algunos de naturaleza experimental como el método ACI, experimentales de laboratorio como el de Vallete o de criterios granulométricos como el método Faury.
- Todos los métodos destacan la relación agua – cemento, que mientras mayor sea (aumentar dosis de agua y/o disminuir la de cemento) disminuye la resistencia a compresión.
- Es necesaria una comprobación experimental, debido a la gran cantidad de variables involucradas.

Existen diversos métodos, según su naturaleza, tienen:

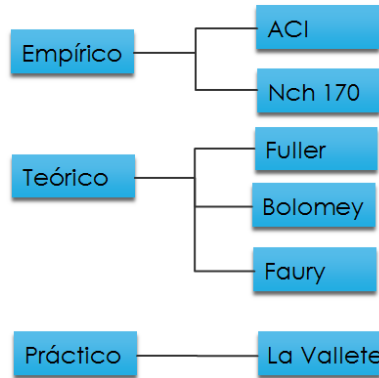


Figura 17 Métodos de dosificación

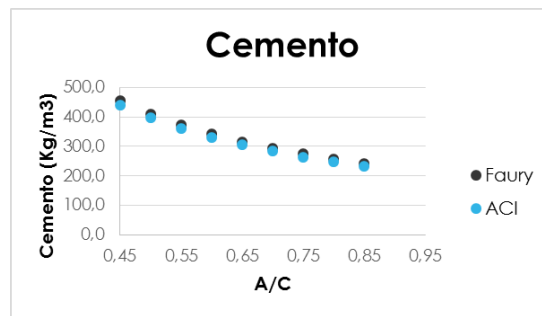


Figura 18 Relación Cemento y A/C para diferentes métodos

2.2.1 Método de Faury

2.2.1.1 Resumen

En particular se estudiará este método:

- Propone una curva ideal que es una combinación entre los agregados y cementos, de manera tal que se obtenga la **máxima compactación**.
- Esta curva incluye la energía de compactación, consistencia, tipo de árido, efecto pared que cuantifica el efecto que ejerce de una superficie dura sobre la porosidad de un agregado, y tamaño máximo.

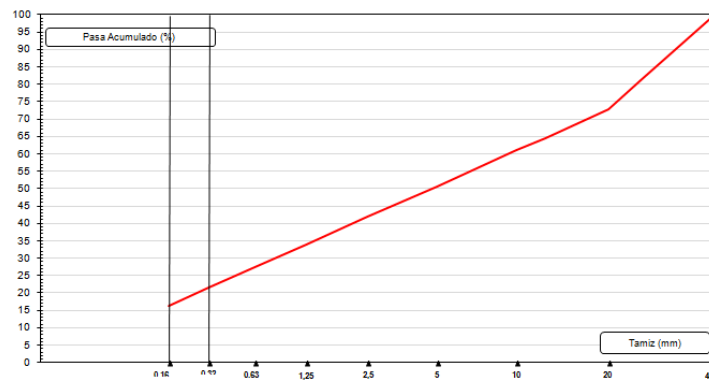


Figura 19 Curva ideal de Faury

- A partir de este método es posible obtener la cantidad de agua, razón agua/cemento y dosis de cemento.
- Por medio de los índices ponderales es posible determinar la dosis de agregados, la curva granulométrica de los áridos combinados debe tener el mejor ajuste a la curva ideal.
- Es deseable que la curva obtenida coincida con la curva ideal.

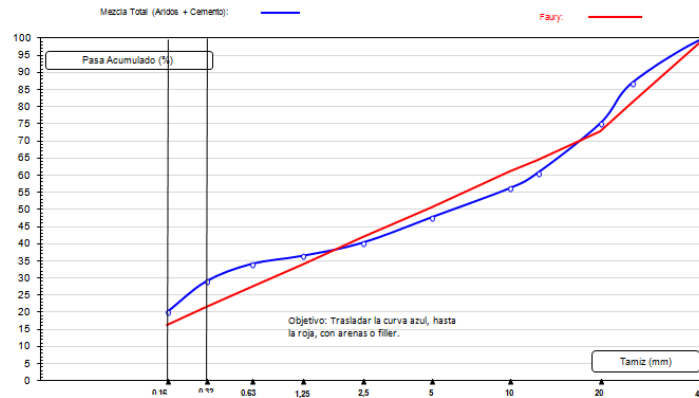


Figura 20 Curva ideal y curva granulométrica de los áridos más cemento

2.2.1.2 Procedimiento

A continuación, se explica paso a paso como aplicar el método de dosificación de Faury. Es necesario realizar lo siguiente:

1. Determinación del tamaño máximo del árido
2. Determinación de la fluidez de hormigón (dosis de agua)
3. Obtención de la curva granulométrica ideal (consistencia)
4. Definir razón agua/cemento
5. Especificar la dosificación

2.2.1.2.1 Tamaño máximo

Se basa en el “efecto pared” que considera el efecto de una pared (como un moldaje) sobre la porosidad del hormigón.

Se calcula con la siguiente fórmula:

- Radio medio moldaje

$$R = \frac{b * h - \frac{n * \pi * \emptyset}{4}}{b + 2 * h + n * \pi \emptyset} \quad (9)$$

Donde

R: Radio medio moldaje
b: Ancho sección
h: Mitad de la altura de sección
n: número de barras de acero
∅: Diámetro acero

- Radio medio armadura

$$r = \frac{a * s}{2 * (a + s)} \quad (10)$$

Donde

r: Radio medio armadura
a: Espaciamiento barras longitudinales
s: Espaciamiento estribos

Luego a partir de estos valores y utilizando la tabla 1, es posible obtener el tamaño máximo T_m y el efecto pared P, que se utilizarán más adelante:

Tabla 2-1 Determinación tamaño máximo y efecto pared

Tipo de árido	R/r	Tamaño máximo T_m	Efecto Pared P
Rodado	> 1,4	< 1,12*r	T/1,45 *r
	≤ 1,4	≤ 0,8*R	T/R
Chancado	> 1,2	≤ 0,96*r	T/1,25 *r
	≤ 1,2	≤ 0,90*R	T/R

2.2.1.2.2 Fluidéz y contenido de agua

Mediante la siguiente fórmula es posible obtener la cantidad de huecos que serán llenados con el agua, así también es posible obtener la cantidad de agua:

$$h = \frac{K}{\sqrt[3]{T}} + \frac{K'}{\frac{0.8}{P} - 0.75} \quad (11)$$

Donde

h: Contenido de agua
K: Coeficiente según tabla 2 – 2
K': Coeficiente según tabla 2 – 3
T: Tamaño máximo del árido
P: Coeficiente efecto pared

Los valores de los coeficientes K y K' se determinan a partir de las siguientes tablas:

Tabla 2-2 Valores de K

Fluidéz	Compactación	Naturaleza de los áridos		
Cono		Arena rodada	Arena rodada	Arena chancada
(cm)		Grava rodada	Grava chancada	Grava chancada
12 a 15	Nula	0.380 - 0.390	0.405 - 0.415	0.430 - 0.440
10 a 12	Débil	0.370 - 0.380	0.395 - 0.405	0.420 - 0.430
8 a 10	Media	0.360 - 0.370	0.385 - 0.395	0.410 - 0.420
6 a 8	Cuidadosa	0.350 - 0.360	0.375 - 0.385	0.400 - 0.410
4 a 6	Potente	0.340 - 0.350	0.365 - 0.375	0.390 - 0.400
2 a 4	Muy potente	0.330 - 0.340	0.355 - 0.365	0.380 - 0.390
0 a 2	Excep. Potente	0.320 - 0.330	0.345 - 0.355	0.370 - 0.380

Tabla 2-3 Valores de K'

Compactación	Compactación	K'
Potente	(vibrado)	0,002
Normal	(varillado)	0,003

Los valores de K se deben escoger principalmente por el asentamiento de cono y con (11) es posible conocer la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

2.2.1.2.3 Curva granulométrica ideal

Como se ha mencionado anteriormente, el método de Faury propone una curva ideal que incluye al cemento y se determina de la siguiente manera:

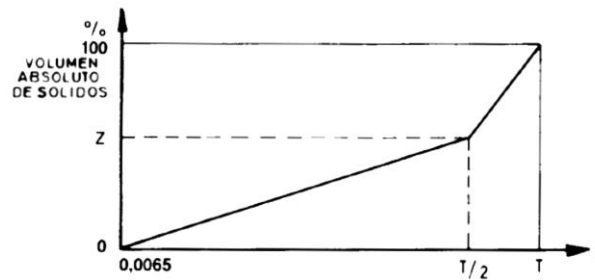


Figura 21 Curva ideal de Faury

Donde en el eje de las ordenadas corresponde al porcentaje que pasa y en el eje de las abscisas corresponde a la raíz quinta del tamaño de los tamices. Luego la curva está compuesta por dos rectas lineales, cuyos valores que la caracterizan se calculan de la siguiente manera

- Ordenada:

$$Z = M + 17.8 * \sqrt[5]{T} + \frac{500 * K'}{\frac{0.8}{P} - 0.75} \quad (12)$$

Donde

Z: Ordenada correspondiente a T/2

M: Coeficiente según tabla 2 – 4

K': Coeficiente según tabla 2 – 3

T: Tamaño máximo del árido

P: Coeficiente efecto pared

- Abscisa:

$$Tm = \sqrt[5]{\frac{T}{2}} \quad (13)$$

Donde

Tm: Abscisa correspondiente a Z

T: Tamaño máximo del árido

Los valores de M se calculan a partir de la siguiente tabla:

Tabla 2-4 Valores de M

Consistencia	Compactación	Naturaleza de los áridos		
		Arena rodada Grava rodada	Arena rodada Grava chancada	Arena chancada Grava chancada
Muy fluida	Nula	32 o más	34 o más	38 o más
Fluida	Débil	30 - 32	32 - 34	36 - 38
Blanda	Media	28 - 30	30 - 32	34 - 36
Plástica	Cuidadosa	26 - 28	28 - 30	32 - 34
Muy firme	Potente	24 - 26	26 - 28	30 - 32
De tierra húmeda	Muy potente	22 - 24	24 - 26	28 - 30
Extra seca	Excep. Potente	22 o menos	24 o menos	28 o menos

2.2.1.2.4 Relación agua cemento (A/C)

Se obtiene a partir de los criterios del ACI que se basan en tablas empíricas, calculando la resistencia media requerida:

$$f_t = f_c + s * t \quad (14)$$

Donde

f_t : Ordenada correspondiente a $T/2$
 f_c : Resistencia especificada
 s : Desviación estandar
 t : Coeficiente estadístico

Luego con el valor obtenido en (14) se determina el valor de A/C en la siguiente tabla:

Tabla 2-5 Razón A/C

	Resistencia 28 días	
Razón a/c	Grado corriente	alta resistencia
0,45	340	430
0,5	290	360
0,55	250	310
0,6	210	260
0,65	180	230
0,7	160	200
0,75	140	170
0,8	120	150
0,85	100	130

2.2.1.2.5 Dosificación

- Dosis de agua

$$A = 1000 * h \quad (15)$$

Donde

A: Dosis de agua
h: Cantidad de agua

- Dosis de cemento

$$C = \frac{A + a}{A/C} \quad (16)$$

Donde

C: Dosis de cemento
A: Dosis de agua
a: Dosis de aire
 $\frac{A}{C}$: Relación agua – cemento

▪ Dosis de áridos

Las dosis de cada árido deben ser tales que la curva granulométrica combinada en conjunto con el cemento en dichas dosis, debe lograr el mejor ajuste con la curva ideal. Luego es necesario ocupar los índices ponderales, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-6 Índices ponderales según malla

Mallas	I. Pond.
t (mm)	i
50	0,038
40	0,054
25	0,087
20	0,119
12,5	0,152
10	0,189
5,0	0,246
2,5	0,340
1,250	0,496
0,630	0,664
0,315	0,730
0,160	0,774
0,0065	0,955

Para obtener el índice ponderal de cada árido, en este caso cemento, arena (árido fino) y gravilla (árido grueso), se debe sumar los productos entre el índice ponderal de la malla y el porcentaje que pasa en dicha malla:

$$I_{ij} = \sum_{k=0}^i \Delta(\text{árido}_j) * k \quad (17)$$

Donde

I_{ij} : Índice ponderal para cada árido

$\Delta(\text{árido}_j)$: Porcentaje retenido en el tamiz j

k : Índice ponderal

Se considera el índice ponderal del cemento igual a 100.

Después se determina el índice ponderal de la mezcla ideal:

$$I_{ij} = \sum_{k=0}^i \Delta(\text{hormigón ideal}) * k \quad (18)$$

Donde

I_{ij} : Índice ponderal para mezcla ideal
 Δ (hormigón ideal):
 k : Índice ponderal

Luego para obtener los porcentajes de volumen de cada árido (α_c , α_f y α_g) se resuelve el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\alpha_c + \alpha_f + \alpha_g = 1 \quad (19)$$

$$\alpha_c * I_c + \alpha_f * I_f + \alpha_g * I_g = I_i \quad (20)$$

$$\alpha_c = \frac{C}{1000 * (1 - h) * \rho_c} \quad (21)$$

Donde

$\alpha_c, \alpha_f, \alpha_g$: Volumen cemento, arena y gravilla respectivamente en porcentaje
 I_c, I_f, I_g : Índice ponderal de cemento, arena y gravilla respectivamente
 I_i : Índice ponderal curva ideal
 C : Dosificación cemento
 h : Vacíos
 ρ_c : Peso específico de cemento

Si se tiene un número de áridos superior, se escogen otros puntos de igualación de los índices ponderales, condición que no aplicará en el presente trabajo.

Una vez determinados los volúmenes óptimos, se obtiene la cantidad por m^3 de hormigón de cada uno de ellos según:

$$A_i = 1000 * (1 - h) * \alpha_i * \rho_i \quad (22)$$

Donde

A : Volumen del componente i del hormigón por m^3
 α_i : Volumen del componente i en porcentaje

2.3 ¿Por qué se estudia?

- Todas las propiedades mencionadas tienen **influencia en la resistencia a compresión del hormigón endurecido**.
- No es posible trasladar las propiedades de los áridos al hormigón endurecido, por lo cual es necesario realizar correlaciones empíricas y experimentales.
- En términos generales, se busca medir en cuanto las variaciones de las propiedades de los áridos afectan al hormigón endurecido.
- Las propiedades de los áridos afectan a la resistencia del hormigón:

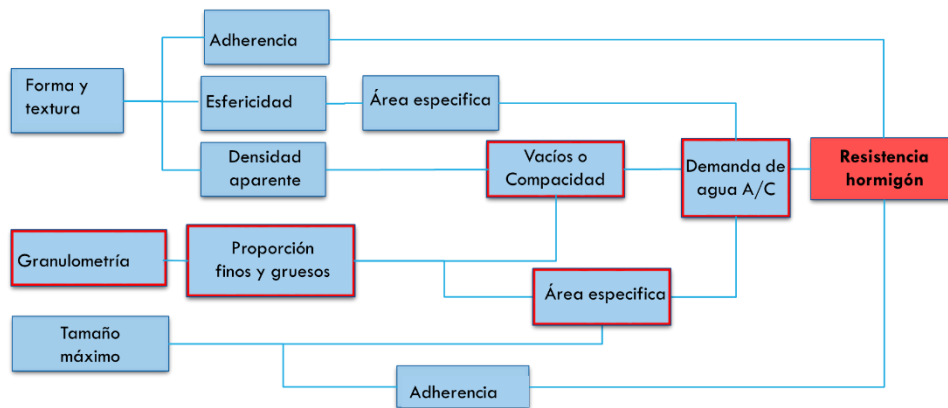


Figura 22 Propiedades que afectan a la resistencia del hormigón

- En la imagen anterior se muestra destacada la propiedad del árido que se trabaja y sus implicancias en la resistencia del hormigón.
- La resistencia a compresión del hormigón endurecido es inversamente proporcional a la cantidad de vacíos, por lo mismo es necesario obtener la máxima densidad posible.

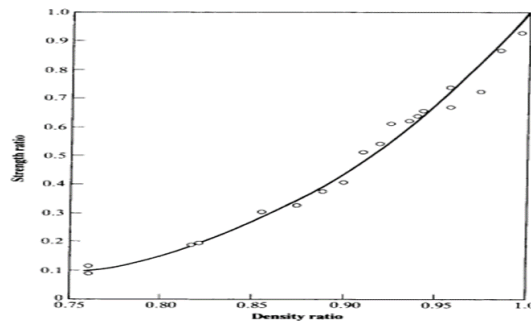


Figura 23 Resistencia vs. Densidad

- El ajuste de la curva granulométrica en el método de **Faury**, proporciona mayor compacidad, es decir, menor cantidad de vacíos, lo que **mejora la resistencia a compresión del hormigón endurecido**.
- El tamaño máximo** del árido disminuye los requerimientos de agua de la mezcla, la razón agua cemento disminuye, **incrementando la resistencia**. Sin embargo, un tamaño más grande disminuye el área de adhesión lo que **disminuye la resistencia**.

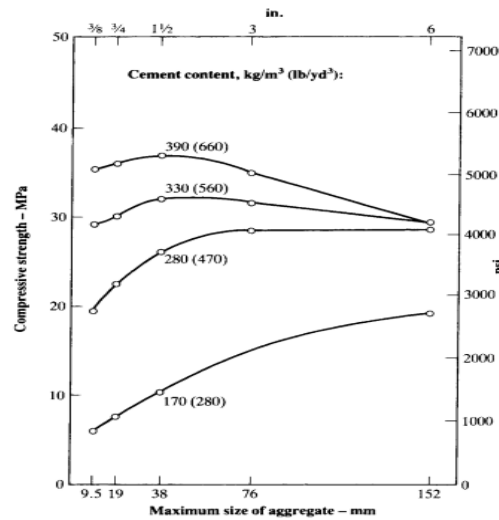


Figura 24 Resistencia vs. Tamaño máximo del agregado

2.4 Hipótesis

2.4.1 Planilla de control de áridos

Lo esperado con la planilla es obtener un mejor control de los áridos, así es posible mejorar las exigencias a los proveedores.

2.4.2 Estudio de la resistencia del hormigón

Con áridos preparados en laboratorio se realizan las granulometrías de manera tal que se obtienen diferentes curvas granulométricas y observar desviaciones de las resistencias:

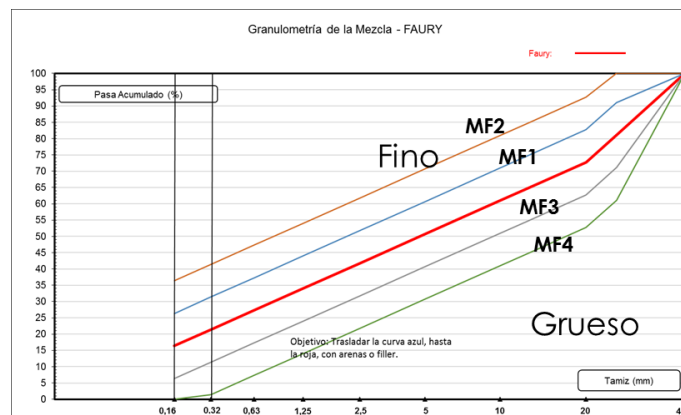


Figura 25 Diferentes muestras y sus respectivas curvas granulométricas y módulo de finura

MF	fc
MF ₁	fc ₁
MF ₂	fc ₂
MF ₃	fc ₃
MF ₄	fc ₄

Figura 26 Resistencia de las muestras según módulo de finura

Se estima que entre más alejado esté la curva granulométrica de la ideal, habrá menor compacidad y disminuirá la resistencia f_c .

Es posible establecer una banda de trabajo, donde la variación de la resistencia no sea apreciable:

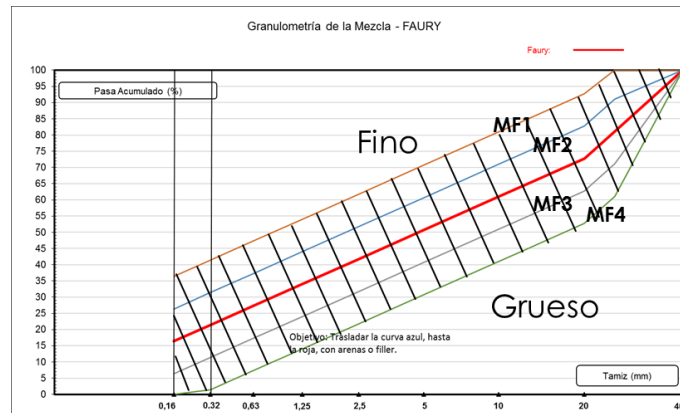


Figura 27 Banda de trabajo

2.4.3 Efectos de la granulometría

Una granulometría más compacta, aumentando la cantidad de finos, generará menor cantidad de vacíos que, en términos prácticos, requerirán menos agua aumentando la resistencia.

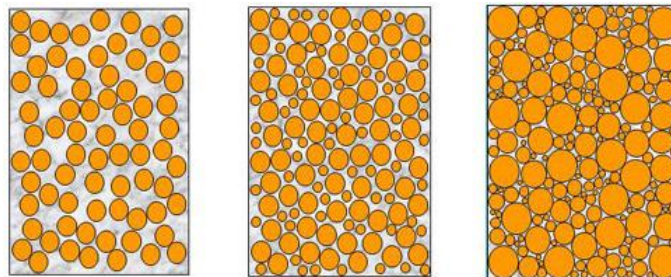


Figura 28 Diferentes densidades de una muestra

h (%)	f_c
h_1	f_{c1}
h_2	f_{c2}
h_3	f_{c3}

Figura 29 Resistencia de muestras según cantidad de vacíos

Sin embargo, a medida que se hace más fina, pierde densidad, de esta manera se tiene un valor óptimo de densidad.

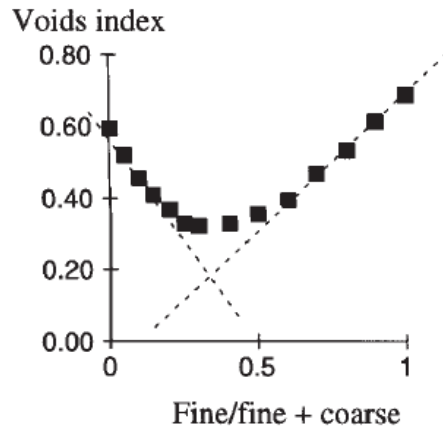


Figura 30 Valor óptimo de vacíos

Sin embargo, una mezcla con mayor porcentaje de finos, aumentará el área específica y como la pasta no solo debe rellenar vacíos, sino que también debe de actuar como conglomerante, uniendo a los agregados, esta última condición requerirá más agua, lo cual resulta en una condición dominante.

2.5 Antecedentes empíricos

A continuación, se muestran diferentes relaciones empíricas que justifican las hipótesis planteadas en el apartado anterior. Se revisa brevemente otros ensayos realizados, tanto de la literatura como propios de la empresa:

2.5.1 Densidad vs. Resistencia

Por conveniencia se muestra nuevamente la relación que existe en estas variables:

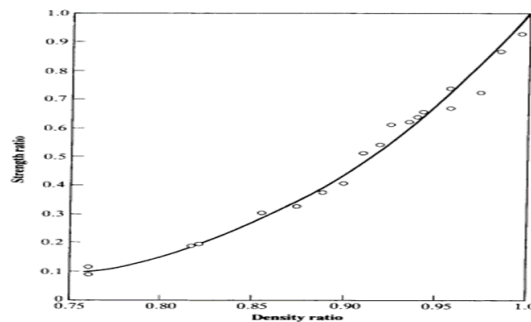


Figura 31 Resistencia vs. Densidad

Donde se puede apreciar que a medida que la densidad aumenta la resistencia también lo hace.

2.5.2 Estudio en arenas Resistencia vs. Densidad s.s.s.

Variables directamente proporcionales, como se propone en la hipótesis.

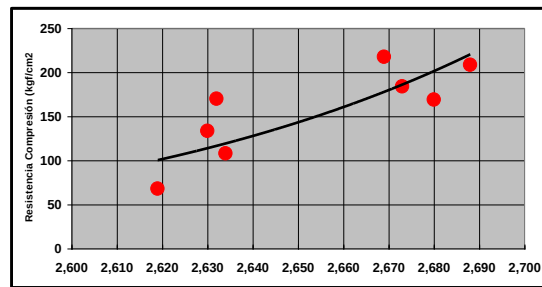


Figura 32 Resistencia vs. Densidad S.S.S.

2.5.3 Número de angularidad vs. Factor de compactación

- El número de angularidad es parámetro para medir la cantidad de vacíos, su rango usual es de 0 (áridos redondeados con 33 % de vacíos) a 12 (áridos con angularidad con 45 % de vacíos).
- El factor de compactación evalúa la cantidad de trabajo que se necesita para una compactación total del hormigón, a mayor factor de compactación, más fluida es la consistencia del hormigón.
- Puede observarse una relación inversa, esto quiere decir que a mayor angularidad (mayor cantidad de vacíos) el factor de compactación es menor (consistencia más rígida).

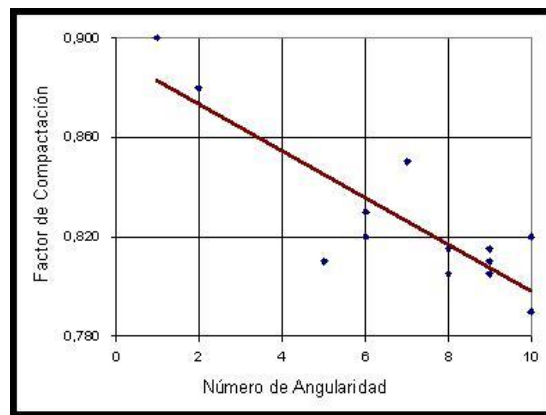


Figura 33 Factor compactación vs. Número de angularidad

2.5.4 Resistencia a compresión vs. Módulo de finura de la arena

- A mayor módulo de finura, más grueso es el agregado
- Entre más grueso es el agregado, los requerimientos de agua de la mezcla disminuye, disminuyendo la razón A/C, aumentando la resistencia
- Se aprecia que, a mayor módulo de finura, mayor resistencia a compresión.

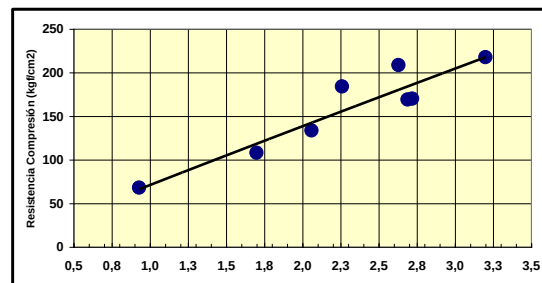


Figura 34 Resistencia vs. Módulo de finura

2.5.5 Resistencia a compresión vs. Contenido de finos

Al contrario del caso anterior, más finos precisarán de mayor cantidad de agua de amasado, que disminuye la resistencia, como se aprecia en el gráfico siguiente:

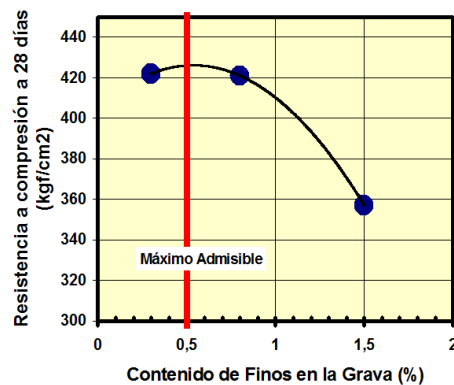


Figura 35 Resistencia vs. Contenido de finos

2.5.6 Resistencia a compresión vs. Índice de vacíos en la arena

Como se menciona en la hipótesis, a mayor cantidad de vacíos, menor será la resistencia, dado que los vacíos pueden considerarse como agregados con resistencia cero.

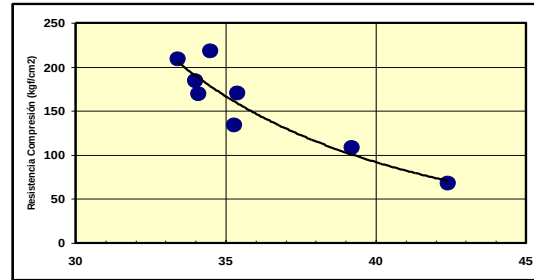


Figura 36 Resistencia vs. Índice de vacíos

2.5.7 Demanda de agua vs. Descenso de cono de Abrams

Para una docilidad dada, la demanda de agua se incrementa a medida que disminuye el módulo de finura, como se mencionó anteriormente, eso es debido a que menor módulo de finura, más fino es el árido y más agua es requerida.

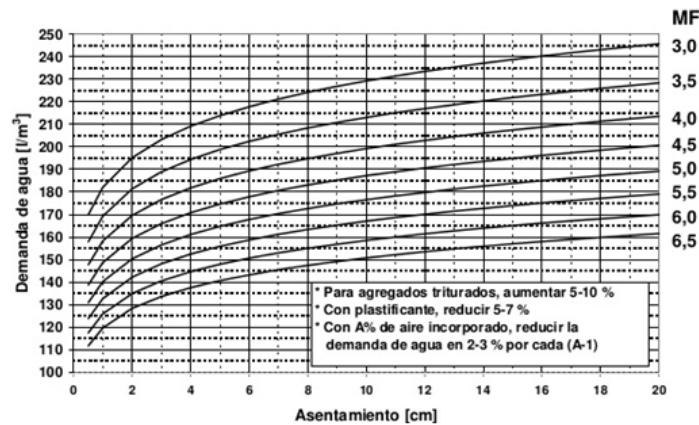


Figura 37. Ábaco demanda de agua del hormigón en función del asentamiento y el MF del agregado total

3 DESARROLLO PLANILLA DE CONTROL DE ÁRIDOS

3.1 Planillas por planta

A modo explicativo se utilizará la planilla de la planta de Arica. Se tienen 6 pestañas que se nombran a continuación:

- ARENA
- ARENA FINA
- GRAVILLA
- GRAVA
- % Pasa Arena
- % Pasa Gravilla
- % Pasa Grava

ARENA	ARENA FINA	GRAVILLA	GRAVA	% Pasa Arena	% Pasa Gravilla	% Pasa Grava
-------	------------	----------	-------	--------------	-----------------	--------------

Figura 38 Pestañas en planilla por planta

3.1.1 Pestaña “% Pasa Arena”

La pestaña “% Pasa Arena”, comienza con en el ensayo de granulometría, que debe realizarse según la NCh 165:

Determinación de la granulometría
Ref NCh 165

↓

Peso muestra total seco	520	Ingresar sólo datos en celdas amarillas
-------------------------	------------	--

		Ingresar datos					Banda trabajo Arena	
NCh (mm)	ASTM	peso retenido	% retenido	% ret. acumulado	% pasa	resultado	% pasa inf	% pasa sup
10	3/8"		0,0	0	100	cumple	100	100
5	# 4	40	7,7	7,7	92	cumple	84	94
2,5	# 8	70	13,5	21,2	79	no cumple	69	77
1,25	# 16	70	13,5	34,6	65	no cumple	54	62
0,63	# 30	80	15,4	50,0	50	no cumple	37	45
0,315	# 50	120	23,1	73,1	27	no cumple	19	25
0,16	# 100	80	15,4	88,5	12	no cumple	4	8
residuo		60,0						

Suma total en tamices	520
-----------------------	-----

Figura 39 Granulometría y bandas de trabajo de la arena

Luego es necesario ingresar como primer dato, el peso de la muestra de arena seca, como se ve en este caso son 520 kg. Luego dicha muestra es tamizada con los tamices indicados y se anota el peso retenido, como se ilustra en las celdas de amarillo. Luego en la columna siguiente se anota el mismo valor, pero porcentaje con respecto al total de la muestra.

En la columna siguiente “% ret. Acumulado”, como su nombre lo indica, se registra el porcentaje de la muestra acumulado hasta el tamiz correspondiente. En la columna “% pasa”, se anota el porcentaje que pasa por el tamiz indicado.

Luego este resultado se compara con la “Banda trabajo Arena”, como se puede observar, lo óptimo es que el porcentaje que pasa se encuentre dentro de la banda. Esta banda de trabajo es única por planta y sirve para llevar un control de los proveedores de la planta en cuestión, para así tener áridos lo más uniformes posibles.

La columna “resultado” indica si la curva “% que pasa” se encuentra dentro de la banda de trabajo.

En el siguiente gráfico es posible observar los resultados de esta muestra:

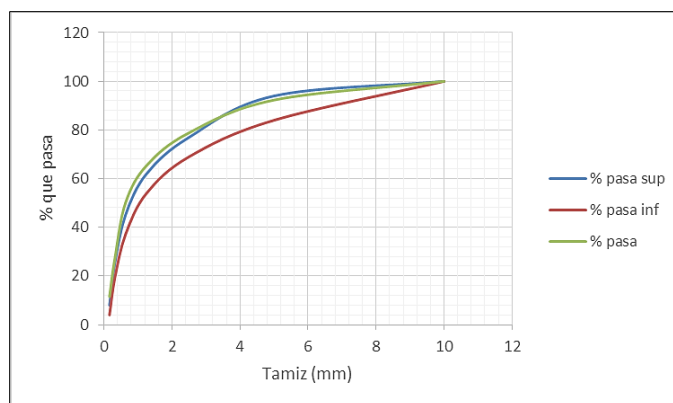


Figura 40 Bandas de trabajo y curva de la muestra de arena

Luego se realiza el ensayo de finos por lavado NCh1223, y se anotan los resultados:

Finos por lavado (NCh 1223)		
Peso seco no lavado	5	
Peso seco lavado	4,98	
finos por lavado	0,4	cumple

Figura 41 Finos por lavado arena

Se considera una tolerancia de 0,5 % como máximo, así la planilla indicará automáticamente si se traspasa este valor.

Las cantidades retenidas en los tamices más el residuo se comparan con la muestra inicial. Esta cantidad debe ser al menos el 99,5 % de la muestra inicial para considerar el proceso de tamizado aceptable:

proceso tamizado	0,0	cumple
indica si el ensayo estuvo bien hecho		

Figura 42 Aceptación de proceso de tamizado

Finalmente, según la NCh1239, se procede al cálculo de la humedad:

Porcentaje de Humedad		
Peso Neto Humedo		Gr
Peso Recipiente		Gr
Peso Neto Seco		Gr
Peso Recipiente		Gr
Diferencia Peso	0	Gr
Humedad		%

Figura 43 Cálculo de la humedad

3.1.2 Pestaña “% Pasa Gravilla”

Se procede análogamente al punto 3.1.1 Pestaña “% Pasa Arena”, primero se realiza el proceso de tamizado según NCh 165:

Determinación de la granulometría
Ref NCh 165

↓

Peso muestra total seco **2070** **Ingresar sólo datos en celdas amarillas**

		Ingresar datos					Banda trabajo Gravel	
NCh (mm)	ASTM	peso retenido	% retenido	% ret. acumulado	% pasa	resultado	% pasa inf	% pasa sup
40	11/2"		0,0	0,0	100	cumple	100	100
25	1"		0,0	0,0	100	cumple	100	100
20	3/4"	40	1,9	1,9	98	cumple	87	100
12,5	1/2"	1270	61,4	63,3	37	no cumple	40	50
10	3/8"	490	23,7	87,0	13	no cumple	15	25
5	# 4	250	12,1	99,0	1	no cumple	1	11
2,5	# 8	10	0,5	99,5	0	cumple	0	8
	residuo	10						

Suma total en tamices **2070**

Figura 44 Granulometría y bandas de trabajo de la gravilla

Se puede observar la curva del ensayo en cuestión:

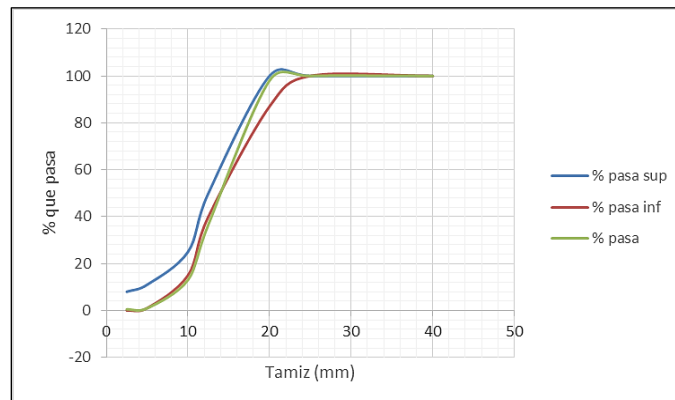


Figura 45 Bandas de trabajo y curva de la muestra de gravilla

Al igual que el caso anterior, se calcula el porcentaje de humedad:

Finos por lavado (NCh 1223)		
Peso seco no lavado	4	
Peso seco lavado	3,99	
finos por lavado	0,2	cumple

Figura 46 Finos por lavado gravilla

Y finalmente se tiene la comprobación del tamizado:

proceso tamizado	0,0	cumple
indica si el ensayo estuvo bien hecho		

Figura 47 Aceptación de proceso de tamizado

3.1.3 Pestaña “% Pasa Grava”

Esta pestaña es idéntica a la pestaña anterior, se revisa rápidamente sus aspectos esenciales:

Determinación de la granulometría
Ref NCh 165

↓

Peso muestra total seco	4070	Ingresar sólo datos en celdas amarillas
-------------------------	------	---

		Ingresar datos						
NCh (mm)	ASTM	peso retenido	% retenido	% ret. acumulado	% pasa	resultado	Banda trabajo Grava	
							% pasa inf	% pasa sup
50	2"		0,0	0,0	100	cumple	100	100
40	1 1/2"	210	5,2	5	95	no cumple	100	100
25	1"	2250	55,3	60	40	no cumple	62	72
20	3/4"	1390	34,2	95	5	no cumple	12	22
12,5	1/2"	220	5,4	100	0	cumple	0	6
10	3/8"	0	0,0	100	0	cumple	0	6
5	# 4	0	0,0	100	0	cumple	0	5
residuo		0						

Suma total en tamices	4070
-----------------------	------

Figura 48 Granulometría y bandas de trabajo de la grava

La curva y la banda de trabajo se muestran a continuación:

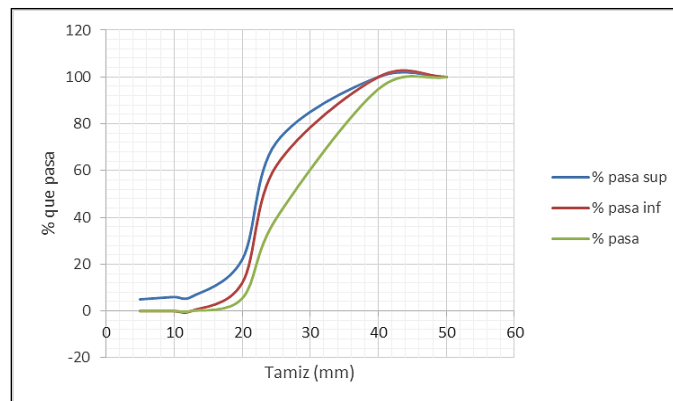


Figura 49 Bandas de trabajo y curva de la muestra de grava

Se puede apreciar que la curva granulométrica está por debajo de la curva inferior de la banda, lo que demuestra que se tiene una curva más gruesa.

También se calcula el porcentaje de humedad:

Finos por lavado (NCh 1223)		
Peso seco no lavado	6	
Peso seco lavado	5,98	
finos por lavado	0,3	cumple

Figura 50 Finos por lavado grava

Finalmente, al igual que en el caso anterior, se tiene una comprobación del tamizado:

proceso tamizado	0,0	cumple
indica si el ensayo estuvo bien hecho		

Figura 51 Aceptación de proceso de tamizado

3.1.4 ARENA y ARENA FINA

Las siguientes pestañas están diseñadas para que sean rellenas con la información que obtiene el laboratorista luego de realizar los ensayos correspondientes en la sección 1.2.2.1.

A continuación, se muestra la pestaña con algunos datos reales de noviembre de 2016:

ARENA												
Noviembre			Lugar Muestreo:					Acopio P.	Acopio P.	Acopio P.	Acopio P.	Acopio P.
			Fecha:					18-11-16	21-11-16	22-11-16	23-11-16	24-11-16
			Hora:									
	Proveedor:							Proveedor:				
	Tamiz	Banda de trabajo	Oficial	Oficial	Oficial	Oficial	Promedio Oficial	Promedio				
			13.349- TC									
	3/8"	100	100	100			100	100	100	100	100	100
	N° 4	84	94	83			83	84	82	86	83	84
	N° 8	69	77	64			64	63	61	70	61	63
	N° 16	54	62	50			50	48	48	50	46	49
	N° 30	37	45	36			36	33	32	38	32	33
	N° 50	19	25	18			18	17	17	19	17	16
	N° 100	4	8	7			7	6	6	7	6	3
	MF	2,82	2,69	2,89			2,89					
	F X L	0	3	2,50	0,00	0,00	0,00					

Figura 52 Vistazo general pestaña "ARENA" y "ARENA FINA"

Se pueden apreciar varios aspectos:

- Esta pestaña se divide en meses, así, aunque se tiene en la figura anterior se tiene una tabla referente al mes de noviembre, esta misma tabla se repite hacia abajo con los meses que continúan.
- En la primera columna se muestran los tamices
- En la segunda, se muestra la banda de trabajo para el árido, especificada en las pestañas mencionadas anteriormente.
- A partir de la columna "promedio" (en celeste) hacia la derecha se van anotando los valores de la granulometría obtenidas en laboratorio, automáticamente se calculará el módulo de finura.
- Para cada granulometría es necesario anotar el lugar de muestreo, en este caso, es el "acopio P.", la fecha, la hora y el proveedor de los áridos.
- Los valores se colocan en rojo automáticamente si los valores están fuera de la curva granulométrica especificada en "Banda de trabajo", con esto es posible advertir alguna desviación de los áridos del proveedor.

- Luego se calcula el promedio de las granulometrías mensuales y se grafican automáticamente:

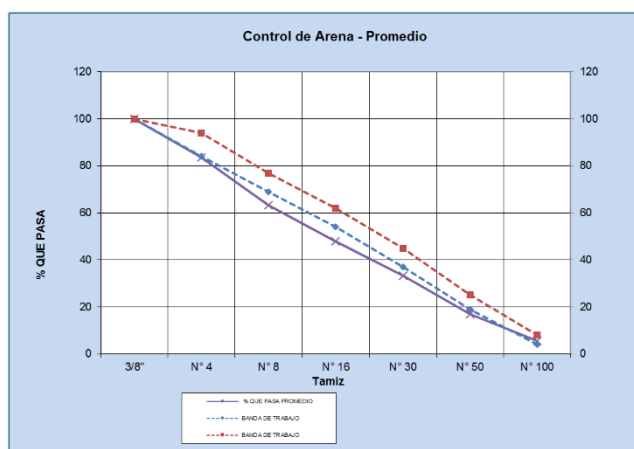


Figura 53 Banda de trabajo y curva mensual para "ARENA" y "ARENA FINA"

Se observa que los áridos, en el mes de noviembre, son más gruesos que lo se permite, por lo cual se debe dar aviso a los proveedores.

- Las columnas en rojo "Oficial" se refieren a ensayos oficiales, donde se miden las granulometrías y las siguientes propiedades:

Oficial							
Norma	Determinación	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Unidad	Especificación
NCh 1116	Densidad aparente compactada	1690				kg/dm³	---
NCh 1116	Densidad aparente suelta	1570				kg/dm³	---
NCh 166	Impurezas orgánicas					Nº	máx:3
NCh 1223	Partículas menores que 0,080 mm	3				%	máx:3-5
NCh 1239	Densidad real del árido seco	2630				kg/dm³	---
NCh 1239	Densidad real del árido saturado superficialmente seco	2640				kg/dm³	---
NCh 1239	Densidad neta	2660				kg/dm³	---
NCh 1239	Absorción	0,30				%	máx:3
NCh 1325	Equivalente de arena					%	mín: 75
NCh 1326	Huecos árido compactado					%	---

Figura 54 Propiedades de áridos medidas en ensayo oficial para "ARENA" y "ARENA FINA"

Se realiza una vez al mes normalmente. También en esta tabla se indicará, cambiando el color del número a rojo si se excede el valor de la norma mostrado en la columna "especificación".

- El resultado de la granulometría del ensayo oficial también se compara con la banda granulométrica del árido:

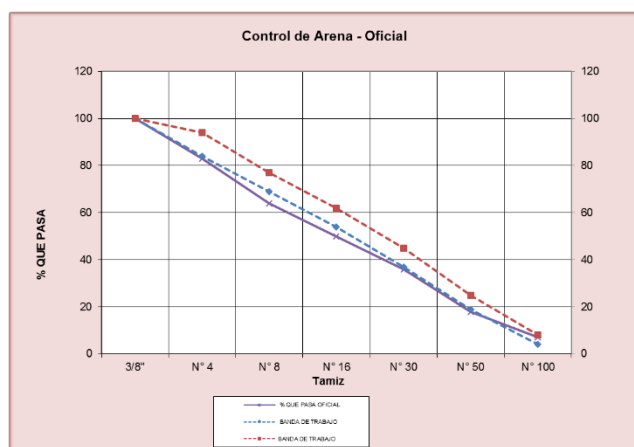


Figura 55 Banda de trabajo y curva oficial para "ARENA" y "ARENA FINA"

- Lo anteriormente explicado se aplica para todos los meses siguientes.

3.1.5 GRAVA Y GRAVILLA

Estas pestañas son idénticas a las anteriores, la pestaña se presenta por meses, se examinará la del mes de noviembre de 2016:

Noviembre									Lugar Muestreo:				Acopio P.	Acopio P.	Acopio P.	Acopio P.
									Fecha:				18-11-16	21-11-16	22-11-16	23-11-16
									Hora:							
	Proveedor:											Proveedor:				
	Tamiz	Banda de trabajo		Oficial	Oficial	Oficial	Oficial	Promedio Oficial	Promedio							
				13.349-TC												
	2	100	100	100				100	100	100		100				
	1 1/2"	100	100	98				98	99	98		100				
	1"	62	72	49				49	54	51		56				
	3/4"	12	22	6				6	10	5		15				
	1/2"	0	6	0				0	1	0		2				
	3/8"	0	6	0				0	0	0		0				
	4	0	5	0				0	0	0		0				
	8			0				0	0	0		0				
	MF	7,88	7,67	7,96	9,00	9,00	9,00	8,0	7,9	8		8				
	F X L	0	0,5	0,10	0,00	0,00	0,00									
% chanchado	70	100	0,00	0,00	0,00	0,00										

Figura 56 Vistazo general pestaña "GRAVA" y "GRAVILLA"

Al igual que en las pestañas "ARENA" Y "ARENA FINA", el laboratorista debe ingresar los valores de las granulometrías obtenidas, junto con el día y hora en que realiza el ensayo, el lugar de muestreo y proveedor.

El promedio de los valores de granulometría es comparado con la banda de trabajo del árido:

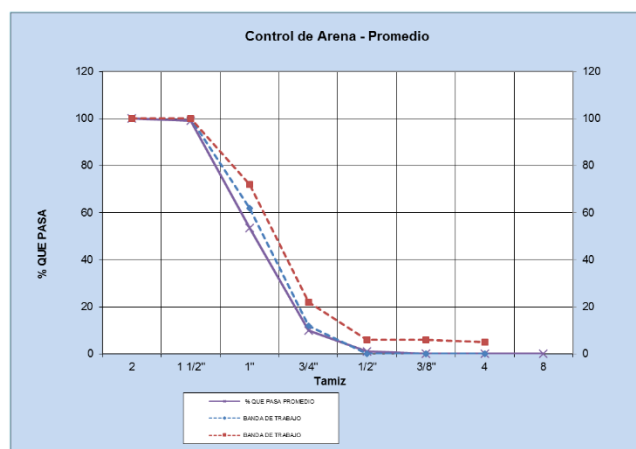


Figura 57 Banda de trabajo y curva mensual para “GRAVA” y “GRAVILLA”

Las siguientes propiedades se miden en los ensayos oficiales:

Oficial							
Norma	Determinación	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Unidad	Especificación
NCh 1116	Densidad aparente compactada	1610,00				kg/dm ³	---
NCh 1116	Densidad aparente suelta	1520,00				kg/dm ³	---
NCh 1326	Huecos árido compactado					%	---
NCh 1326	Huecos árido suelto					%	---
NCh 1117	Densidad real del árido seco	2650,00				kg/dm ³	---
NCh 1117	Densidad real del árido saturado superficialmente seco	2670,00				kg/dm ³	---
NCh 1117	Densidad neta	2710,00				kg/dm ³	---
NCh 1117	Absorción	0,90				%	más:2,0
NCh 1223	Partículas menores que 0,080 mm separadas por lavado	0,1				%	más:0,5-1,0
NCh 1327	Partículas desmenuzables					%	más:5,0
Porcentaje de rodado						%	---
Porcentaje de chancado						%	mín: 50
Porcentaje de laja chancada						%	---

Figura 58 Propiedades de áridos medidas en ensayo oficial para “GRAVA” y “GRAVILLA”

Como en el caso de la pestaña anterior, se miden las propiedades indicadas más la granulometría y se realizan normalmente una vez al mes.

Así mismo se indican los valores máximos y mínimos según la norma.

Finalmente, el promedio de las granulometrías oficiales se compara con las bandas que corresponden al árido:

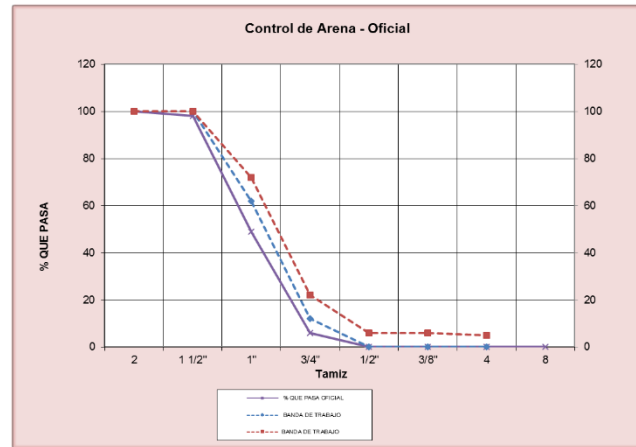


Figura 59 Banda de trabajo y curva oficial para “GRAVA” y “GRAVILLA”

3.2 Planilla general

A continuación, se detallará la construcción de la planilla general de áridos. Primero fue un trabajo de ensayo y error, ajustándose la planilla a las necesidades de la empresa. De esta manera se presenta la planilla final que está siendo usada actualmente.

Se presenta la información dividida en dos partes:

- Planilla que ejecutará el usuario: es decir, lo que verá el usuario, las opciones y restricciones que tendrá para realizar análisis necesarios.
- Planilla de programador: Se muestra el código interno de las planillas para ejecutar lo solicitado por el usuario.

Las ubicaciones de las planillas general y de plantas se muestran a continuación, usando la zona norte para ejemplificar:

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
Alto Hospicio	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Antofagasta	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Arica	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Calama	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Copiapo	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Mejillones	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
MEL	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Roca Roja	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Vallenar	01-05-2017 23:55	Carpeta de archivos	
Control de áridos_Norte	22-04-2017 16:21	Hoja de cálculo h...	4.834 KB

Figura 60 Ubicaciones de planillas general y de planta

3.2.1 Planilla usuario

Esta planilla cuenta con diferentes pestañas que se muestran a continuación:

- CDA
- BANDAS
- DATOS
- CONTROL
- CALENDARIO

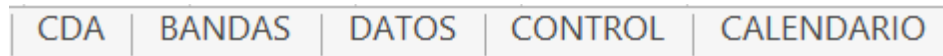


Figura 61 Pestañas en planilla general

3.2.1.1 Pestaña “CDA”

En esta pestaña se recaba toda la información de las plantas de la zona tras pulsar el botón “Importar”, los datos de cada ensayo se integra a esta planilla por cada fila y se organiza de la siguiente manera:

3.2.1.1.1 Datos básicos

Acá se importan los datos básicos de cada planta:

- **Planta:** Se muestra la planta que pertenece el ensayo realizado.
- **Centro:** Corresponde a la abreviatura de cada planta y que se utiliza internamente.
- **Fecha:** En la que se realizó el ensayo.
- **Muestra:** Se especifica la muestra ensayada, puede ser arena, arena fina, grava y gravilla.
- **Nº informe:** Es el número que caracteriza el ensayo realizado.
- **Tipo de control:** Puede ser control rutinario de granulometría o el oficial.
- **Proveedor:** Es la empresa que abastece de áridos de la planta en cuestión.
- **Lugar de muestreo:** Es donde se realiza el ensayo, normalmente en laboratorio propio de la empresa.
- **Nº A. Técnica:** Número que le otorga la asesoría técnica de la empresa al ensayo.
- **Código SAP:** Código interno del ensayo del programa SAP.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				DATOS BÁSICOS						
2	Planta	Centro	Fecha	Muestra	Nº Informe	Tipo de control	Proveedor	Lugar de muestreo	Nº A. Técnica	Código SAP
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Figura 62 Datos básicos

3.2.1.1.2 Granulometría

También se importan los datos de granulometría por ensayo, como se muestra en la siguiente figura:

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1							GRANULOMETRÍA								
2	3" ▾	2 1/2" ▾	2" ▾	1 1/2" ▾	1" ▾	3/4" ▾	1/2" ▾	3/8" ▾	N°4 ▾	N°8 ▾	N°16 ▾	N°30 ▾	N°50 ▾	N°100 ▾	FXL ▾
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Figura 63 Granulometrías

Donde se anotan los porcentajes que pasan según el tamiz indicado, desde la abertura más grande 3" hasta el menor tamiz N°100 y los finos por lavado a través del tamiz N°200.

3.2.1.1.3 Propiedades físicas

Finalmente se consideran los ensayos que muestran las propiedades físicas.

Estos ensayos corresponden a los ensayos oficiales, y se nombran a continuación:

- Densidad aparente compactada
- Densidad aparente suelta
- Impurezas orgánicas
- Partículas menores que 0,080 mm
- Densidad real del árido seco
- Densidad real del árido saturado superficialmente seco
- Densidad neta
- Absorción
- Equivalente de arena
- Huecos árido compactado
- Huecos árido suelto
- Partículas desmenuzables
- Porcentaje de rodado
- Porcentaje de chancado
- Porcentaje de laja chancada
- Factor de forma

Cada uno efectuado según la norma correspondiente.

	RA	RB	RC	RD	RE	RF	RG	RH	RI	RJ	RE	RL	RM	RN	RO
1					PROPIEDADES FÍSICAS										
2	Densidad aparente suelta [kg/dm ³] ▾	Impurezas orgánicas [as] ▾	Partículas menores que 0,080 mm ▾	Densidad real del árido seco [kg/dm ³] ▾	Densidad real del árido saturado superficialmente seco [kg/dm ³] ▾	Densidad neta [kg/dm ³] ▾	Absorción [%] ▾	Equivalente de arena [as] ▾	Huecos árido compactado [%] ▾	Huecos árido suelto [%] ▾	Partículas desmenuzables [%] ▾	Porcentaje de rodado [%] ▾	Porcentaje de chancado [%] ▾	Porcentaje de laja chancada [%] ▾	Factor de forma [as] ▾
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															

Figura 64 Propiedades físicas de los áridos

En esta pestaña existen dos botones como se mencionó anteriormente, cuyas macros asociadas se explicarán más adelante y estos son los siguientes:

- **Botón Importar:** Extrae la información externa a la planilla general. Esta información corresponde a la de las plantas de la zona correspondiente y los datos, que se explicaron anteriormente, se guardan en esta pestaña. Así esta pestaña funciona como una base de datos, almacenando toda la información de toda la zona.
- **Botón Borrar:** Como su nombre lo indica, sirve para borrar toda la información que se haya importado.

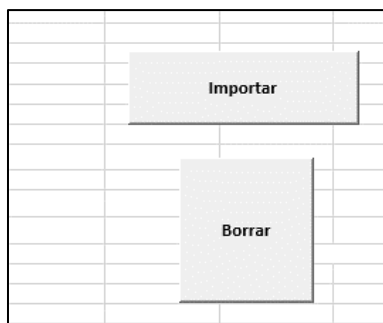


Figura 65 Botones de la pestaña "CDA"

3.2.1.2 Pestaña "BANDAS"

Se presenta a continuación un vistazo general de esta pestaña:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			GRANULOMÉTRICAS						
3									
4			Escoger Planta:	Arica					
5									
6									
7			Obtener Bandas				Borrar		
8									
9									
10									
11									

Figura 66 Vistazo general pestaña "Bandas"

Esta pestaña sirve para comparar las granulometrías promedio de una planta escogida y luego verificar si está dentro de su banda granulométrica. Primero se escoge una planta, en esta ocasión, Arica de la zona norte.

Al pulsar el botón “Obtener Bandas” y se obtiene lo siguiente:

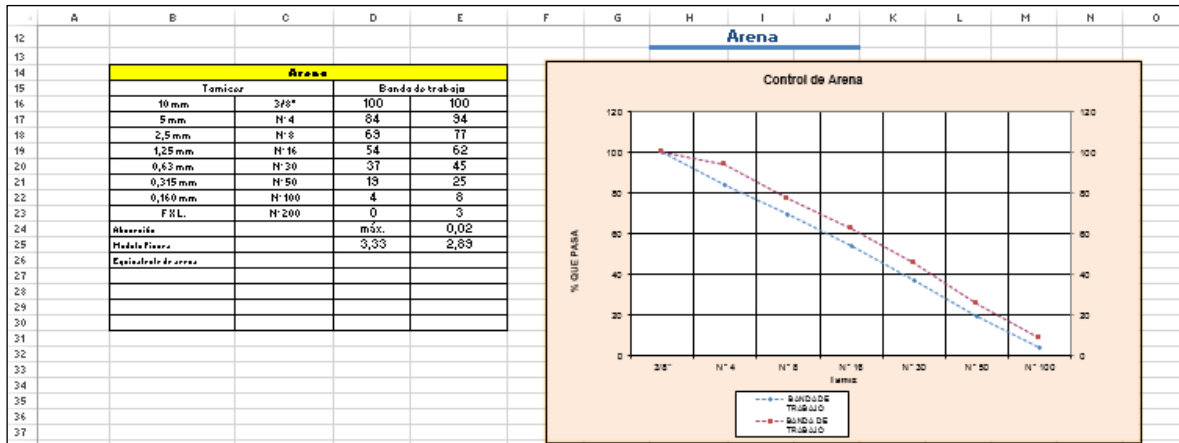


Figura 67 Bandas y gráfico de la arena

Automáticamente se muestra la banda y su gráfico después de pulsar el botón, en la pestaña en amarillo “Arena”, es posible escoger hasta un máximo de 5 bandas disponibles para el árido. Las bandas disponibles, como se muestra más adelante, se especifican en la pestaña “DATOS”.

Luego debajo del gráfico de la banda de arena se tiene lo siguiente:

The figure displays a spreadsheet interface with a form for selecting control type and provider, and a table of sieve sizes.

Form fields:

- Información: Tipo de control: Todos, Proveedores: Todos
- Escoger: Tipo de control: Todos, Proveedores: Todos
- Filtrar

	3/8"	N° 4	N° 6	N° 16	N° 20	N° 50	N° 100

Figura 68 Curva granulométrica

Esta parte, que se muestra después de pulsar el botón, sirve para crear la curva granulométrica de la arena.

Se tiene:

- **Información:** Se divide en tipo de control y proveedores. La macro al momento de pulsar el botón “Obtener Bandas”, busca automáticamente, según la planta escogida y el árido, los tipos de control (normal y oficial) y los todos los proveedores. Después los coloca según se muestra en la figura anterior.
- **Escoger:** Se tiene que en “Tipo de control” y “Proveedor” se puede escoger entre los que se encontró en “información”.

3.2.1.3 Pestaña “DATOS”

Esta pestaña se rellena automáticamente después de pulsar el botón “Importar” de la pestaña “CDA”. Sólo hay que agregar datos manualmente, que normalmente no es necesario, en una situación descrita más adelante.

El primer vistazo de la pestaña se muestra a continuación:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
26												
27												
28												
29												
30			Arena CONOVIA		Arena AGRECON		Arena 3		Arena 4		Arena 5	
31	10 mm	3/8"	100	100	100	100	20	30	20	30		
32	5 mm	N 4	78	92	78	92	30	40	30	40		
33	2.5 mm	N 8	55	75	55	65	40	50	40	50		
34	1.25 mm	N 16	43	63	40	50	50	60	50	60		
35	0.83 mm	N 30	38	55	30	40	60	70	60	70		
36	0.375 mm	N 60	21	34	18	28	70	80	70	80		
37	0.180 mm	N 100	2	9	2	9	80	90	80	90		
38	F XL	N 200	0	3	0	3						
39	Dens. ap. suelta		1600	1700	1600	1700						
40	Dens. sup. sat. seco		2670	2700	2670	2700						
41	Absorción		1.0%	3%	1.0%	3%						
42	Modulo Finura real		3.63	2.72	3.77	3.16						
43	Modulo Finura reducido		2.96	2.43	3.14	2.91						
44	% Chancado		20%	50%	20%	50%						
45	% Laja		0	2%	0	2%						

Figura 71 Datos de bandas de áridos

En la imagen anterior se observa las diferentes bandas de la arena, para una planta determinada. Pero es necesario destacar que esta misma tabla está para diferentes áridos (arena, grava y gravilla) y plantas a lo ancho de la pestaña.

En esta pestaña se actualiza la primera banda (por un árido y planta), que en la imagen anterior tiene el rótulo de “Arena CONOVIA”. La información se extrae de la planilla de la planta correspondiente. Luego las demás bandas se rellenan de forma manual, si es que existen más bandas para controlar áridos en la planta.

3.2.1.4 Pestaña “Control”

La siguiente pestaña es una de las más importantes porque representa uno de los puntos de mayor interés: controlar las propiedades de los áridos.

Esto es necesario para verificar las propiedades de los áridos a lo largo del tiempo, comprobar que estén dentro de los valores de la norma, así como que cumplan las restricciones que la empresa imponga a los proveedores de áridos.

1	A	B	C	D	E	F
2	Control					
3						
4	Escoger Planta :		Arica		BORRAR	
5						
6						
7						
8						
9	ARENA		GRAVA		GRAVILLA	
10						
11						
12	ARENA					
13						
14	CONTROL ARENA		CONTROL GRAVA		CONTROL GRAVILLA	
15						

Figura 72 Primer vistazo pestaña "Control"

3.2.1.4.1 Control Arena

El usuario debe escoger una planta en la casilla “Escoger planta”, después de escogida la planta, sigue la elección del tipo de árido, en el caso de la arena se escoge entre Arena fina o Arena en la casilla en verde que se muestra en la imagen anterior, después se pulsa el botón “CONTROL ARENA” para obtener lo que se explica a continuación:

20	Arica									
21										
22	ARENA									
23										
24	Día	18-nov	21-nov	22-nov	23-nov	24-nov	28-nov	03-ene	04-ene	05-ene
25	Planta	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
26	Tamiz mm									
27	40	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
28	20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
29	10	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
30	5	82,0	86,0	83,0	83,0	84,0	83,0	92,9	90,9	93,0
31	2,5	61,0	70,0	61,0	60,0	63,0	64,0	75,0	70,9	71,9
32	1,25	48,0	50,0	46,0	45,0	49,0	50,0	58,9	52,7	52,6
33	0,63	32,0	38,0	32,0	29,0	33,0	36,0	37,5	34,5	33,3
34	0,315	17,0	19,0	17,0	14,0	16,0	18,0	14,3	18,2	15,8
35	0,16	6,0	7,0	6,0	5,0	3,0	7,0	3,6	5,5	5,3
36	M.Finura	3,0	2,9	3,0	3,2	3,0	2,9	3,0	3,0	3,1
37	Finos									
38	Densidad SSS									
39	Huecos árido compactado									
40	Absorción									
41	Equivalente de arena									
42	Lim MF Sup	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
43	Lim MF Inf	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
44	Lim Finos	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
45	Lim Densidad SSS									
46	Lim Huecos									
47	Lim Absorción	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
48	Lim Eq. Arena	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
49	Cálculo		-0,1	0,2	0,1	-0,1	-0,2	0,1	0,0	0,1

Figura 73 Datos extraídos para pestaña “Control” con botón “Control Arena”

Se puede observar que se extrae los datos de la planta y el árido seleccionado, los que corresponden a la fecha de cada ensayo, la granulometría, propiedades físicas (módulo de finura, finos por lavado, densidad, huecos, absorción y equivalente de arena) para ensayos oficiales y sus límites correspondientes.

Los gráficos, que aparecen automáticamente tras presionar el botón, permiten un mejor control de las propiedades de los áridos:

- Módulo de finura

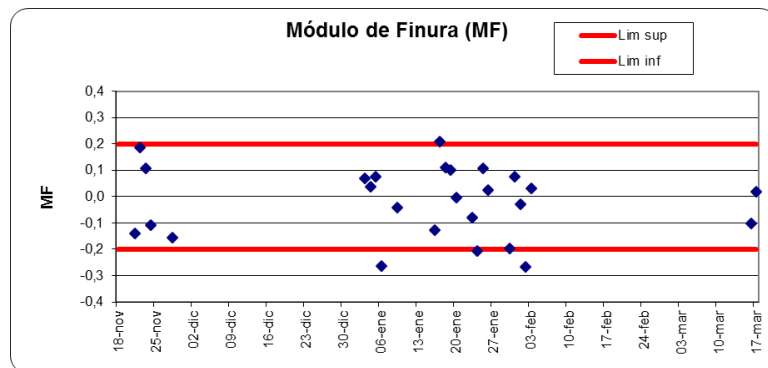


Figura 74 Gráfico de módulo de finura en el tiempo y sus límites

Los valores que son graficados corresponden a la diferencia entre el módulo de finura del día actual y el día anterior y se establece una tolerancia de 0,2.

Es posible observar que, en la planta de Arica, la diferencia de módulos de finura cumple en la mayoría de los casos con los límites establecidos por la empresa, esto con el objetivo de tener las granulometrías con la menor variación posible.

- Finos por lavado

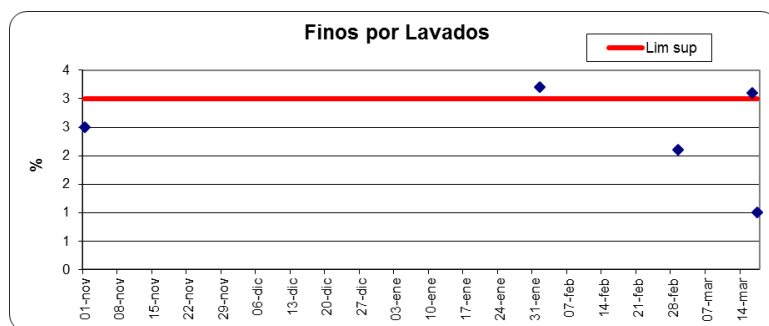


Figura 75 Finos por lavado

Se aprecia los resultados de los finos por lavado que se realizan normalmente en los ensayos oficiales, aun no se tienen suficientes datos, pero es posible observar si cumplen con los límites establecidos por norma.

- Densidad saturada seca superficialmente (S.S.S.)

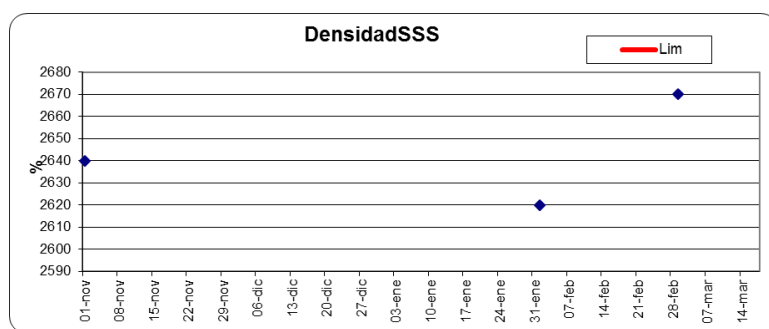


Figura 76 Densidad S.S.S.

Automáticamente se mostrará el gráfico anterior, donde se aprecia los valores de la densidad S.S.S. que se obtienen en los ensayos oficiales. No existen valores límites establecidos por norma, pero se buscarán valores admisibles a medida que continúe el control de áridos.

- Huecos árido compactado

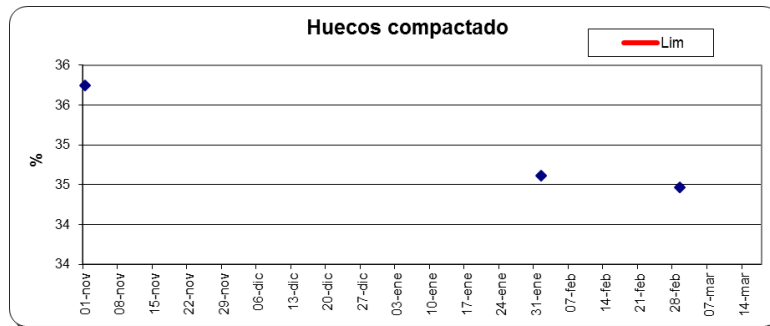


Figura 77 Huecos árido compactado

Se calcula los huecos de árido compactado en los ensayos oficiales, con la ecuación señalada en el marco teórico. En esta ocasión tampoco se tiene un límite por norma, e interesa establecer uno porque la resistencia del hormigón está directamente relacionada con esta propiedad.

- Absorción

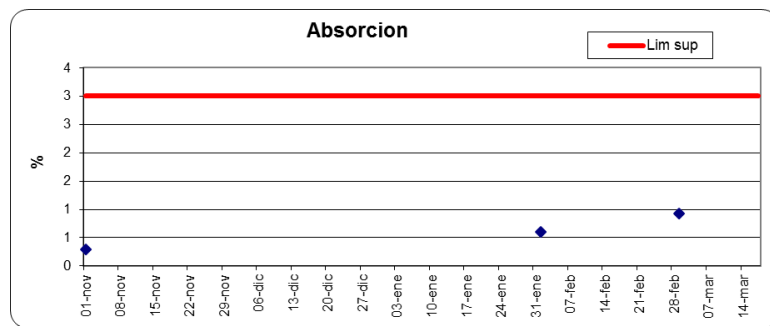


Figura 78 Absorción

Los datos de absorción obtenidos en los ensayos oficiales también se muestran en conjunto con los límites de la norma.

- Equivalente de arena

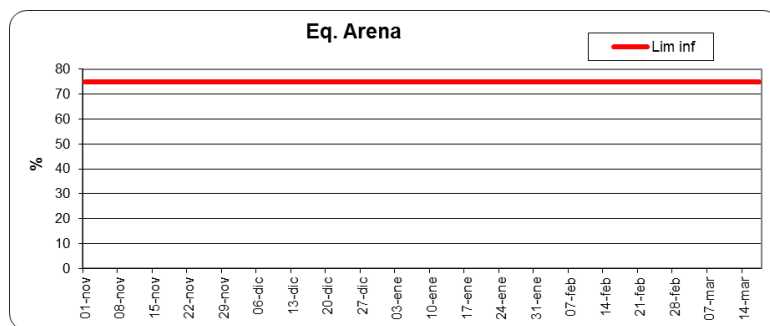


Figura 79 Equivalente de arena

Finalmente se tienen los datos del equivalente de arena, que en esta ocasión no se tiene datos aún, pero eventualmente permitirá estar alerta ante altos valores de esta propiedad.

Luego al presionar el botón “Borrar” se limpia la pestaña, esto con fines estéticos y de orden.

3.2.1.4.2 Control Grava

Después de escoger la planta, y se desea ver los detalles de los ensayos de la grava, basta con pulsar el botón “Control Grava”, para obtener lo siguiente:

20	Arica								
21									
22	GRAVA								
23									
24	Día	01-nov	18-nov	22-nov	05-ene	17-ene	30-ene	01-feb	01-mar
25	Planta	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR	AR
26	tamiz mm								
27	40	98,0	98,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,0
28	20	6,0	5,0	15,0	14,4	7,2	16,4	10,4	20,0
29	10				0,5	0,5	0,5	0,7	0,0
30	5				0,5	0,2	0,5	0,5	0,0
31	2,5								0,0
32	1,25								0,0
33	0,63								
34	0,315								
35	0,16								
36	M.Finura	8,0	8,0	7,9	7,8	7,9	7,8	7,9	7,8
37	Finos	0,1							0,2
38	Chancada								0,2
39	Forma								
40	Densidad SSS	2670,0							2660,0
41	Huecos árido compactado	39,2							37,3
42	Absorción	0,9							1,1
43	Lim Unif Inf	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0
44	Lim Unif Sup	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
45	Lim Finos	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
46	Lim Chanc	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
47	LimFForma	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
48	Lim Densidad SSS								
49	Lim Huecos								
50	Lim Absorción	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
51	Cálculo		-1,0	10,0	-0,6	-7,2	9,2	-6,0	9,6

Figura 80 Datos extraídos para pestaña "Control" con botón "Control Grava"

Puede observarse que es idéntico al control de arena, pero existen diferencias en los gráficos que se señalan a continuación:

- Uniformidad granulométrica

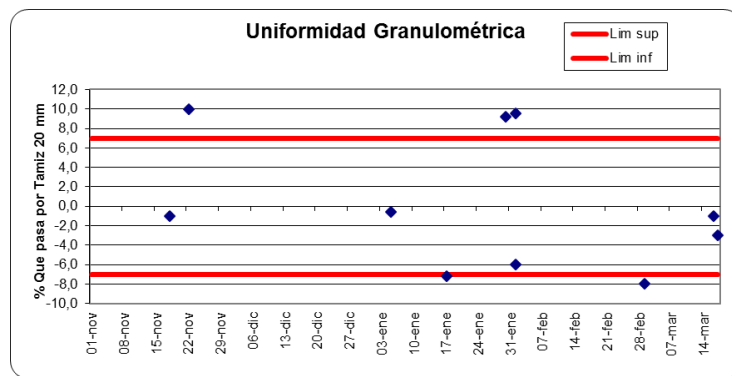


Figura 81 Uniformidad granulométrica

En este gráfico se ilustra la diferencia entre el “Porcentaje que pasa” en el tamiz de 20 mm del día actual y el del día anterior. Interesa que el porcentaje que pasa sea lo más uniforme posible para tener granulometrías lo más constantes posibles.

- Finos por lavado

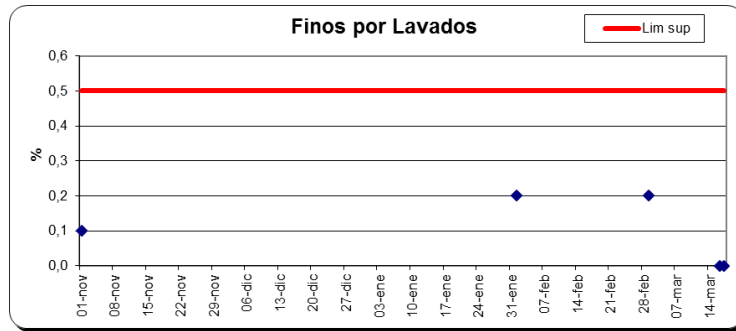


Figura 82 Finos por lavado

Se muestra el gráfico de finos por lavado que cumplen satisfactoriamente con los límites de la norma.

- Partículas chancadas

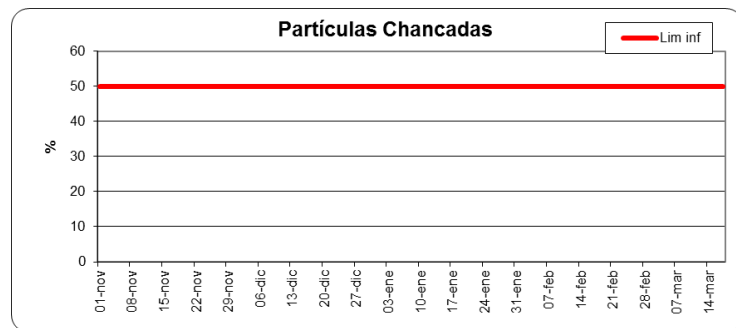


Figura 83 Partículas chancadas

Aunque hasta el momento no hay mediciones de partículas chancadas, estas una vez medidas, se mostrarán automáticamente en el gráfico anterior en conjunto con el límite de la norma.

- Factor de forma

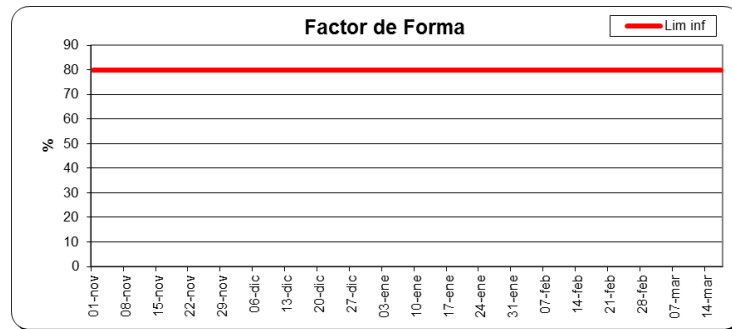


Figura 84 Factor de forma

Al igual que el caso anterior, aún no se tienen datos, pero una vez allí, se graficarán como se muestra en la imagen anterior y se compararán con el límite de la norma.

- Densidad saturada seca superficialmente (S.S.S.)

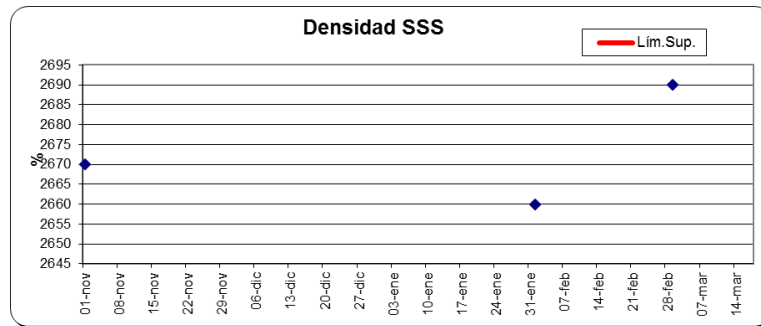


Figura 85 Densidad S.S.S.

Se obtienen de los ensayos oficiales, aunque no existe límite conocido para regularla, se desea posteriormente establecer uno.

- Huecos árido compactado

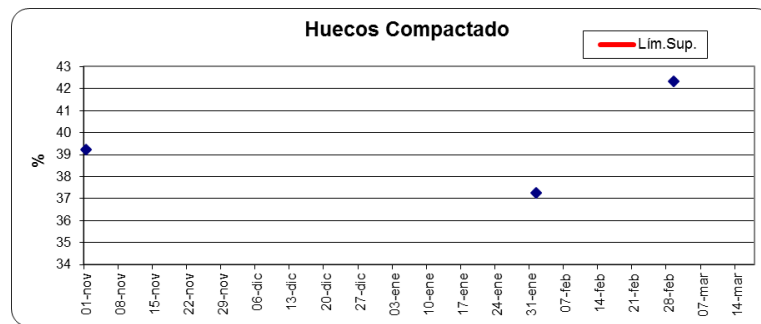


Figura 86 Huecos árido compactado

Se muestran los resultados del porcentaje de huecos, obtenidos en los ensayos oficiales a partir de las densidades. Al igual que la arena, no se tiene un límite definido.

▪ Absorción

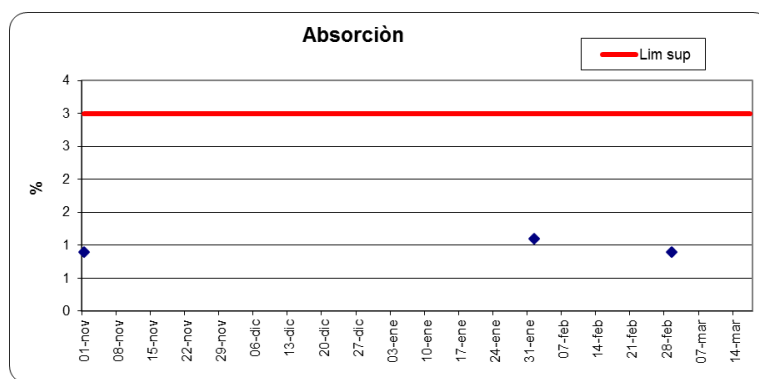


Figura 87 Absorción

Finalmente se muestra el gráfico de la absorción que posee el árido, registrado en los ensayos oficiales.

3.2.1.5 Pestaña “CALENDARIO”

Al abrir esta pestaña, se encuentra con lo siguiente:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		Calendario							
3									
4		Escoger Planta	Arica						
5									
6		Fecha inicial:	01-11-2016			Fecha final:	28-11-2016		
7									
8		Tipo de árido	ARENA			Tipo de ensayo:			
9									
10									
11									
12									
13									
14		Obtener Calendario					Borrar		
15									
16									

Figura 88 Primer vistazo pestaña “CALENDARIO”

Como en los casos anteriores, la primera opción es escoger la planta, en este caso se sigue utilizando la planta de Arica.

Luego la fecha inicial y la fecha final se escogen posteriormente, estas fechas se escogen de una tabla desplegable que se ajusta automáticamente a los datos obtenidos en la pestaña “CDA”.

Después se escoge el árido, entre Arena, Arena fina, Grava y Gravilla y finalmente el tipo de ensayo, que puede ser el normal o el oficial.

Luego se presiona el botón “Obtener Calendario”, para tener lo siguiente:

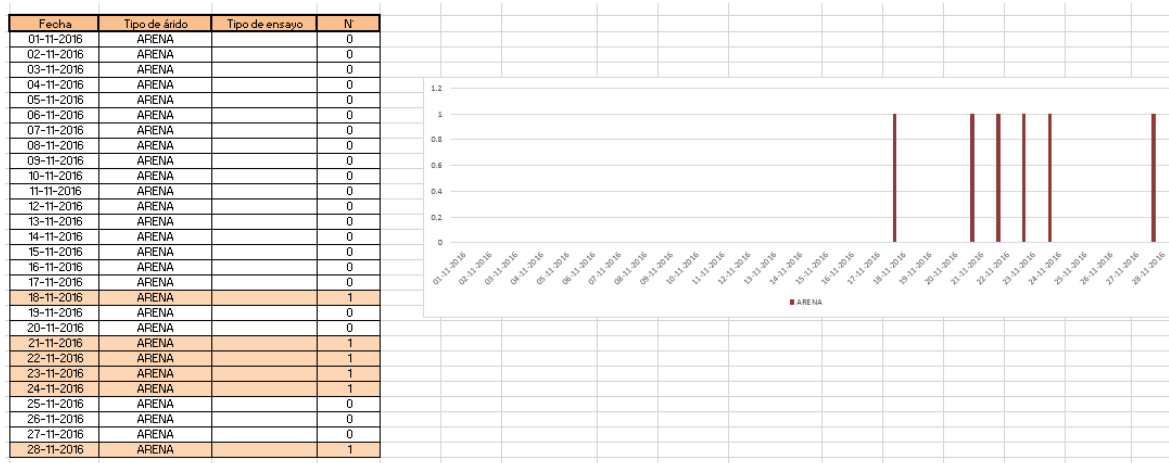


Figura 89 Resultados pestaña “CALENDARIO”

Se aprecia durante el periodo escogido (el mes de noviembre) la distribución de ensayos no-oficiales del árido “ARENA” de la planta de Arica. Es posible observar que los ensayos se realizaron a partir del 19 de noviembre. Esto se realiza para tener un control de la temporalidad de los ensayos, tratando de que se realicen, de ser posible, de la forma más uniforme en el tiempo.

4 ENSAYO A COMPRESIÓN

4.1 Principios teóricos y alcance general

En la segunda etapa del trabajo, se pretende establecer la influencia de la granulometría en la resistencia del hormigón. Como se menciona anteriormente, existe una relación indirecta entre la granulometría y la resistencia. Altas resistencias requieren una máxima compactación (mínima cantidad de vacíos), de esta manera se necesitará menor cantidad de pasta de cemento, lo que disminuye los requerimientos de agua, aumentando la resistencia. La máxima compactación puede lograrse rellendo los vacíos que dejan los áridos mayores con partículas más finas, lo que, a su vez, se pueden llenar los vacíos que dejan estas con partículas aún menores, aumentando la densidad. Sin embargo, esto influye negativamente en la docilidad, siendo necesaria mayor pasta de cemento que la requerida.

Es sabido que una mezcla con mayor área específica requerirá mayor cantidad pasta de cemento, lo que disminuye la resistencia, como se ha dicho anteriormente.

Entonces, la pasta de cemento debe rellenar los vacíos, y actuar como conglomerante, rodeando a cada una de las partículas que compone la mezcla. Al aumentar la cantidad de finos, aumentará el área específica, lo que requerirá mayor pasta de cemento, sin embargo, a medida que aumentan disminuirán los vacíos de acuerdo con la Figura 90, hasta un cierto punto que se logra la menor tasa de vacíos, entorno al 35-40% de la masa total del agregado.

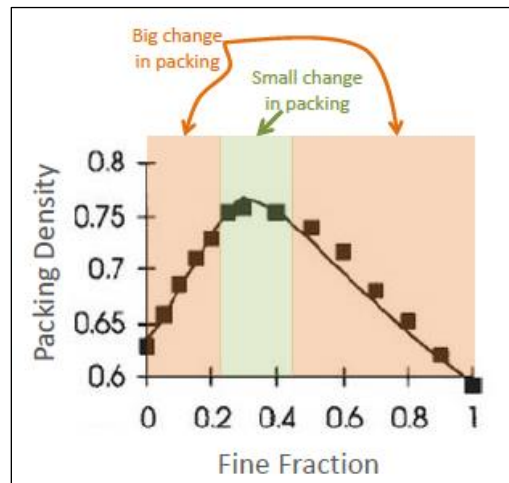


Figura 90 Densidad Vs. contenido de finos

El método de Faury, busca esta máxima compactación, similar a principios de dosificación como el método de Fuller y Bolomey.

4.2 Desarrollo de ensayos de laboratorio

Se realizan las muestras de hormigón en el laboratorio de la universidad Federico Santa María, Fig. 91:



Figura 91 Laboratorio de obras civiles

El procedimiento es el siguiente:

- 1) Caracterización de áridos y procedimientos:
 - Separación de áridos por tamaño y planta. De manera de fabricar artificialmente las curvas granulométricas deseadas.
 - Ensayo de densidad real de árido y absorción, según NCh 1239 y NCh 1117.
 - Finos por lavado para la granulometría combinada de cada mezcla, según NCh1223.
 - Densidad aparente para la granulometría combinada de cada mezcla, según NCh116.
- 2) Diseño de mezclas: con cada una de las granulometrías fabricadas se realizan mezclas de acuerdo a las normas preparación NCh1018.
- 3) Ensayo de docilidad NCh 1019, con la mezcla obtenida en el ítem anterior se comprueba la docilidad con una porción de mezcla obtenida de acuerdo a la norma de extracción NCh 171.
- 4) Curado de probetas según NCh 1017.
- 5) Ensayo de compresión de cada mezcla de acuerdo a NCh 1037.
- 6) Resultados y análisis.

4.2.1 Caracterización de áridos

4.2.1.1 Tamizado de áridos

En la primera parte del trabajo en laboratorio, se tienen áridos correspondiente a gravilla de 20 mm y arena de 5 mm. Se procede al tamizado de todo el material en los tamices: 20; 12,5; 10,5; 2,5; 1,25; 0,630; 0,315; 0,160; 0,0065 mm.



Figura 92 Tamizado de áridos

Cabe destacar que se deja una porción de áridos sin tamizar, y que sea representativa, para realizar los ensayos de densidad real y absorción. Valores que se utilizarán más adelante para la confección de hormigón, asumiendo que los valores obtenidos de densidad real y absorción se mantienen uniformes para la totalidad de la muestra.

4.2.1.2 Ensayos de densidad real y absorción NCh 1239 y NCh 1117

4.2.1.2.1 NCh1239 – Áridos para morteros y hormigones. Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de aguas en arenas

Se comienza secando el árido, hasta lograr remover por completo la humedad.



Figura 93 Horno para secado de áridos

Luego se sumerge en agua a temperatura ambiente, saturándolo. En el siguiente paso se extiende en una superficie lisa y se seca con una corriente suave de aire caliente, hasta dejarlo en condición saturado y seca superficialmente (s.s.s.), para comprobar esta condición se realiza el ensayo de cono, el cual, al ser rellenado con el material, se compacta, después se levanta el cono, si la arena está en condición s.s.s. debe asentarse según su talud natural, como se ilustra en la figura 94:



Figura 94 Arena en condición s.s.s.

Se toma una muestra en esta condición entre 50 a 500 g y se registra el valor de esta. Luego la muestra se deposita en un matraz (Figura 95) y se llena con agua, después de agitar y dejar reposar, se registra la masa del matraz, la muestra y el agua.

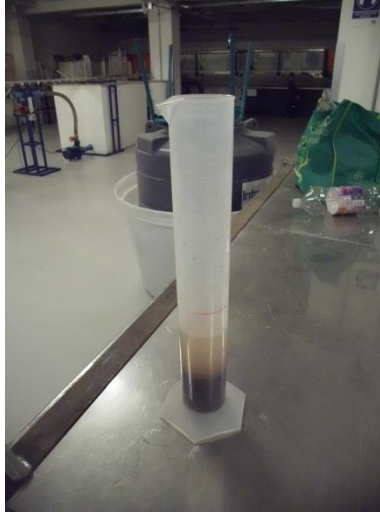


Figura 95 Arena dentro de matraz con agua

Finalmente se seca la muestra y se toma su masa.

4.2.1.2.2 NCh 1117- Áridos para morteros y hormigones. Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de la grava.

Primero se procede a lavar la muestra de gravilla, cautelando de tener una muestra superior a los 4 kg y eliminando las partículas menores que 5 mm. Después de un secado al horno, se deja enfriar a temperatura ambiente para más tarde sumergirla hasta saturarla, Fig. 96.



Figura 96 Gravilla sumergida

Después se procede a la pesada sumergida, donde la masa de gravilla se coloca en un canastillo portamuestra, Fig. 97:



Figura 97 Canastillo portamuestra

Se sumerge el canastillo en agua a 20 ± 2 °C y se determina la masa de la muestra menos la masa del agua desplazada, Fig. 98:



Figura 98 Pesada sumergida

Después de pesar, se seca el árido en temperatura ambiente, y se registra la masa s.s.s. Finalmente se seca en horno para tener la masa seca.

4.2.1.3 NCh1223-Aridos para morteros y hormigones. Determinación del material fino menor a 0,080 mm

Se realiza para cada mezcla, se acondiciona la muestra sometiéndola a secado hasta masa constante y se registra dicho valor. Luego se la masa se sumerge y se agita, esa agua con material fino es suspensión se vacía a través de los tamices 1,25 mm y 0,008 mm. Se agregan nuevas cargas de agua y se repite la operación hasta que el agua agitada permanezca limpia y clara, como se muestra en la figura 99:



Figura 99 Finos por lavado

Después se reúne el material retenido en ambos tamices con el material del recipiente y se seca hasta masa constante.

4.2.1.4 NCh1116- Áridos para morteros y hormigones. Determinación de la densidad aparente

Para cada mezcla, se determina la masa que llena una medida especificada más adelante. La densidad aparente puede ser suelta y compactada.

La densidad aparente suelta corresponde a la división de la masa de áridos que llena la medida y el volumen de la misma.

La densidad aparente compactada se calcula al llenar la medida por capas que se van compactando por apisonado. El valor de la densidad corresponde al valor de la masa que llena la medida dividida en el volumen de la misma.

4.2.2 NCh 1018- Hormigón. Preparación de mezclas de prueba de laboratorio

Después de tener caracterizados los áridos, se comienza con la preparación de cada una de las mezclas.

Primero es necesario un tratamiento de áridos antes de realizar cada una de las mezclas, se escoge el tratamiento 5.5.5.3 de la presente norma, por ser un método aplicado a áridos de cualquier tamaño. Se aplican los siguientes pasos:

4.2.2.1 Determinar porcentaje de absorción

Primero se determina el porcentaje de absorción de áridos según la NCh 1117 y NCh 1239.

4.2.2.2 Secado

Después se secan los áridos a utilizar hasta tener masa constante a $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se registra su masa

4.2.2.3 Sumergido

Luego se sumerge el árido al menos durante 24 horas, hasta saturarlos

4.2.2.4 Vaciado

Luego se vacía la mayor cantidad de agua posible, de manera que la cantidad de agua libre que quede junto con los áridos sea menor que la de amasado.

4.2.2.5 Pesado

Luego se pesa en el mismo recipiente los áridos saturados más el agua libre

4.2.2.6 Agua total

Se calcula el agua total (agua absorción y agua libre) como la resta entre el resultado de 4.2.2.5 y el de 4.2.2.

4.2.2.7 Agua de absorción

Se obtiene multiplicando la masa de árido seco obtenido anteriormente por el porcentaje de absorción calculado en la caracterización de áridos.

4.2.2.8 Agua libre

Se calcula como la diferencia entre el agua total y el agua absorbida, obtenida en 4.2.2.6 y 4.2.2.7, respectivamente.

4.2.2.9 Corrección

Se corrige el agua de amasado restando el agua libre calculada en el ítem anterior.

Después de tener la cantidad de agua libre, con la dosificación se procede a realizar la mezcla. Primero con el mezclador se homogeneiza la arena y el cemento, después se agrega la gravilla y se continúa con la mezcla. Finalmente se agrega el agua inicial, después se revuelve durante 3 minutos, se deja reposar 3 minutos y se revuelve nuevamente por 2 minutos más, como se muestra en la Fig. 100.



Figura 100 Mezclado de hormigón

Después se realiza el ensayo de docilidad explicado en el siguiente ítem.

4.2.3 NCh1019- Construcción- Hormigón Determinación de la docilidad- Método del asentamiento del cono de Abrams

Primero se comienza con la extracción de hormigón desde la mezcladora de acuerdo a la norma NCh171, en la cual especifica el tamaño de la muestra y utilizando el hormigón en sitio, se procura tomar una muestra que no pertenezca ni al principio ni al final del intervalo, sino que en 3 intervalos regulares. Después se permite el remezclado.

En el ensayo de asentamiento, según los detalles de la norma NCh 1019 la cual, resumidamente, explica que debe ser llenado el molde en 3 capas de aproximadamente iguales y cada capa debe ser compactada con un pisón. Se confirma que el descenso de cono sea constante para cada mezcla.



Figura 101 Ensayo de cono de Abrams

4.2.4 Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción, NCh 1017.

Después de asegurar un cono constante para la mezcla. Se procede a realizar la confección de los moldes de acuerdo a la presente norma. Primero se utilizan moldes cúbicos de arista d , igual a 20 cm y que cumplen con el punto 4.1.7.1, que establece:

$$d > 3 * D \quad (23)$$

Donde D = tamaño máximo del árido, y el cual corresponde a 20mm

Se tiene entonces

$$20 \text{ cm} > 6 \text{ cm} \quad (24)$$

Luego se realiza la extracción de acuerdo con NCh 171, después de aceitados los moldes, para prevenir la adherencia, se procede al llenado y compactado por apisonado. Se llena el molde en dos capas apisonando con 32 golpes en cada capa. Finalmente se realiza el enrasado.

Se sumergen las probetas para asegurar un curado igual en todas ellas, Fig. 102.



Figura 102 Piscina de curado

En la cual no es posible controlar la temperatura debido a limitaciones de laboratorio. Pero si se registra el valor de la temperatura a lo largo del ensayo, mediante la utilización de un RC-4 Data Logger:

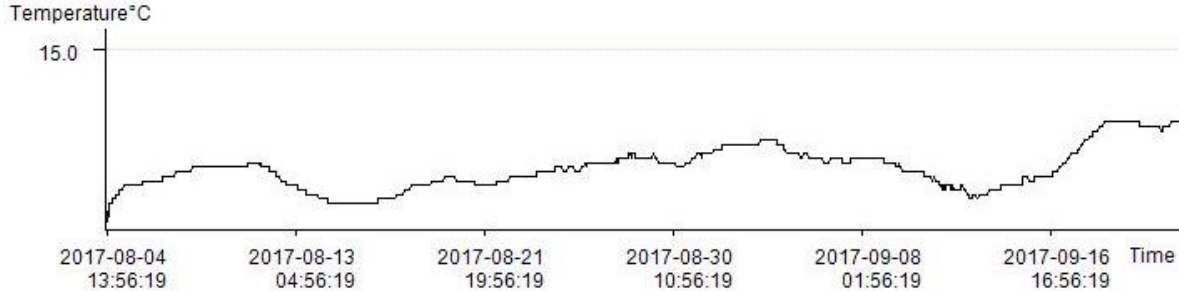


Figura 103 Temperatura de curado

El promedio de temperatura corresponde a 12,3°C, durante todo el proceso de curado.

4.2.5 Hormigón- Ensayo de compresión probetas cúbicas y cilíndricas. NCh1037

Transcurrido el tiempo de curado, 3, 7 y 28 días, se procede al ensayo de compresión. En la Fig. 104 se muestra la prensa de ensayo.



Figura 104 Prensa de ensayo

Que cumple con todos los requisitos de rigidez, geometría y tolerancias de la presente norma.

Después de acondicionar la muestra según NCh 1017, se procede al ensayo con la posición de la probeta con la cara de llenado en un plano perpendicular a la placa inferior de la prensa, después se aplica la carga de forma continua a una velocidad uniforme que cumpla con los requisitos:

- 1) Terminar el ensayo en un tiempo igual o superior a los 100 s, se considera que el ensayo termina cuando el indicador de carga retrocede bajo un 80%.
- 2) Se utiliza la velocidad $3,0 \frac{Kgf}{cm^2 \cdot s}$ inferior a $3,5 \frac{Kgf}{cm^2 \cdot s}$ que es lo que solicita esta norma

Posteriormente se registra la resistencia de las probetas.

Hasta llegar a la carga de rotura P, expresada en N (Kgf).

Después se determina el área S de la probeta cúbica, mediante:

$$S = \frac{a1 + a2}{2} * \frac{b1 + b2}{2} \quad (25)$$

Donde:

a1, a2, b1, b2= Ancho de la 4 caras lateral del cubo.

Finalmente se registra la resistencia R de la probeta con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{P}{S} \quad (26)$$

Donde:

$R = \text{Tensión de rotura, } \frac{N}{\text{mm}^2} \left(\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \right);$

$P = \text{Carga máxima, } N (\text{Kgf});$

$S = \text{Sección de ensayo, } \text{mm}^2 (\text{cm}^2)$

4.3 Resultados

4.3.1 Curva ideal Faury

La curva de Faury utilizada corresponde a una con $z=69$, que según la experiencia de la empresa es el mejor ajuste para la situación de nuestro país, el gráfico se muestra en la siguiente figura:

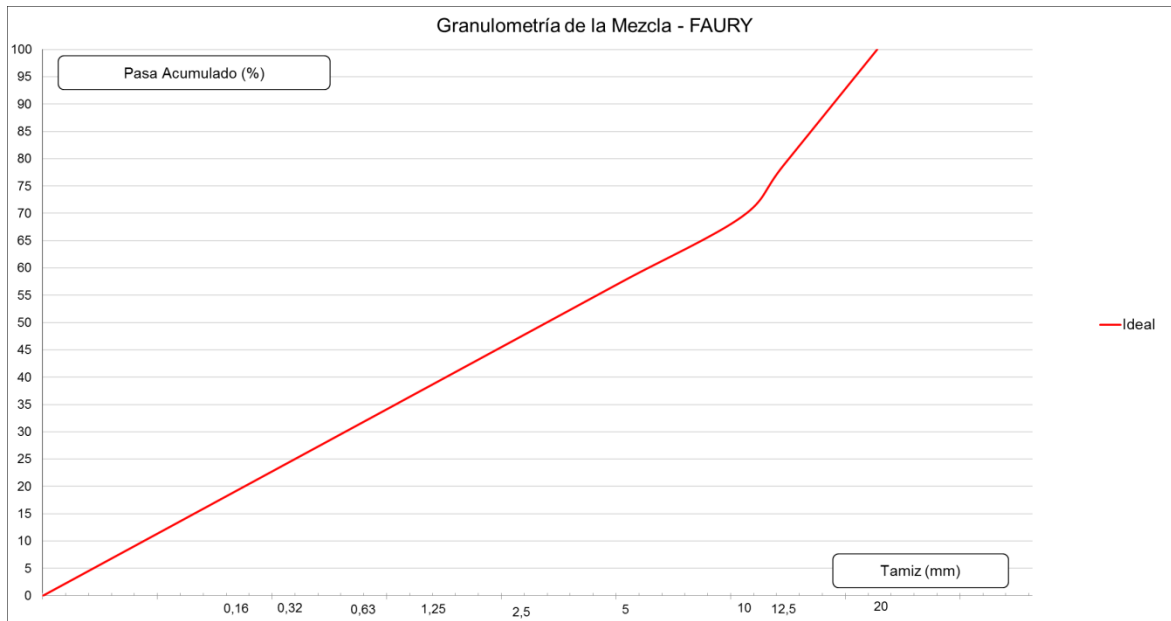


Figura 105 Gráfico curva ideal de Faury

4.3.2 Dosificaciones iniciales

A partir de la curva granulométrica original de la planta se obtienen las siguientes dosificaciones de áridos, constantes para la curva real, fina y gruesa:

- Gravilla = 32,6 %
- Arena = 55,2 %
- Cemento = 12,2 %

Para la curva ideal se utiliza la siguiente dosificación:

- Gravilla = 38,8 %
- Arena = 49,0 %
- Cemento = 12,2 %

Como porcentajes respecto al volumen sólido de la mezcla. En la curva ideal se cambia la dosificación de forma tal que se logre un ajuste perfecto a la curva ideal teórica.

El volumen de agua es variable, y se ajusta para obtener el descenso de cono de Abrams deseado.

En principio el volumen de agua utilizado es de $190 \frac{Lts}{m^3}$

4.3.2.1 Curvas granulométricas

Se consideraron las siguientes curvas granulométricas por mezclas:

Tabla 4-1 Granulometrías de las mezclas consideradas

Mallas	Real		Real Fina		Real Gruesa		Ideal	
t (mm)	Gravilla	Arena	Gravilla	Arena	Gravilla	Arena	Gravilla	Arena
20	100	100	100	100	100	100	100	100
12,5	58	100	67	100	49	100	47	100
10	17	100	24	100	8	100	17	100
5	1	86	1	92	1	81	1	93
2,5	0	69	0	73	0	66	0	73
1,25	0	52	0	55	0	48	0	55
0,630	0	32	0	39	0	27	0	38
0,315	0	15	0	24	0	6	0	24
0,160	0	4	0	9	0	0	0	13
0,0065	0	0	0	0	0	0	0	0

La granulometría de la curva real es la que se tiene de planta y se obtuvo al realizar el ensayo de granulometría de acuerdo a NCh 165.

La granulometría Real fina, Real gruesa e Ideal se fabricaron artificialmente según el tamizado de áridos descrito en 4.2.1.1

Luego de mezclar los áridos en las proporciones mencionadas anteriormente se obtienen las curvas combinadas:

Tabla 4-2 Curvas combinadas

Mallas	Real	Real Fina	Real Gruesa	Ideal
20	100	100	100	100
12,5	86	89	83	79
10	73	75	70	69
5	60	63	57	58
2,5	51	53	49	48
1,25	41	43	39	39
0,630	30	34	27	31
0,315	21	26	16	24
0,160	14	17	12	19
0,0065	0	0	0	0

El gráfico obtenido es el siguiente:

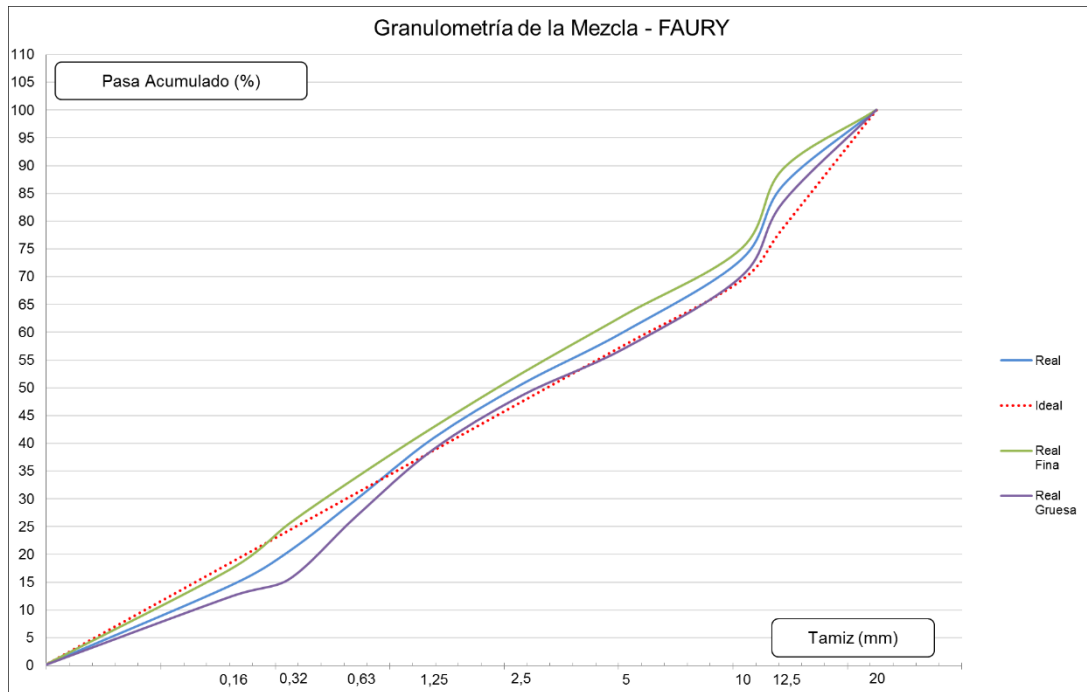


Figura 106 Bandas granulométricas consideradas

Se obtienen los valores del módulo de finura para cada curva:

Tabla 4-3 Módulo de finura de las distintas mezclas

	Real	Real Fina	Real Gruesa	Ideal
MF	4,10	3,89	4,30	4,13
Diferencia	----	-0,2	0,2	----

Donde se tiene la diferencia entre el módulo de finura de la curva real se diferencia de la fina y la gruesa en una magnitud de -0,2 y + 0,2, respectivamente. De esta manera se obtiene una “envolvente” de la curva real, obteniendo una curva más fina y una más gruesa, equidistantes de esta curva.

4.3.2.2 Propiedades de áridos

4.3.2.2.1 Ensayos de densidad real y absorción de la planta Lonquén

Se realizan los ensayos explicados en el apartado 4.2.1.2 para obtener los datos de densidad real y absorción de la planta de Lonquén. Los resultados son los siguientes:

- Arenas

Tabla 4-4 Densidades y absorción arena

Arena		
S.S.S.	2,56	T/m3
Seco	2,52	T/m3
Neta	2,63	T/m3
Absorción	1,59	%

- Gravillas

Tabla 4-5 Densidades y absorción gravillas

Gravilla		
S.S.S.	2,32	T/m3
Seco	2,29	T/m3
Neta	2,38	T/m3
Absorción	1,6	%

Los resultados se muestran como promedio de muestras gemelas, que cumplen con los requisitos de la presente norma.

4.3.2.2.2 Densidad real del árido combinado, tasa de vacíos, densidad aparente y finos por lavado

Primero se calcula la densidad real del árido combinado, considerando las proporciones de arena y gravilla con respecto al total de ambos.

Después se realiza el ensayo de densidad aparente y tasa de vacíos, explicado en el apartado 4.2.1.4.

Se tiene una medida de $V = 0.01 \text{ m}^3$, el cual se llena con la granulometría de la curva considerada. Los resultados son los siguientes, para cada curva:

4.3.2.2.2.1 Granulometría real

Densidad real del árido combinado

Las proporciones utilizadas en la mezcla son los siguientes:

$$\text{Total aridos} = \text{masa arena} + \text{masa gravilla} = 45,20 + 27,4 \text{ kg} = 72,6 \text{ kg} \quad (27)$$

$$Arena = \frac{45,20 \text{ kg}}{72,6 \text{ kg}} = 62,3 \% \quad (28)$$

$$gravilla = \frac{27,40 \text{ kg}}{72,6 \text{ kg}} = 37,7 \% \quad (29)$$

$$\rho = 0,623 * 2,52 + 0,377 * 2,29 = 2,43 \frac{T}{m^3} \quad (30)$$

Donde ρ =Densidad real del árido combinado para curva.

Densidad aparente

- Suelto

$$\rho_a(suelto) = \frac{18,175 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,818 \frac{T}{m^3} \quad (31)$$

- Compactado

$$\rho_a(Compactado) = \frac{19,625 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,96 \frac{T}{m^3} \quad (32)$$

Cantidad de vacíos

- Suelto

$$H(suelto) = \frac{2,43 - 1,818}{2,43} = 25,19 \% \quad (33)$$

- Compactado

$$H(compactado) = \frac{2,43 - 1,963}{2,43} = 19,26 \% \quad (34)$$

Se tiene que los vacíos en el árido suelto son un 6% mayor que en el caso compactado.

Finos por lavado

$$A = 3,89 \% \quad (35)$$

4.3.2.2.2 Granulometría fina

Densidad real del árido combinado

Las proporciones utilizadas en la mezcla son los siguientes:

$$Total\ aridos = masa\ arena + masa\ gravilla = 43,72 + 25,30\ kg = 69,02\ kg \quad (36)$$

$$Arena = \frac{43,72\ kg}{69,02\ kg} = 63,34\ \% \quad (37)$$

$$gravilla = \frac{25,30\ kg}{69,02\ kg} = 36,66\ \% \quad (38)$$

$$\rho = 0,633 * 2,52 + 0,367 * 2,29 = 2,44\ \frac{T}{m^3} \quad (39)$$

Donde ρ =Densidad real del árido combinado para curva.

Densidad aparente

- Suelto

$$\rho_a(suelto) = \frac{18,78\ kg}{0,010\ m^3} = 1,88\ \frac{T}{m^3} \quad (40)$$

- Compactado

$$\rho_a(Compactado) = \frac{19,79\ kg}{0,010\ m^3} = 1,98\ \frac{T}{m^3} \quad (41)$$

Cantidad de vacíos

- Suelto

$$H(suelto) = \frac{2,44 - 1,878}{2,44} = 23,03\ \% \quad (42)$$

- Compactado

$$H(\text{compactado}) = \frac{2,44 - 1,979}{2,44} = 18,89 \% \quad (43)$$

Se tiene que los vacíos en el árido suelto son un 4 % mayor que en el caso compactado.

Finos por lavado

$$A = 6,39 \% \quad (44)$$

4.3.2.2.2.3 Granulometría gruesa

Densidad real del árido combinado

Las proporciones utilizadas en la mezcla son los siguientes:

$$\text{Total aridos} = \text{masa arena} + \text{masa gravilla} = 41,18 + 28,115 \text{ kg} = 69,295 \text{ kg} \quad (45)$$

$$\text{Arena} = \frac{41,18 \text{ kg}}{69,295 \text{ kg}} = 59,42 \% \quad (46)$$

$$\text{gravilla} = \frac{28,115 \text{ kg}}{69,295 \text{ kg}} = 40,57 \% \quad (47)$$

$$\rho = 0,594 * 2,52 + 0,406 * 2,29 = 2,43 \frac{T}{m^3} \quad (48)$$

Donde ρ =Densidad real del árido combinado para curva.

Densidad aparente

- Suelto

$$\rho_a(\text{suelto}) = \frac{18,03 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,80 \frac{T}{m^3} \quad (49)$$

- Compactado

$$\rho_a(\text{Compactado}) = \frac{19,343 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,93 \frac{T}{m^3} \quad (50)$$

Cantidad de vacíos

- Suelto

$$H(suelto) = \frac{2,43 - 1,803}{2,43} = 25,80 \% \quad (51)$$

- Compactado

$$H(compactado) = \frac{2,43 - 1,934}{2,43} = 20,41 \% \quad (52)$$

Se tiene que los vacíos en el árido suelto son un 5 % mayor que en el caso compactado.

Finos por lavado

$$A = 4,37 \% \quad (53)$$

4.3.2.2.2.4 Granulometría ideal

Densidad real del árido combinado

Las proporciones utilizadas en la mezcla son los siguientes:

$$Total\ aridos = masa\ arena + masa\ gravilla = 40 + 31\ kg = 71\ kg \quad (54)$$

$$Arena = \frac{40\ kg}{71\ kg} = 56,3 \% \quad (55)$$

$$gravilla = \frac{31\ kg}{71\ kg} = 43,7 \% \quad (56)$$

$$\rho = 0,563 * 2,52 + 0,437 * 2,29 = 2,42 \frac{T}{m^3} \quad (57)$$

Donde ρ =Densidad real del árido combinado para curva.

Densidad aparente

- Suelto

$$\rho_a(\text{suelto}) = \frac{18,600 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,86 \frac{T}{m^3} \quad (58)$$

- Compactado

$$\rho_a(\text{Compactado}) = \frac{19,770 \text{ kg}}{0,010 \text{ m}^3} = 1,98 \frac{T}{m^3} \quad (59)$$

Cantidad de vacíos

- Suelto

$$H(\text{suelto}) = \frac{2,42 - 1,860}{2,42} = 23,1 \% \quad (60)$$

- Compactado

$$H(\text{compactado}) = \frac{2,42 - 1,977}{2,42} = 18,64 \% \quad (61)$$

Se tiene que los vacíos en el árido suelto son un 24 % mayor que en el caso compactado.

Finos por lavado

$$A = 4,75 \% \quad (62)$$

4.3.2.3 Dosificación y resistencias

En esta sección se explica los valores de dosificación y resistencias del hormigón endurecido a 3, 7 y 28 días, siendo la última la de mayor importancia.

El número de muestras y los tiempos de curado corresponden al mismo que se aplica en laboratorio, esto se realiza así para ser lo más fiel posible a las situaciones reales. Los laboratorios a su vez, deben de ensayar al menos 2 muestras a 28 días y promediar de acuerdo a lo exigido por la norma NCh 1998 of 89.

4.3.2.3.1 Granulometría real

Los valores de dosificación utilizados y descenso de cono de Abrams son los siguientes:

Tabla 4-6 Dosificación mezcla real

Gravilla	27,4	Kg/mezcla
Arena	45,19	Kg/mezcla
Cemento	12	Kg/mezcla
Agua	8,2	Lt/mezcla
Descenso Cono	12	cm

Los valores de resistencia obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 4-7 Resistencia a compresión mezcla real

R3	4,45	Mpa
R7	9,22	Mpa
R28 (1)	16,15	MPa
R28 (2)	16,25	MPa
R28	16,20	MPa

El valor de la resistencia a 28 días se detalla en el siguiente gráfico, obtenido durante el ensayo a compresión:

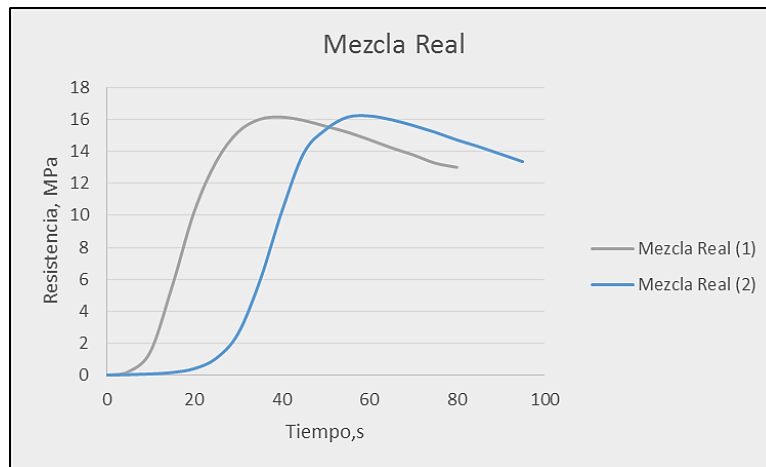


Figura 107 Curva ensayo a compresión mezcla real

4.3.2.3.2 Granulometría fina

Los valores de dosificación utilizados y descenso de cono de Abrams son los siguientes:

Tabla 4-8 Dosificación mezcla fina

Gravilla	25,30	Kg/mezcla
Arena	43,72	Kg/mezcla
Cemento	12	Kg/mezcla
Agua	7,8	Lt/mezcla
Descenso Cono	12	cm

Los valores de resistencia obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 4-9 Resistencia a compresión mezcla fina

R3	3,1	MPa
R7	8,6	MPa
R28 (1)	17,31	MPa
R28 (2)	17,32	MPa
R28	17,32	MPa

El valor de la resistencia a 28 días se detalla en el siguiente gráfico, obtenido durante el ensayo a compresión:

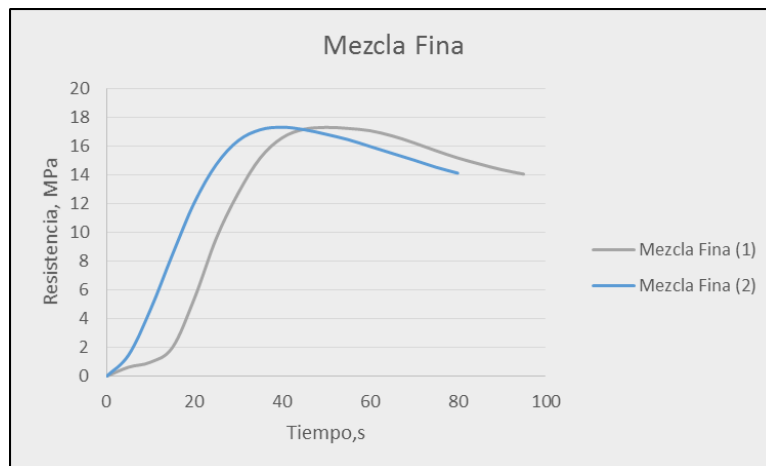


Figura 108 Curva ensayo a compresión mezcla fina

4.3.2.3.3 Granulometría gruesa

Los valores de dosificación utilizados y descenso de cono de Abrams son los siguientes:

Tabla 4-10 Dosificación mezcla gruesa

Gravilla	28,12	Kg/mezcla
Arena	41,18	Kg/mezcla
Cemento	12	Kg/mezcla
Agua	8,96	Lt/mezcla
Descenso Cono	13	cm

Los valores de resistencia obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 4-11 Resistencia a compresión mezcla gruesa

R3	2,59	Mpa
R7	5,33	Mpa
R28 (1)	15,50	Mpa
R28 (2)	15,87	Mpa
R28	15,69	Mpa

El valor de la resistencia a 28 días se detalla en el siguiente gráfico, obtenido durante el ensayo a compresión:

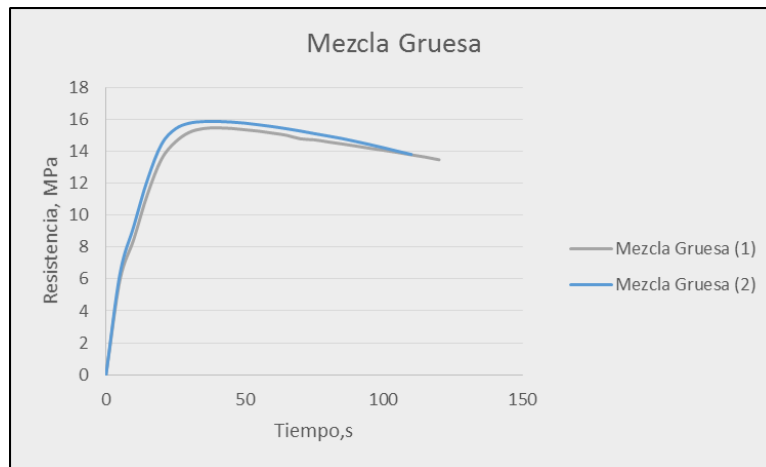


Figura 109 Curva ensayo a compresión mezcla gruesa

4.3.2.3.4 Granulometría ideal

Los valores de dosificación utilizados y descenso de cono de Abrams son los siguientes:

Tabla 4-12 Dosificación mezcla ideal

Gravilla	31	Kg/mezcla
Arena	40	Kg/mezcla
Cemento	12	Kg/mezcla
Agua	7,60	Lt/mezcla
Descenso Cono	13	cm

Los valores de resistencia obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 4-13 Resistencia a compresión mezcla ideal

R3	4,8	MPa
R7	7,37	MPa
R28 (1)	17,65	MPa
R28 (2)	17,70	MPa
R28	17,68	MPa

El valor de la resistencia a 28 días se detalla en el siguiente gráfico, obtenido durante el ensayo a compresión:

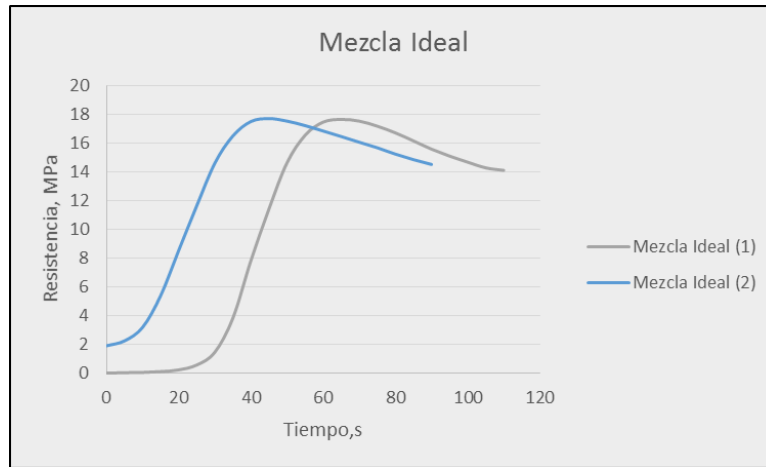


Figura 110 Curva ensayo a compresión mezcla ideal

En los ensayos anteriores se consideró como criterio de rotura un retroceso en la carga de un 20% con respecto a la carga máxima. Si bien por norma se establece un 10%, se utilizó una tolerancia más amplia para apreciar de mejor forma el descenso de la carga.

5 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

5.1 Resistencia vs. Cantidad de agua

En la figura siguiente se muestra la resistencia de cada mezcla en función de la cantidad de agua requerida.

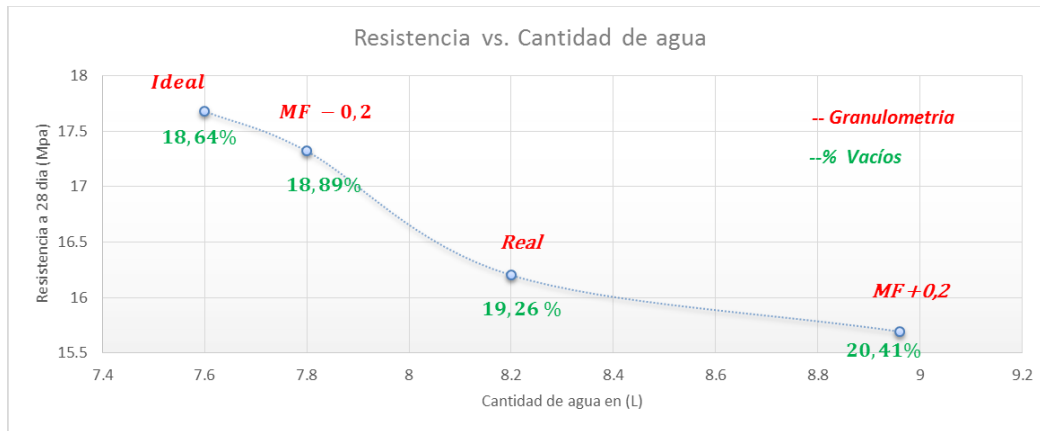


Figura 111 Resistencia vs Cantidad de agua

Se aprecia que a mayor cantidad de agua la resistencia es menor, como es de esperarse. También la mezcla con menor cantidad de vacíos resulta ser la que menos agua solicita, y la que corresponde a la mezcla ideal. Sin embargo, la mezcla más gruesa es la que requiere más agua, contradiciendo a los antecedentes conocidos, esto se puede explicar de dos formas:

- La primera es que la mezcla más gruesa posee menor área específica que la pasta debe cubrir, sin tomar en cuenta la cantidad de vacíos que también debe rellenar la pasta, debido a que la primera condición es dominante. Luego en movimientos de 0,2 en el módulo de finura podría no ser significativo en términos de área específica dando como resultado que la cantidad de vacíos resulta sea dominante.
- La segunda causa, y la más probable, es que sea resultado de la dispersión propia de resultados experimentales, como se verá más adelante, las dispersiones en ensayos de este tipo no resultan ser despreciables,

5.2 Densidades reales

Se comienza analizando los valores obtenidos de densidad real:

Tabla 5-1 Densidades arena

Arena		
S.S.S	2,56	T/m3
Seco	2,52	T/m3
Neta	2,63	T/m3
Absorción	1,6	%

- NCh 1239 $2 < p < 3$
- Valores anteriores planta 2,65, diferencia del 5%.

Tabla 5-2 Densidades gravilla

Gravilla		
S.S.S	2,32	T/m3
Seco	2,29	T/m3
Neta	2,38	T/m3
Absorción	1,6	%

- NCh 1239 $2 < p < 3$
- Valores anteriores planta 2,69, diferencia del 15%.

5.3 Demanda de agua de acuerdo al ábaco

A continuación, se compara la cantidad de agua utilizada y la que requerida de acuerdo al módulo de finura y asentamiento de cono según el ábaco

- Mezcla Real

Tabla 5-3 Agua demandada según ábaco mezcla real

Cono	12	cm
MF	4,7	

Agua	191	Lts/m3
Agua según ábaco	185	Lts/m3
Diferencia	3	%

- Mezcla Ideal

Tabla 5-4 Agua demandada según ábaco mezcla ideal

Cono	13	cm
MF	4,7	

Agua	177	Lts/m3
Agua según ábaco	185	Lts/m3
Diferencia	-4	%

- Mezcla Fina

Tabla 5-5 Agua demandada según ábaco mezcla final

Cono	12	cm
MF	4,5	
Agua	181	Lts/m3
Agua según ábaco	190	Lts/m3
Diferencia	-5	%

- Mezcla Gruesa

Tabla 5-6 Agua demandada según ábaco mezcla gruesa

Cono	13	cm
MF	4,9	
Agua	208	Lts/m3
Agua según ábaco	181	Lts/m3
Diferencia	15	%

- Zona de trabajo en Ábaco demanda de agua

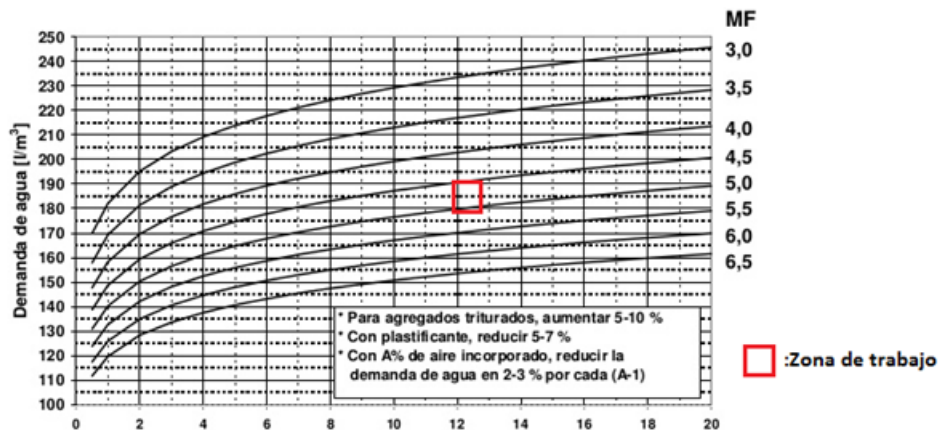


Figura 112 Zona de trabajo en ábaco

Se aprecia una diferencias de 3, 4,5 y 15 % entre el agua obtenido realmente y la cantidad de agua teórica. Sin embargo la zona de trabajo que se muestra en la figura siguiente, revela que se tiene una zona de trabajo acotada, la cual puede contener valores propios de la dispersión estadística de ensayos de laboratorio. Además que en la zona de trabajo se considera el efecto de mayor compacidad , efecto que normalmente no es considerado.

5.4 Resistencia esperada según relación agua-cemento (A/C)

Valores esperados respecto a Tabla 2-5, que corresponde a la tabla 3 de NCh 170. Donde se muestra resistencia en función de la relación A/C.

Existen diferencias de valores en las resistencias que se justifican más adelante.

- Mezcla Real

Resistencias obtenidas:

Tabla 5-7 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla real

R3	4,45	MPa
R7	9,22	MPa
R28 (1)	16,15	MPa
R28 (2)	16,25	MPa
R28 Promedio	16,20	MPa

A/C	0,63
R28 aproximada	19,2
Diferencia	15,6%

- Mezcla Ideal

Resistencias obtenidas:

Tabla 5-8 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla ideal

R3	4,8	MPa
R7	7,37	MPa
R28 (1)	17,65	MPa
R28 (2)	17,70	MPa
R28 Promedio	17,68	MPa

A/C	0,59
R28 aproximada	21,8
Diferencia	18,9%

- Mezcla Fina

Tabla 5-9 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla fina

R3	3,1	MPa
R7	8,6	MPa
R28 (1)	17,31	MPa
R28 (2)	17,32	MPa
R28 Promedio	17,32	MPa

A/C	0,6
R28 aproximada	21
Diferencia	17,5%

- Mezcla Gruesa

Tabla 5-10 Diferencia resistencia obtenida con resistencia según A/C mezcla gruesa

R3	2,59	MPa
R7	5,33	MPa
R28 (1)	15,50	MPa
R28 (2)	15,87	MPa
R28 Promedio	15,69	MPa

A/C	0,69
R28 aproximada	16,4
Diferencia	4,3%

Los resultados de ensayos similares tendrán una distribución característica llamada distribución normal, mostrada en la siguiente imagen:

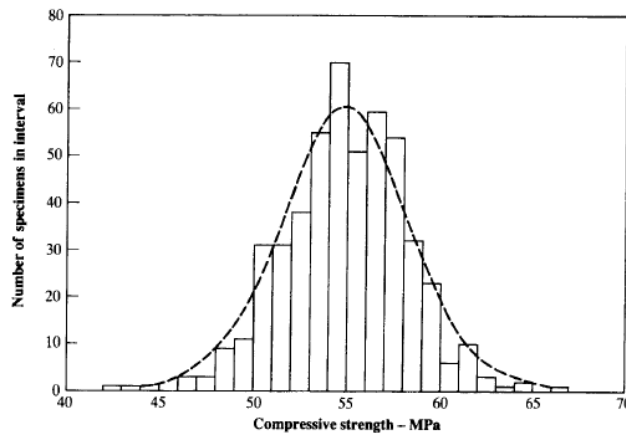


Figura 113 Distribución normal del hormigón

El 99,6 % del área bajo la curva se encuentra en el rango $\pm 3S$.

El valor de la desviación estándar S varía desde 0 MPa hasta 6 MPa dependiendo de la calificación del control de calidad. En un ensayo con calidad excelente control, la variación es del orden de 3 MPa. Para un hormigón de resistencia 17 MPa, estas variaciones corresponden a un rango de $\pm 18 \%$.

Se puede concluir que la variación de resistencia con respecto a la tabla A/C, corresponde a dispersiones normales de ensayos de estas características.

5.5 Resistencia esperada según Módulo de Finura

Corresponden a valores aproximados considerando la demanda de agua que provocaría el MF, según ábaco y la resistencia según tabla A/C

- Mezcla Real

Tabla 5-11 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla real

Agua según ábaco	185	Lts/m3
A/C	0,61	
R28 aproximada	20,4	MPa
R28 obtenido	16,20	MPa
Diferencia en MPa	4,2	MPa
Diferencia porcentaje	-21%	

- Mezcla Ideal

Tabla 5-12 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla ideal

Agua según ábaco	185	Lts/m3
A/C	0,61	
R28 aproximada	20,4	MPa
R28 obtenido	17,68	MPa
Diferencia en MPa	2,72	MPa
Diferencia porcentaje	-13%	

- Mezcla Fina

Tabla 5-13 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla fina

Agua según ábaco	190	Lts/m3
A/C	0,63	
R28 aproximada	19,2	MPa
R28 obtenido	17,32	MPa
Diferencia en MPa	1,88	MPa
Diferencia porcentaje	-10%	

- Mezcla Gruesa

Tabla 5-14 Diferencia resistencia obtenida con la esperada según MF mezcla gruesa

Agua según ábaco	181	Lts/m ³
A/C	0,6	
R28 aproximada	21	MPa
R28 obtenido	15,69	MPa
Diferencia en MPa	5,31	MPa
Diferencia porcentaje	-25%	

Se aprecian diferencias del orden de la desviación típica de ensayos explicados en el apartado anterior.

5.6 Resistencia según Módulo de Finura: Desviación de ensayos anteriores

Es posible encontrar varianzas en ensayos anteriores, se repite la figura 34 por conveniencia:

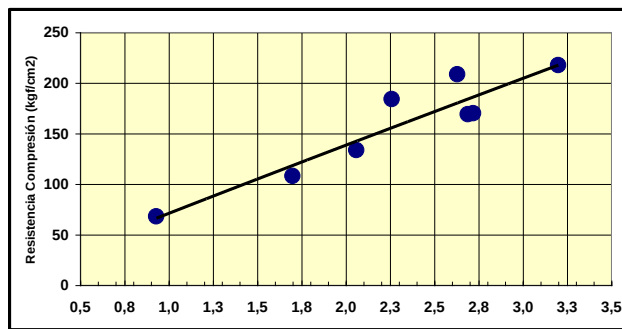


Figura 114 Resistencia vs. Módulo de finura

Si bien se establece una correlación entre mayor módulo de finura de la arena mayor resistencia (menor demanda de agua), existen desviaciones del orden de 4 MPa.

Si bien se establece una correlación entre mayor módulo de finura de la arena (más grueso) mayor resistencia (menor demanda de agua), existen desviaciones del orden de 4 MPa.

5.7 Comentarios

5.7.1 Planilla de control de áridos

En la planilla se muestra una importante actualización, automatizando procesos que permiten tomar decisiones.

Este programa también puede servir como base para la creación de un programa mucho más robusto que incluya, entre otras opciones, correlaciones con la resistencia del hormigón.

El actual sistema de registro y almacenamiento de datos (ya sean los datos de áridos, resistencias del hormigón, entre otros) se realizan mediante el programa Excel, en el cual existen grandes riesgos, dado que se corrompa el archivo, algún error en el uso de la planilla (que es compartida en red dentro de la empresa), entre otros, por lo que se sugiere el uso de bases de datos.

Las bases de datos sirven básicamente para almacenar datos que se relacionan entre sí, se pueden consultar y actualizar esos datos.

Se pueden guardar los datos en la “nube” para poder acceder a ellos de forma remota desde un computador con acceso a internet.

La ventaja radica principalmente en la seguridad de los datos, los cuales son una parte de gran importancia para la empresa, porque permiten tomar decisiones que ahorren costos y mejoren la seguridad.

Se recomienda utilizar esta plataforma como base para realizar un programa informático especialista para poder obtener un mantenimiento apropiado.

5.7.2 Resistencia a compresión

En el trabajo se intentó simular las condiciones de planta, en las cuales las granulometrías cambian continuamente en el tiempo, pero las dosificaciones se mantienen constantes, alejándose continuamente de la curva ideal de Faury, la que es utilizada como referencia.

Se trata de ver el efecto en la resistencia de dichas variaciones, pero los resultados están dentro de la curva normal de ensayos de hormigón, por lo que se concluye que los resultados en la vecindad de la curva de Faury caen dentro de la dispersión de dicha curva. Las fuentes de variabilidad de los ensayos corresponden, entre otros, a:

- Cálculos de densidades: Se toma una muestra representativa y por simple regla de tres, se extrapola para todo el material. Para ensayos de este tipo es necesario tener la densidad de la muestra completa utilizada. Sin embargo, se utilizó la norma correspondiente, con el objetivo de simular las condiciones de planta. El efecto de la diferencia de densidades repercute en la cantidad de agua registrada por mezcla.
- Demanda de agua: Para una la variación de módulo de finura, se aprecia una zona de trabajo bastante estrecha según el ábaco anterior.
- Docilidad: El ensayo de docilidad tiene un margen de error de ± 1 cm, el cual para una zona de trabajo tan pequeña puede no ser despreciable.
- Mezclado del hormigón: Debido a que se ajusta a un cono constante, es necesario ir agregando cantidades de agua a la mezcla por tanteos, luego se vuelve a mezclar. Entonces este efecto de re-mezcla de hormigón afecta a la docilidad.
- Tolerancia y calibración de los diferentes equipos utilizados, como por ejemplo la prensa de ensayo, la balanza, mezcladora, entre otras.
- Forma de árido, se consideró la misma forma y textura en los áridos, pero en las diferentes mezclas se tienen distintas formas debido a la naturaleza de los áridos.

- Finos por lavado: Si bien se consideró el cálculo de ellos, al igual que las densidades, se extrapola su valor para cada mezcla, resultando en valores diferentes, que pueden influenciar en los requerimientos de agua y adherencia.
- Adhesión entre la pasta de hormigón y los áridos, pueden existir distintos grados de adhesión, debido a la forma y textura de áridos, lo que puede influenciar en las diferencias de resistencias.
- Curado, como se muestra en el gráfico anterior, este último no fue a una temperatura controlada, debido a las limitaciones de laboratorio.
- Pérdidas de material durante la ejecución del ensayo, como es normal, existen pérdidas de material, que, aunque siempre se trata de controlar, es algo intrínseco de un ensayo de estas características.
- También cabe resaltar que la dispersión de un ensayo no controlado como es el caso de las plantas de hormigón puede ser mucho mayor, llegando al valor de 6 MPa, por lo tanto, como se mencionó anteriormente, alejarse en una vecindad de 0,2 en el módulo de finura respecto a la curva ideal no representa mayor dispersión que la propia de un ensayo de hormigón. Sin embargo, es recomendable usar la curva de Faury porque es la que otorgó menor índice de vacíos, generando un hormigón más denso.
- Dado que en la planta cambian continuamente las granulometrías, pero no las dosificaciones, las variaciones que resultan de eso en la resistencia caen dentro de la variabilidad propia de la resistencia del hormigón como se mencionó anteriormente. Por lo tanto, alejarse de la curva no es determinante en la resistencia.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Ana Bastos, H. S. (Diciembre de 2005). *Methodology for the Design of Lightweight Concrete with Expanded Clay Aggregates*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.masonrysociety.org/TMSJournal/Vol.%2023,%20No.%201/P073%202003-05.pdf>
- Brooks, A. N. (1990). *Concrete Technology*. Reino Unido: Prentice Hall.
- Carmona, S. (s.f.). *Tecnología del Hormigón Dosificación Método ACI*. Recuperado el Agosto de 2016, de http://www.ramos.utfsm.cl/doc/334/sc/CON252_3.pdf
- Institution, B. S. (1975). *Testing Aggregates*. Recuperado el Agosto de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/31193825/BS-812-1-1975>
- Koehler, P.E. (2014). What Aggregate Packing is Optimal?. Clase expositiva Titan America, Washington, Estados Unidos.
- Kurtis, K. Properties of Fresh Concrete. Clase expositiva Titan America, Atlanta, Georgia, Estados Unidos.
- NCh. (s.f.). *Áridos para Morteros y Hormigones. Norma Oficial Chilena*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.apingenieria.cl/PDF/NCh163.pdf>
- NCh. (s.f.). *Áridos para morteros y hormigos- requisitos generales*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.apingenieria.cl/PDF/NCh163.pdf>
- NCh. (s.f.). *Hormigón-requisitos generales. Norma Oficial Chilena*. Recuperado el Agosto de 2016, de <http://www.apingenieria.cl/PDF/NCh170.pdf>
- Nemat, K. (2015). Proportioning Concrete Mixes. University of Washington, Washington, Estados Unidos.
- Videla, C. (2016). Clase de dosificaciones de hormigón. Clase expositiva Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Zabaleta, H. (1992). *Compendio de tecnología del hormigón*. Santiago : Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón.

7 ANEXOS

A continuación se muestran los códigos de Macros de Excel correspondientes a las hojas "CDA", "BANDAS", "DATOS", "CONTROL", "CALENDARIO" de la planilla general

7.1 Hoja CDA

7.1.1 Código para importar datos

```
Sub importar()
'
' importar Macro
'
ruta = ThisWorkbook.Path

Libroactual = "Control de áridos_Norte.xlsm"

'MsgBox (ruta)

' Número de plantas
np = 9

k = 11

For x = 1 To np
'
%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%

    If x = 1 Then

        Libro = "Control_Alto Hospicio.xls"

        carpeta = "Alto Hospicio"

        centro = "AH"

    ElseIf x = 2 Then

        Libro = "Control_Antofagasta.xls"

        carpeta = "Antofagasta"

        centro = "AN"

    ElseIf x = 3 Then

        Libro = "Control_Arica.xls"
```

carpeta = "Arica"

centro = "AR"

Elseif x = 4 Then

Libro = "Control_Calama.xls"

carpeta = "Calama"

centro = "CA"

Elseif x = 5 Then

Libro = "Control_Copiapo.xls"

carpeta = "Copiapo"

centro = "CO"

Elseif x = 6 Then

Libro = "Control_Mejillones.xls"

carpeta = "Mejillones"

centro = "ME"

Elseif x = 7 Then

Libro = "Control_Mel.xls"

carpeta = "MEL"

centro = "ME"

Elseif x = 8 Then

Libro = "Control_Roca Roja.xls"

carpeta = "Roca Roja"

centro = "RR"

Elseif x = 9 Then

```

        Libro = "Control_Vallenar.xls"

        carpeta = "Vallenar"

        centro = "VA"

    End If

'
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
'ruta = ThisWorkbook.Path

'carpeta = "Talca"

'Libro = "Copia de Control_Talca_2016.xls"

'    libroM = "Control de áridos.xlsm"

'
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

'MsgBox Left(ruta, Len(ruta) - Len(carpet))

'ruta_arriba = Left(ruta, Len(ruta) - Len(carpet))

'MsgBox (ruta & "\" & Libro)

'Set wbDestino = Workbooks.Open(ruta & "\" & Libro)

Set wbDestino = Workbooks.Open(ruta & "\" & carpeta & "\" & Libro, 0)

aux = 0

' %%%%%%%%% Traer datos %%%%%%%%%

' cambiar a to 3

For m = 1 To 4

    i = 7
'
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

If m = 1 Then

hoja = "ARENA "
g = 51

Elseif m = 2 Then

hoja = "GRAVA"
g = 53

Elseif m = 3 Then

hoja = "GRAVILLA"
g = 51

Elseif m = 4 Then

hoja = "ARENA FINA"
g = 51

End If

,

%%
%%

Windows(Libro).Activate

Sheets(hoja).Select

Do While (IsEmpty(Cells(i, 11)) = False) Or (IsEmpty(Cells(i + g, 11)) = False)

If IsEmpty(Cells(i + 5, 11)) = True Then

i = i + g

End If

j = 11
aux = 0

Do While (IsEmpty(Cells(i, j)) = False) Or (aux = 0) ' Mientras la casilla (i,1)
permanezca con datos, realizar:

If ((IsEmpty(Cells(i, j + 1)) = True) And (IsEmpty(Cells(i, j + 2)) = True) And
(IsEmpty(Cells(i, j + 3)) = True) And (IsEmpty(Cells(i, j + 4)) = True) And (IsEmpty(Cells(i, j

```
+ 5)) = True)) And (IsEmpty(Cells(i + 5, j + 1)) = True) And (IsEmpty(Cells(i + 5, j + 2)) =
True) And (IsEmpty(Cells(i + 5, j + 3)) = True) And (IsEmpty(Cells(i + 5, j + 4)) = True) And
(IsEmpty(Cells(i + 5, j + 5)) = True) Then
```

```
    aux = 1
```

```
End If
```

```
If (IsEmpty(Cells(i, j)) = True) Or (IsEmpty(Cells(i + 5, j)) = True) Then ' Sin datos
```

```
    j = j + 1
```

```
Else
```

```
    Windows(Libroactual).Activate
    Sheets("CDA").Select
```

```
    'Planta
```

```
    Cells(k - 8, 1) = carpeta
```

```
    ' muestra
```

```
    Cells(k - 8, 4) = hoja
```

```
    ' centro
```

```
    Cells(k - 8, 2) = centro
```

```
    ' Proovedor
```

```
    Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 7) =
    Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 2, j)
```

```
    ' Fecha
```

```
    Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 3) =
    Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i, j)
```

```
    ' 3", 2 1/2"
```

Cells(k - 8, 11) = 100
Cells(k - 8, 12) = 100

'2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 13) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 13) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, j)

Elseif m = 3 Then

Cells(k - 8, 13) = 100

End If

' 1 1/2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 14) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 14) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, j)

Elseif m = 3 Then

Cells(k - 8, 14) = 100

End If

' 1"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 15) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 15) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, j)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 15) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, j)

End If

'3/4"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 16) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 16) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, j)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 16) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, j)

End If

'1/2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 17) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	17)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, j)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	17)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, j)				

End If

'3/8"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	18)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, j)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	18)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, j)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	18)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, j)				

End If

'N°4

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	19)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, j)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 19) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, j)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 19) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, j)

End If

'N°8

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, j)

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, j)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, j)

End If

'N°16

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 21) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, j)

Elseif m = 2 Then

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 21) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, j)

End If

If (m = 1) Or (m = 4) Then

' N°30

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 22) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, j)

' N°50

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 23) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, j)

' N°100

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, j)      -      8,      24)      =

```

End If

'MF

If (m = 1) Or (m = 4) Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, j)      -      8,      25)      =

```

Elseif m = 2 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, j)      -      8,      25)      =

```

Elseif m = 3 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, j)      -      8,      25)      =

```

End If

'FXL

If (m = 1) Or (m = 4) Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, j) - 8, 29) =

```

ElseIf m = 2 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 14, j) - 8, 29) =

```

ElseIf m = 3 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, j) - 8, 29) =

```

End If

```

Windows(Libro).Activate
Sheets(hoja).Select

```

j = j + 1

k = k + 1

End If

Loop

```

For l = 5 To 8

'MsgBox i

        ' muestra

        Windows(Libroactual).Activate
        Sheets("CDA").Select

        Cells(k - 8, 4) = hoja

Windows(Libro).Activate
Sheets(hoja).Select

' Oficiales

If IsEmpty(Cells(i + 5, l)) = False Then

        Windows(Libroactual).Activate
        Sheets("CDA").Select

        ,

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

        'Planta

        Cells(k - 8, 1) = carpeta

        'centro

        Windows(Libroactual).Activate
        Sheets("CDA").Select
        Cells(k - 8, 2) = centro

        ' Proovedor

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 7) =
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 2, j)

```

'Fecha

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 3) =
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 4, l)

```

Cells(k - 8, 6) = "Oficial"

' 3", 2 1/2"

Cells(k - 8, 11) = 100

Cells(k - 8, 12) = 100

Cells(k - 8, 12) = 100

'2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 13) = 100

Elseif m = 2 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 13) =
Worksheets(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, l)

```

Elseif m = 3 Then

Cells(k - 8, 13) = 100

End If

' 1 1/2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 14) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 14) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, l)

Elseif m = 3 Then

Cells(k - 8, 14) = 100

End If

' 1"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 15) = 100

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 15) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 15) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, l)

End If

'3/4"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 16) = 100

ElseIf m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 16) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, l)

ElseIf m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 16) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, l)

End If

'1/2"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Cells(k - 8, 17) = 100

ElseIf m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 17) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, l)

ElseIf m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 17) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, l)

End If

'3/8"

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 18) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 5, l)

ElseIf m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 18) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, l)

ElseIf m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 18) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, l)

End If

'N°4

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 19) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 6, l)

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 19) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 19) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, l)

End If

'N°8

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 7, l)

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 20) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, l)

End If

'N°16

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 21) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 8, l)

Elseif m = 2 Then

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 21) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, l)

End If

If (m = 1) Or (m = 4) Then

' N°30
Windows(Libro).Activate
Sheets(hoja).Select

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	22)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 9, l)				

' N°50

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	23)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 10, l)				

' N°100

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	24)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 11, l)				

End If

'MF

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	25)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, l)				

ElseIf m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 25) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, l)

ElseIf m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 25) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 12, l)

End If

'FXL

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, l)

ElseIf m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 14, l)

ElseIf m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 13, l)

End If

,

%%
%%

'MsgBox Cells(i + 5, l)

Windows(Libroactual).Activate
Sheets("CDA").Select

Windows(Libro).Activate
Sheets(hoja).Select

'Densidad aparente compactada

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	26)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 18, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	26)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 20, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	26)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 18, l)				

End If

' Densidad aparente suelta

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	27)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 19, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	27)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 21, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 27) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 19, l)

End If

'Impurezas orgánicas

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 28) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 20, l)

Elseif m = 2 Then

Elseif m = 3 Then

End If

'Partículas menores que 0,080 mm

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 21, l)

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 28, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 29) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 26, l)

End If

'Densidad real del árido seco

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	30)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 22, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	30)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 24, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	30)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 22, l)				

End If

'Densidad real del árido saturado superficialmente seco

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	31)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 23, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	31)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 25, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	31)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 23, l)				

End If

'Densidad neta

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	32)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 24, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	32)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 26, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	32)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 24, l)				

End If

'Absorción

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	33)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 25, l)				

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	33)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 27, l)				

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k	-	8,	33)	=
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 25, l)				

End If

'Equivalente de arena

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 34) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 26, l)

Elseif m = 2 Then

Elseif m = 3 Then

End If

'Huecos árido compactado

If (m = 1) Or (m = 4) Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 35) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 27, l)

Elseif m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 35) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 22, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 35) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 20, l)

End If

' Huecos arido suelto

If m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 36) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 23, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 36) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 21, l)

End If

' Particulas desmenuzables

If m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 37) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 29, l)

Elseif m = 3 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 37) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 27, l)

End If

' % rodado

If m = 2 Then

Workbooks(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k - 8, 38) =
Workbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 31, l)

Elseif m = 3 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 29, l) - 8, 38) =

```

End If

' % chancado

If m = 2 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 32, l) - 8, 39) =

```

Elseif m = 3 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 30, l) - 8, 39) =

```

End If

' % laja chancada

If m = 2 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 33, l) - 8, 40) =

```

Elseif m = 3 Then

```

        Worksheets(Libroactual).Sheets("CDA").Cells(k
Worksbooks(Libro).Sheets(hoja).Cells(i + 31, l) - 8, 40) =

```

End If

$k = k + 1$

End If

Next I

Windows(Libro).Activate
 Sheets(hoja).Select

If (m = 1) Or (m = 4) Then

$i = i + 51$

Elseif m = 2 Then

$i = i + 53$

Elseif m = 3 Then
 $i = i + 51$

End If

Loop

Next m

'i = 2

Application.DisplayAlerts = False

Windows(Libro).Activate
 Workbooks(Libro).Close

Next x

' Ordenar

ActiveWorkbook.Worksheets("CDA").AutoFilter.Sort.SortFields.Clear
 ActiveWorkbook.Worksheets("CDA").AutoFilter.Sort.SortFields.Add Key:=Range(_

```

"C2:C308"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:= _
xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("CDA").AutoFilter.Sort
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With

```

```

MsgBox "Listo!"

```

```

End Sub

```

7.1.2 **Borrar**

```

Sub Borrar_CDA()

```

```


```

```

    Range("A3:AO1125").Select

```

```

    Application.CutCopyMode = False
    Selection.ClearContents

```

```

    Range("AQ21").Select
End Sub

```

7.2 **Hoja BANDAS**

7.2.1 **Filtro**

```

Sub Macro12()

```

```

' FILTRO PLANTAS

```

```

    Application.ScreenUpdating = False
    Application.DisplayAlerts = False

```

```

    Call Macro4

```

```

    Sheets("BANDAS").Select

```

```

    Libroactual = "Control de áridos V2.xlsm"

```

```
' Copiar formato de bandas

    Sheets("Formato_Bandas").Select

    Range("B12: AU54").Select

    Selection.Copy

    Sheets("BANDAS").Select

    Range("B12").Select

    ActiveSheet.Paste

planta = Cells(4, 4)

For x = 1 To 1

' filtro_proveedores Arena
'

If x = 1 Then

    arido = "ARENA "
    cp = 9

Elseif x = 2 Then

    arido = "GRAVA"
    cp = 24

Elseif x = 3 Then

    arido = "GRAVILLA"
    cp = 39

End If

Sheets("CDA").Select
'

ActiveSheet.Range("$A$2:$AO$3000").AutoFilter Field:=1, Criteria1:=planta
ActiveSheet.Range("$A$2:$AO$3000").AutoFilter Field:=4, Criteria1:=arido
```

```
' copiar proveedores

Range("G3:G3000").Select

Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy

Sheets("BANDAS").Select

Cells(42, cp).Select
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False

ActiveSheet.Range(Cells(42, cp), Cells(200, cp)).RemoveDuplicates Columns:=1,
Header:=xlNo

Sheets("CDA").Select

'Copiar tipo de control

Range("F3:F3000").Select

'Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy

Sheets("BANDAS").Select

Cells(56, cp - 6).Select
ActiveSheet.Paste
Application.CutCopyMode = False

ActiveSheet.Range(Cells(56, cp - 6), Cells(200, cp - 6)).RemoveDuplicates
Columns:=1, Header:=xlNo

Range(Cells(56, cp - 6), Cells(60, cp - 6)).Select
Selection.Cut

Cells(42, cp - 6).Select
ActiveSheet.Paste
,
,

Sheets("CDA").Select
Rows("2:2").Select
ActiveSheet.ShowAllData
```

```
'  
    Sheets("BANDAS").Select  
        Cells(42, cp).Select  
,  
,  
Next x  
    ' Borra datos de planilla importada  
  
' Buscar bandas  
Sheets("DATOS").Select  
  
    For y = 3 To 1000 Step 16  
  
        If Cells(8, y) = planta Then  
  
            'Arenas  
  
            Cells(30, y + 11) = Cells(30, y)  
            Cells(31, y + 11) = Cells(30, y + 2)  
            Cells(32, y + 11) = Cells(30, y + 4)  
            Cells(33, y + 11) = Cells(30, y + 6)  
            Cells(34, y + 11) = Cells(30, y + 8)  
  
            'Gravas  
  
            Cells(51, y + 11) = Cells(51, y)  
            Cells(52, y + 11) = Cells(51, y + 2)  
            Cells(53, y + 11) = Cells(51, y + 4)  
            Cells(54, y + 11) = Cells(51, y + 6)  
            Cells(55, y + 11) = Cells(51, y + 8)  
  
            'Gravillas  
  
            Cells(71, y + 11) = Cells(71, y)  
            Cells(72, y + 11) = Cells(71, y + 2)  
            Cells(73, y + 11) = Cells(71, y + 4)  
            Cells(74, y + 11) = Cells(71, y + 6)  
            Cells(75, y + 11) = Cells(71, y + 8)
```

```

    rango_arena = ActiveSheet.Range(Cells(30, y + 11), Cells(34, y + 11))

    rango_grava = ActiveSheet.Range(Cells(51, y + 11), Cells(55, y + 11))

    rango_gravilla = ActiveSheet.Range(Cells(71, y + 11), Cells(75, y + 11))

    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="arenas", RefersToR1C1:="=DATOS!R30C"
    & y + 11 & ":R34C" & y + 11

    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="gravas",
    RefersToR1C1:="=DATOS!R51C" & y + 11 & ":R55C" & y + 11
    ,

    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="gravillas",
    RefersToR1C1:="=DATOS!R71C" & y + 11 & ":R75C" & y + 11
    ,

    Exit For

End If

Next y

' Valores bandas

Sheets("BANDAS").Select

' Arena
For j = 4 To 5

    c = y + j - 4

    For i = 16 To 25

        If i < 24 Then

            Cells(i, j).Select
            ActiveCell.FormulaR1C1 = _
                "=IF(R14C2=DATOS!R30C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 15 & "C" & c &
                ",IF(R14C2=DATOS!R31C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 15 & "C" & c + 2 &

```

```

",IF(R14C2=DATOS!R32C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 15 & "C" & c + 4 &
",IF(R14C2=DATOS!R33C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 15 & "C" & c + 6 &
",IF(R14C2=DATOS!R34C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 15 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

```

Elseif i = 24 Then 'Absorcion

```

Cells(i, j).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R14C2=DATOS!R30C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c &
",IF(R14C2=DATOS!R31C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 2 &
",IF(R14C2=DATOS!R32C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 4 &
",IF(R14C2=DATOS!R33C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 6 &
",IF(R14C2=DATOS!R34C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

```

Elseif i = 25 Then 'Modulo Finura

```

Cells(i, j).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R14C2=DATOS!R30C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c &
",IF(R14C2=DATOS!R31C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 2 &
",IF(R14C2=DATOS!R32C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 4 &
",IF(R14C2=DATOS!R33C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 6 &
",IF(R14C2=DATOS!R34C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 17 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

```

End If

```

Next i
Next j

```

' Grava

For j = 19 To 20

c = y + j - 19

For i = 16 To 27

If i < 24 Then

```

Cells(i, j).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
    "=IF(R14C17=DATOS!R51C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 36 & "C" & c &
",IF(R14C17=DATOS!R52C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 36 & "C" & c + 2 &
",IF(R14C17=DATOS!R53C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 36 & "C" & c + 4 &

```


' Gravilla

For j = 34 To 35

c = y + j - 34

For i = 16 To 26

If i < 23 Then

Cells(i, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"=IF(R14C32=DATOS!R71C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 56 & "C" & c & ",IF(R14C32=DATOS!R72C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 56 & "C" & c + 2 & ",IF(R14C32=DATOS!R73C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 56 & "C" & c + 4 & ",IF(R14C32=DATOS!R74C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 56 & "C" & c + 6 & ",IF(R14C32=DATOS!R75C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 56 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

Elseif i = 23 Then 'Absorcion

Cells(i, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"=IF(R14C32=DATOS!R71C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c & ",IF(R14C32=DATOS!R72C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 2 & ",IF(R14C32=DATOS!R73C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 4 & ",IF(R14C32=DATOS!R74C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 6 & ",IF(R14C32=DATOS!R75C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

Elseif i = 24 Then 'Modulo Finura

Cells(i, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"=IF(R14C32=DATOS!R71C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c & ",IF(R14C32=DATOS!R72C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 2 & ",IF(R14C32=DATOS!R73C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 4 & ",IF(R14C32=DATOS!R74C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 6 & ",IF(R14C32=DATOS!R75C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 8 & ", """")))))"

Elseif i = 25 Then '% Chancado

Cells(i, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"=IF(R14C32=DATOS!R71C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c & ",IF(R14C32=DATOS!R72C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 2 & ",IF(R14C32=DATOS!R73C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 4 & ",IF(R14C32=DATOS!R74C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 6 & ",IF(R14C32=DATOS!R75C" & y + 11 & ",DATOS!R" & i + 58 & "C" & c + 8 & ", """")))))"


```
' Gravilla
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Gravilla_Grafico").Activate
ActiveChart.Axes(xlCategory).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(3).Select
ActiveChart.PlotArea.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = "=BANDAS!$AG$16:$AG$22"
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = "=BANDAS!$AH$16:$AH$22"
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = "=BANDAS!$AI$16:$AI$22"
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = "=BANDAS!$AG$16:$AG$22"
ActiveChart.SeriesCollection(3).Values = "=BANDAS!$AF$54:$AL$54"
ActiveChart.SeriesCollection(3).XValues = "=BANDAS!$AG$16:$AG$22"
```

```
' asignar macros a botones
```

```
'Arena
```

```
' ActiveSheet.Shapes("Arena_Boton").Select
'
' ActiveSheet.Shapes.Range(Array("Arena_Boton")).Select
' Selection.OnAction = "Macro13"
'
' ActiveSheet.Shapes("Arena_Boton").Select
' Selection.OnAction = "Macro13"
'
'
```

```
'Grava
```

```
ActiveSheet.Shapes.Range(Array("Grava_Boton")).Select
Selection.OnAction = "Macro16"
```

```
'Gravilla
```

```
ActiveSheet.Shapes.Range(Array("Gravilla_Boton")).Select
Selection.OnAction = "Macro14"
```

7.3 Hoja CONTROL

7.3.1 Control de arena

```
Sub Macro20()
```

```
'
'
' CONTROL ARENA

Application.ScreenUpdating = False
Sheets("CONTROL").Select

' %%% Borrار datos

Call Macro21

Range("A20").Select
Selection.Style = "Título 2"
ActiveCell.FormulaR1C1 = Range("C4")

Range("A22").Select
Selection.Style = "Título 2"
ActiveCell.FormulaR1C1 = Range("B12")

Range("A24").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Día"

Range("A25").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Planta"

Range("A26").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Tamiz mm"

Range("A27").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "40"

Range("A28").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "20"

Range("A29").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "10"

Range("A30").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"

Range("A31").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "2.5"

Range("A32").Select
```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "1.25"

Range("A33").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.63"

Range("A34").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.315"

Range("A35").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.16"

Range("A36").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "M.Finura"

Range("A37").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Finos"

Range("A38").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Densidad SSS"

Range("A39").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Huecos árido compactado"

Range("A40").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Absorción"

Range("A41").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Equivalente de arena"

Range("A42").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim MF Sup"

Range("A43").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim MF Inf"

Range("A44").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Finos"

Range("A45").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Densidad SSS"

Range("A46").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Huecos"

Range("A47").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Absorción"

Range("A48").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Eq. Arena"

```
Range("A49").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Cálculo"
```

```
Range("A24:A41").Select  
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone  
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone  
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeTop)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlEdgeRight)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlInsideVertical)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With  
With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .ColorIndex = 0  
    .TintAndShade = 0  
    .Weight = xlThin  
End With
```

```
Range("A42:A49").Select  
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone  
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
Selection.Font.Bold = True

Range("A49").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
With Selection.Font
.Color = -16776961
.TintAndShade = 0
End With
```

```
' %%%%%%%%% DATOS %%%%%%%%%
```

```
' %%%% LÍMITES CONTROL
```

```
Lim_MF_Sup = 0.2
```

```
Lim_MF_Inf = -0.2
```

```
Lim_Finos = 3
```

```
Lim_Ab_Sup = 3
```

```
Lim_EqArena_Inf = 75
```

```
y = 24
```

```
j = 2
```

```
i = 3
```

```
aux1 = 1
```

```
Sheets("CDA").Select
```

Do While (IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i, 1)) = False) Or (aux1 = 1) ' Mientras la casilla (i,1) permanezca con datos aux1=1 , realizar:

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 1, 1)) = True Then ' Si la casilla (i,1) no tiene datos, realizar:

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 2, 1)) = True Then

```

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 3, 1)) = True Then

    If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 4, 1)) = True Then

        If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 5, 1)) = True Then
            aux1 = 0
        End If

    End If

End If

End If

End If

i = i + 1
Loop

For x = 1 To i - 1

    If (Sheets("CDA").Cells(x, 1) = Sheets("CONTROL").Cells(20, 1)) And
(Sheets("CDA").Cells(x, 4) = Sheets("CONTROL").Cells(22, 1)) Then

        ' %%% FECHA %%%
        Sheets("CDA").Select

        Cells(x, 3).Select ' Selecciona Fecha

        Selection.Copy ' Copia Fecha

        Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"

        Cells(y, j).Select ' Selecciona celda fecha (y,j)

        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _

```

```
:=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y,j+1)
```

```
' %%% PLANTA %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 2).Select ' Selecciona Planta
Selection.Copy ' Copia Fecha
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 1, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+1,j+1)
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (8,j+1)
```

```
' %%% TAMIZ 40 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 14).Select ' Selecciona Tamiz 40
Selection.Copy ' Copia
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 3, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+3,j)
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y+3,j)
```

```
' %%% TAMIZ 20 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 16).Select ' Selecciona Tamiz 20
Selection.Copy ' Copia
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
```

```

Cells(y + 4, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+4,j)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False      ' pega la fecha
en casilla (y+4,j)

' %%% TAMIZ 10 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 18).Select      ' Selecciona Tamiz 10

Selection.Copy            ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 5, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+5,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False      ' pega la
fecha en casilla (y+5,j+1)

' %%% TAMIZ 5 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 19).Select      ' Selecciona Tamiz 5

Selection.Copy            ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 6, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+6,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False      ' pega la
fecha en casilla (y+6,j+1)

' %%% TAMIZ 2.5 %%%

Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 20).Select    ' Selecciona Tamiz 2.5

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 7, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+7,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+7,j+1)

' %%% TAMIZ 1.25 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 21).Select    ' Selecciona Tamiz 1.25

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 8, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+8,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+8,j+1)

' %%% TAMIZ 0.63 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 22).Select    ' Selecciona Tamiz 0.63

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 9, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+9,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False

' %%% TAMIZ 0.315 %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 23).Select    ' Selecciona Tamiz 0.315
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 10, j).Select    ' Selecciona celda fecha (y+10,j+1)
Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _             :=False, Transpose:=False
'
' %%% TAMIZ 0.16 %%%

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 24).Select    ' Selecciona Tamiz 0.16
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 11, j).Select    ' Selecciona celda fecha (y+11,j+1)
Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _             :=False, Transpose:=False
'
' %%% M. Finura %%%

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 25).Select    ' Selecciona Modulo de Finura
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 12, j).Select    ' Selecciona celda fecha (y+12,j+1)
Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _             :=False, Transpose:=False
'
' %%% Finos %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 29).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 13, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False

'                          ' %%% Densidad SSS %%%

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 31).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 14, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False

' %%% Huecos compactado %%%

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 35).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 15, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False

```

```

' %%% Absorción %%%

    Sheets("CDA").Select
    Cells(x, 33).Select      ' Selecciona FXL
    Selection.Copy           ' Copia
    Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
    Cells(y + 16, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
    Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

' %%% Eq. Arena %%%

    Sheets("CDA").Select
    Cells(x, 34).Select      ' Selecciona FXL
    Selection.Copy           ' Copia
    Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
    Cells(y + 17, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
    Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

' %%% Límites %%%

    ' %%% Lim_MF_Sup

    Sheets("CONTROL").Select
    Cells(y + 18, j).Select

    ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_MF_Sup

    ' %%% Lim_MF_Sup

```

```

        Sheets("CONTROL").Select
        Cells(y + 19, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_MF_Inf

' %%% Lim_Finos

        Sheets("CONTROL").Select
        Cells(y + 20, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Finos

' %%% Lim_Absorción

        Sheets("CONTROL").Select
        Cells(y + 23, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Ab_Sup

' %%% Lim_Eq. Arena

        Sheets("CONTROL").Select
        Cells(y + 24, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_EqArena_Inf

' %%% Calculo

If j >= 3 Then

```

Sheets("CONTROL").Select

Cells(y + 25, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-13]C-R[-13]C[-1]"

End If

j = j + 1

End If

Next x

' %%% GRAFICOS

Sheets("CONTROL").Select

' %% Mostrar graficos

Cells.Select

Selection.EntireRow.Hidden = False

' %%% MF

ActiveSheet.ChartObjects("MF").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy

Range("B58").Select
ActiveSheet.Paste

ActiveChart.Parent.Name = "MF_Arena"

```
ActiveSheet.ChartObjects("MF_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(49, 2),  
Cells(49, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(42, 2),  
Cells(42, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(3).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(43, 2),  
Cells(43, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select  
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(3).Select  
ActiveChart.SeriesCollection(3).Name = "=""Lim inf"""
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("MF_Arena").Activate  
ActiveChart.Axes(xlValue).MinimumScale = -0.4  
ActiveChart.Axes(xlValue).MaximumScale = 0.4
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select  
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))  
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))  
ActiveChart.SeriesCollection(3).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B46").Select
```

```
'%%% FXL
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_A").Activate  
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B75").Select  
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "FXL_Arena"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(37, 2),  
Cells(37, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(44, 2),  
Cells(44, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select  
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select  
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))  
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B73").Select
```

```
'%%%%%%%% Densidad SSS
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_A").Activate  
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B90").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "DensidadSSS_Arena"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(38, 2),  
Cells(38, j - 1))
```

```
' LIMITE PROVISORIO
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(45, 2),
Cells(45, j - 1))
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B90").Select
```

```
'%%% Huecos compactado
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_A").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B107").Select
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "Huecos_Arena"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(39, 2),
Cells(39, j - 1))
```

```
' LIMITE PROVISORIO
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(46, 2),
Cells(46, j - 1))
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B107").Select
```

'%%% Absorcion

```
ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_A").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B124").Select
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "Absorcion_Arena"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(40, 2),
Cells(40, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(47, 2),
Cells(47, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B124").Select
```

```
'%% Eq. Arena
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("EqArena_A").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B141").Select
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "EqArena_Arena"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("EqArena_Arena").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(41, 2),
Cells(41, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(48, 2),
Cells(48, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim inf"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
' %% ocultar gráficos
'
```

```
Rows("186:306").Select
Selection.EntireRow.Hidden = True
```

```
Range("A11").Select
```

```
End Sub
```

[illegible]

ActiveCell.FormulaR1C1 = "10"

Range("A30").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"

Range("A31").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "2.5"

Range("A32").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "1.25"

Range("A33").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.63"

Range("A34").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.315"

Range("A35").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.16"

Range("A36").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "M.Finura"

Range("A37").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Finos"

Range("A38").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Chancada"

Range("A39").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Forma"

Range("A40").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Densidad SSS"

Range("A41").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Huecos árido compactado"

Range("A42").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Absorción"

Range("A43").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Unif Inf"

Range("A44").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Unif Sup"

Range("A45").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Finos"

Range("A46").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Chanc"

Range("A47").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "LimFForma"

Range("A48").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Densidad SSS"

Range("A49").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Huecos"

Range("A50").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Absorción"

Range("A51").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Cálculo"

Range("A24:A42").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0
 .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0
 .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0
 .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0
 .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlInsideVertical)
 .LineStyle = xlContinuous

```

        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
    With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
' %%%
    Range("A43:A51").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
    Selection.Font.Bold = True

    Range("A51").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium

```

```
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
With Selection.Font
    .Color = -16776961
    .TintAndShade = 0
End With
```

```
Range("A24").Select
```

```
' %%% ÍMITES CONTROL
```

```
Lim_Unif_sup = -7
```

```
Lim_Unif_inf = 7
```

```
Lim_Finos = 0.5
```

```
Lim_Chanc = 50
```

```
LimFForma = 80
```

```
Lim_Ab_Sup = 3
```

```
y = 24
```

```
j = 2
```

```
i = 3
```

```
aux1 = 1
```

```

Sheets("CDA").Select
Do While (IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i, 1)) = False) Or (aux1 = 1) ' Mientras la casilla
(i,1) permanezca con datos aux1=1 , realizar:

```

```

    If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 1, 1)) = True Then ' Si la casilla (i,1) no tiene
datos, realizar:

```

```

        If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 2, 1)) = True Then

```

```

            If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 3, 1)) = True Then

```

```

                If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 4, 1)) = True Then

```

```

                    If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 5, 1)) = True Then
                        aux1 = 0

```

```

                    End If

```

```

                End If

```

```

            End If

```

```

        End If

```

```

    End If

```

```

    i = i + 1
Loop

```

```

MsgBox i

```

```

For x = 1 To i - 1

```

```

    If Sheets("CDA").Cells(x, 4) = Sheets("CONTROL").Cells(22, 1) And
(Sheets("CDA").Cells(x, 1) = Sheets("CONTROL").Cells(20, 1)) Then

```

```

        ' %%% FECHA %%%

```

```

        Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 3).Select ' Selecciona Fecha

Selection.Copy      ' Copia Fecha

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y,j)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False      ' pega la
fecha en casilla (y,j+1)

' %%% PLANTA %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 2).Select ' Selecciona Planta

Selection.Copy      ' Copia Fecha

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 1, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+1,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False      ' pega la
fecha en casilla (8,j+1)

' %%% TAMIZ 40 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 14).Select      ' Selecciona Tamiz 40

Selection.Copy      ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 3, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+3,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False      ' pega la
fecha en casilla (y+3,j+1)

' %%% TAMIZ 20 %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 16).Select    ' Selecciona Tamiz 20
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 4, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+4,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+4,j+1)
' %%% TAMIZ 10 %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 18).Select    ' Selecciona Tamiz 10
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 5, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+5,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+5,j+1)
' %%% TAMIZ 5 %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 19).Select    ' Selecciona Tamiz 5
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 6, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+6,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _

```

```
:=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y+6,j+1)
```

```
' %%% TAMIZ 2.5 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 20).Select ' Selecciona Tamiz 2.5
Selection.Copy ' Copia
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 7, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+7,j+1)
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y+7,j+1)
```

```
' %%% TAMIZ 1.25 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 21).Select ' Selecciona Tamiz 1.25
Selection.Copy ' Copia
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 8, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+8,j+1)
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y+8,j+1)
```

```
' %%% TAMIZ 0.63 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
Cells(x, 22).Select ' Selecciona Tamiz 0.63
Selection.Copy ' Copia
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
```

```

Cells(y + 9, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+9,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _                :=False, Transpose:=False

' %%% TAMIZ 0.315 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 23).Select      ' Selecciona Tamiz 0.315

Selection.Copy            ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 10, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+10,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _                :=False, Transpose:=False

' %%% TAMIZ 0.16 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 24).Select      ' Selecciona Tamiz 0.16

Selection.Copy            ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 11, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+11,j+1)

Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _                :=False, Transpose:=False

' %%% M. Finura %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 25).Select      ' Selecciona Modulo de Finura

Selection.Copy            ' Copia

Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

```

```

Cells(y + 12, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+12,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False

```

' %%% Finos %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 29).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 13, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False

```

' %%% Chancados %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 40).Select      ' Selecciona Chancados
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 14, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False

```

' %%% Forma %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 41).Select      ' ' Selecciona Forma
Selection.Copy           ' Copia

```

```

        Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
        Cells(y + 15, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
        Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

```

' %%% Densidad SSS %%%

```

        Sheets("CDA").Select
        Cells(x, 31).Select      ' Selecciona FXL
        Selection.Copy            ' Copia
        Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
        Cells(y + 16, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
        Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

```

' %%% Huecos compactado %%%

```

        Sheets("CDA").Select
        Cells(x, 35).Select      ' Selecciona FXL
        Selection.Copy            ' Copia
        Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
        Cells(y + 17, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
        Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

```

' %%% Absorción %%%

```

        Sheets("CDA").Select
        Cells(x, 33).Select      ' Selecciona FXL

```

```

Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 18, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               :=False, Transpose:=False

```

```

' %%% Límites %%%

```

```

' %%% Lim_Unif_sup

```

```

Sheets("CONTROL").Select

```

```

Cells(y + 19, j).Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Unif_sup

```

```

' %%% Lim_Unif_inf

```

```

Sheets("CONTROL").Select

```

```

Cells(y + 20, j).Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Unif_inf

```

```

' %%% Lim_Finos

```

```

Sheets("CONTROL").Select

```

```

Cells(y + 21, j).Select

```

```

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Finos

```

```
' %%% Lim_Chanc
```

```
Sheets("CONTROL").Select
```

```
Cells(y + 22, j).Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Chanc
```

```
' %%% LimFForma
```

```
Sheets("CONTROL").Select
```

```
Cells(y + 23, j).Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = LimFForma
```

```
' %%% Lim_Absorción
```

```
Sheets("CONTROL").Select
```

```
Cells(y + 26, j).Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Ab_Sup
```

```
' %%% Calculo
```

```
If j >= 3 Then
```

```
Sheets("CONTROL").Select
```

```
Cells(y + 27, j).Select
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = Cells(y + 4, j) - Cells(y + 4, j - 1)
```

```
End If
```

```
j = j + 1
```

```

    End If

Next x

' %%% GRAFICOS

    Sheets("CONTROL").Select

    ' %% Mostrar graficos

Cells.Select

Selection.EntireRow.Hidden = False

'%%% Uniformidad

ActiveSheet.ChartObjects("Uniformidad").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy

Range("B58").Activate
ActiveSheet.Paste

ActiveChart.Parent.Name = "Uniformidad_Grava"

ActiveSheet.ChartObjects("Uniformidad_Grava").Activate

    ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(51, 2),
Cells(51, j - 1))

    ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(43, 2),
Cells(43, j - 1))

    ActiveChart.SeriesCollection(3).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(44, 2),
Cells(44, j - 1))

    ActiveChart.Axes(xlValue).AxisTitle.Select
    ActiveChart.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Text = _
        "% Que pasa por Tamiz 20 mm"

```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(3).Select
ActiveChart.SeriesCollection(3).Name = "=""Lim inf"""
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(3).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

'%% FXL

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B75").Activate
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "FXL_Grava"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_Grava").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(37, 2),
Cells(37, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(45, 2),
Cells(45, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

'EJE X

```

ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))

```

' %%% Chancadas

```

ActiveSheet.ChartObjects("Chancadas").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy

```

```

Range("B90").Activate
ActiveSheet.Paste

```

```

ActiveChart.Parent.Name = "Chancadas_Grava"

```

```

ActiveSheet.ChartObjects("Chancadas_Grava").Activate

```

```

ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(38, 2),
Cells(38, j - 1))

```

```

ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(46, 2),
Cells(46, j - 1))

```

```

ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim inf""

```

'EJE X

```

ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))

```

' %%% FForma

```

ActiveSheet.ChartObjects("FForma").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy

```

```
Range("B106").Activate
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "FForma_Grava"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FForma_Grava").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(39, 2),
Cells(39, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(47, 2),
Cells(47, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim inf"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
'%%% Densidad SSS
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B124").Select
```

```
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "DensidadSSS_Grava"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_Grava").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(40, 2),
Cells(40, j - 1))
```

```
' LIMITE PROVISORIO
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(48, 2),
Cells(48, j - 1))
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B124").Select
```

```
'%%% Huecos compactado
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B140").Select
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "Huecos_Grava"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_Grava").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(41, 2),
Cells(41, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(49, 2),
Cells(49, j - 1))
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

Range("B140").Select

'%% Absorcion

```
ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B156").Select
ActiveSheet.Paste
```

ActiveChart.Parent.Name = "Absorcion_Grava"

ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_Grava").Activate

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(42, 2),
Cells(42, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(50, 2),
Cells(50, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B156").Select
```

```
' %%% ocultar gráficos
```

```
Rows("186:306").Select  
Selection.EntireRow.Hidden = True
```

```
Range("A11").Select
```

```
End Sub
```

7.3.3 Control Gravilla

```
Sub Macro23()  
,  
' CONTROL GRAVILLA  
,  
Application.ScreenUpdating = False  
,
```

```
Sheets("CONTROL").Select
```

```
"%%%% Borrار datos
```

```
Call Macro21
```

```
' Planta  
Range("A20").Select  
Selection.Style = "Título 2"  
ActiveCell.FormulaR1C1 = Range("C4")
```

```
' Tipo de Árido
```

```
Range("A22").Select  
Selection.Style = "Título 2"  
ActiveCell.FormulaR1C1 = Range("F9")
```

```
Range("A24").Select
```

ActiveCell.FormulaR1C1 = "Día"

Range("A25").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Planta"

Range("A26").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "tamiz mm"

Range("A27").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "40"

Range("A28").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "20"

Range("A29").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "10"

Range("A30").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"

Range("A31").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "2.5"

Range("A32").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "1.25"

Range("A33").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.63"

Range("A34").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.315"

Range("A35").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.16"

Range("A36").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "M.Finura"

Range("A37").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Finos"

Range("A38").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Chancada"

Range("A39").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Forma"

Range("A40").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Densidad SSS"

Range("A41").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = "Huecos árido compactado"

Range("A42").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Absorción"

Range("A43").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Unif Inf"

Range("A44").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Unif Sup"

Range("A45").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Finos"

Range("A46").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Chanc"

Range("A47").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "LimFForma"

Range("A48").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Densidad SSS"

Range("A49").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Huecos"

Range("A50").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Lim Absorción"

Range("A51").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Cálculo"

Range("A24:A42").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0
 .Weight = xlThin
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
 .LineStyle = xlContinuous
 .ColorIndex = 0
 .TintAndShade = 0

```

        .Weight = xlThin
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
    With Selection.Borders(xlInsideVertical)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
    With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlThin
    End With
' %%
    Range("A43:A51").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0

```

```
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
Selection.Font.Bold = True
```

```
Range("A51").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.ColorIndex = 0
.TintAndShade = 0
.Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone
With Selection.Font
.Color = -16776961
.TintAndShade = 0
End With
```

```
Range("A24").Select
```

```
' %%% ÍMITES CONTROL
```

```
Lim_Unif_sup = -6
```

Lim_Unif_inf = 6

Lim_Finos = 0.5

Lim_Chanc = 50

LimFForma = 80

Lim_Ab_Sup = 3

y = 24

j = 2

i = 3

aux1 = 1

Sheets("CDA").Select

Do While (IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i, 1)) = False) Or (aux1 = 1) ' Mientras la casilla (i,1) permanezca con datos aux1=1 , realizar:

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 1, 1)) = True Then ' Si la casilla (i,1) no tiene datos, realizar:

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 2, 1)) = True Then

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 3, 1)) = True Then

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 4, 1)) = True Then

If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 5, 1)) = True Then
aux1 = 0

End If

End If

End If

End If

End If

```

i = i + 1
Loop

For x = 1 To i - 1

    If Sheets("CDA").Cells(x, 4) = Sheets("CONTROL").Cells(22, 1) And
    (Sheets("CDA").Cells(x, 1) = Sheets("CONTROL").Cells(20, 1)) Then

        ' %%% FECHA %%%

        Sheets("CDA").Select
        Cells(x, 3).Select ' Selecciona Fecha
        Selection.Copy      ' Copia Fecha
        Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
        Cells(y, j).Select   ' Selecciona celda fecha (y,j)
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               ' pega la
:=False, Transpose:=False  fecha en casilla (y,j+1)

        ' %%% PLANTA %%%

        Sheets("CDA").Select
        Cells(x, 2).Select ' Selecciona Planta

        Selection.Copy      ' Copia Fecha
        Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
        Cells(y + 1, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+1,j+1)
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _               ' pega la
:=False, Transpose:=False  fecha en casilla (8,j+1)

        ' %%% TAMIZ 40 %%%

        Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 14).Select    ' Selecciona Tamiz 40

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 3, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+3,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+3,j+1)

' %%% TAMIZ 20 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 16).Select    ' Selecciona Tamiz 20

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 4, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+4,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+4,j+1)

' %%% TAMIZ 10 %%%

Sheets("CDA").Select

Cells(x, 18).Select    ' Selecciona Tamiz 10

Selection.Copy          ' Copia

Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"

Cells(y + 5, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+5,j+1)

Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+5,j+1)

```

' %%% TAMIZ 5 %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 19).Select    ' Selecciona Tamiz 5
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 6, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+6,j+1)
Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+6,j+1)

```

' %%% TAMIZ 2.5 %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 20).Select    ' Selecciona Tamiz 2.5
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 7, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+7,j+1)
Selection.PasteSpecial    Paste:=xlPasteValues,    Operation:=xlNone,
SkipBlanks _              :=False, Transpose:=False    ' pega la
fecha en casilla (y+7,j+1)

```

' %%% TAMIZ 1.25 %%%

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 21).Select    ' Selecciona Tamiz 1.25
Selection.Copy          ' Copia
Sheets("CONTROL").Select    ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 8, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+8,j+1)

```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False ' pega la
fecha en casilla (y+8,j+1)
```

```
' %%% TAMIZ 0.63 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
```

```
Cells(x, 22).Select ' Selecciona Tamiz 0.63
```

```
Selection.Copy ' Copia
```

```
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
```

```
Cells(y + 9, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+9,j+1)
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False
```

```
' %%% TAMIZ 0.315 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
```

```
Cells(x, 23).Select ' Selecciona Tamiz 0.315
```

```
Selection.Copy ' Copia
```

```
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
```

```
Cells(y + 10, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+10,j+1)
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False
```

```
' %%% TAMIZ 0.16 %%%
```

```
Sheets("CDA").Select
```

```
Cells(x, 24).Select ' Selecciona Tamiz 0.16
```

```
Selection.Copy ' Copia
```

```
Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"
```

```
Cells(y + 11, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+11,j+1)
```

```

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False

```

' %%% M. Finura %%%

```

Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 25).Select ' Selecciona Modulo de Finura

```

```

Selection.Copy ' Copia

```

```

Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"

```

```

Cells(y + 12, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+12,j+1)

```

```

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False

```

' %%% Finos %%%

```

Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 29).Select ' Selecciona FXL

```

```

Selection.Copy ' Copia

```

```

Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"

```

```

Cells(y + 13, j).Select ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)

```

```

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _ :=False, Transpose:=False

```

' %%% Chancados %%%

```

Sheets("CDA").Select

```

```

Cells(x, 40).Select ' Selecciona Chancados

```

```

Selection.Copy ' Copia

```

```

Sheets("CONTROL").Select ' Selecciona pestaña "CONTROL"

```

```

Cells(y + 14, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False
' %%% Forma %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 41).Select      ' Selecciona Forma
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 15, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False
' %%% Densidad SSS %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 31).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia
Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"
Cells(y + 16, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)
Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks_:=False, Transpose:=False
' %%% Huecos compactado %%%

```

```

Sheets("CDA").Select
Cells(x, 35).Select      ' Selecciona FXL
Selection.Copy           ' Copia

```

```

        Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

        Cells(y + 17, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)

        Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

        ' %%% Absorción %%%

        Sheets("CDA").Select

        Cells(x, 33).Select      ' Selecciona FXL

        Selection.Copy      ' Copia

        Sheets("CONTROL").Select      ' Selecciona pestaña "CONTROL"

        Cells(y + 18, j).Select      ' Selecciona celda fecha (y+13,j+1)

        Selection.PasteSpecial      Paste:=xlPasteValues,      Operation:=xlNone,
SkipBlanks _      :=False, Transpose:=False

        ' %%% Límites %%%

        ' %%% Lim_Unif_sup

        Sheets("CONTROL").Select

        Cells(y + 19, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Unif_sup

        ' %%% Lim_Unif_inf

        Sheets("CONTROL").Select

        Cells(y + 20, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Unif_inf

```

```

' %%% Lim Finos

Sheets("CONTROL").Select
Cells(y + 21, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Finos


' %%% Lim_Chanc

Sheets("CONTROL").Select
Cells(y + 22, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Chanc


' %%% LimFForma

Sheets("CONTROL").Select
Cells(y + 23, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = LimFForma


' %%% Lim_Absorción

Sheets("CONTROL").Select
Cells(y + 26, j).Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = Lim_Ab_Sup


' %%% Calculo
If j >= 3 Then

```

```

        Sheets("CONTROL").Select
        Cells(y + 27, j).Select

        ActiveCell.FormulaR1C1 = Cells(y + 5, j) - Cells(y + 5, j - 1)

    End If

    j = j + 1
End If

Next x

' %%% GRAFICOS

    Sheets("CONTROL").Select
    ' %% Mostrar graficos

    Cells.Select

    Selection.EntireRow.Hidden = False

    '%%% Uniformidad

    ActiveSheet.ChartObjects("Uniformidad").Activate
    ActiveChart.ChartArea.Copy

    Range("B58").Activate
    ActiveSheet.Paste

    ActiveChart.Parent.Name = "Uniformidad_Gravilla"

    ActiveSheet.ChartObjects("Uniformidad_Gravilla").Activate

```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(51, 2),
Cells(51, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(43, 2),
Cells(43, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(3).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(44, 2),
Cells(44, j - 1))
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).AxisTitle.Select
ActiveChart.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Text = _
"% Que pasa por Tamiz 10 mm"
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(3).Select
ActiveChart.SeriesCollection(3).Name = "=""Lim inf"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(3).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
'%% FXL
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B75").Activate
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "FXL_Gravilla"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FXL_Gravilla").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(37, 2),
Cells(37, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(45, 2),
Cells(45, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
' %%% Chancadas
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Chancadas").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B90").Activate
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "Chancadas_Gravilla"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Chancadas_Gravilla").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(38, 2),
Cells(38, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(46, 2),
Cells(46, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim inf"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
' %%% FForma
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FForma").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B106").Activate
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "FForma_Gravilla"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("FForma_Gravilla").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(39, 2),
Cells(39, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(47, 2),
Cells(47, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim inf"""
```

```
'EJE X
```

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
'%%% Densidad SSS
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B124").Select
```

ActiveSheet.Paste

ActiveChart.Parent.Name = "DensidadSSS_Gravilla"

ActiveSheet.ChartObjects("DensidadSSS_Gravilla").Activate

ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(40, 2), Cells(40, j - 1))

ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(48, 2), Cells(48, j - 1))

'EJE X

ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2), Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2), Cells(24, j - 1))

Range("B124").Select

'%%% Huecos compactado

ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy

Range("B140").Select
ActiveSheet.Paste

ActiveChart.Parent.Name = "Huecos_Gravilla"

ActiveSheet.ChartObjects("Huecos_Gravilla").Activate

ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(41, 2), Cells(41, j - 1))

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(49, 2),
Cells(49, j - 1))
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B140").Select
```

'%%% Absorcion

```
ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_G").Activate
ActiveChart.ChartArea.Copy
```

```
Range("B156").Select
ActiveSheet.Paste
```

```
ActiveChart.Parent.Name = "Absorcion_Gravilla"
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Absorcion_Gravilla").Activate
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(1).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(42, 2),
Cells(42, j - 1))
```

' LIMITE PROVISORIO

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Values = Sheets("CONTROL").Range(Cells(50, 2),
Cells(50, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).Select
ActiveChart.SeriesCollection(2).Name = "=""Lim sup"""
```

'EJE X

```
ActiveChart.Axes(xlValue).MajorGridlines.Select
ActiveChart.SeriesCollection(1).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),
Cells(24, j - 1))
```

```
ActiveChart.SeriesCollection(2).XValues = Sheets("CONTROL").Range(Cells(24, 2),  
Cells(24, j - 1))
```

```
Range("B156").Select
```

```
' %% ocultar gráficos
```

```
Rows("186:306").Select  
Selection.EntireRow.Hidden = True
```

```
Range("A11").Select
```

```
End Sub
```

7.4 Hoja CALENDARIO

```
Sub Macro24()
```

```
,
```

```
' CALENDARIO
```

```
,
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
" BORRAR
```

```
,
```

```
Call Macro25
```

```
Sheets("CALENDARIO").Select
```

```
' %% Cuadro
```

```
Range("E19").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Fecha"  
Range("F19").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Tipo de árido"  
Range("G19").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Tipo de ensayo"  
Range("H19").Select  
ActiveCell.FormulaR1C1 = "N°"
```

```
Sheets("CALENDARIO").Select
```

```

    If Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 3) > Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 7) Then
        MsgBox (" Fecha inicial debe ser menor que la fecha final")

    End

End If

' %%%%%%%%%% NUMERO DE DATOS

i = 3

aux1 = 1
Do While (IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i, 1)) = False) Or (aux1 = 1) ' Mientras la
casilla (i,1) permanezca con datos aux1=1 , realizar:

    If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 1, 1)) = True Then ' Si la casilla (i,1) no tiene
datos, realizar:

        If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 2, 1)) = True Then

            If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 3, 1)) = True Then

                If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 4, 1)) = True Then

                    If IsEmpty(Sheets("CDA").Cells(i + 5, 1)) = True Then
                        aux1 = 0
                    End If

                End If

            End If

        End If

    End If

End If

End If

End If

i = i + 1
Loop

'%%% BUSCAR LIMITES

```

r1 = 0

r2 = 0

' %% Limites primera fecha

For j = 3 To i - 1

If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 3) Then

j1 = j

r1 = r1 + 1

End If

If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 3) Then

k1 = j

End If

Next j

lim_inf1 = j1 - r1 + 1 ' % Numero fecha menor

lim_sup1 = k1 ' % Numero fecha mayor

' %% Limites segunda fecha

For j = 3 To i - 1

If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 7) Then

j2 = j

r2 = r2 + 1

End If

If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 7) Then

k2 = j

End If

Next j

lim_inf2 = j2 - r2 + 1 ' % Numero fecha menor

lim_sup2 = k2 ' % Numero fecha mayor

i = 0

For fecha = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 3) To Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 7)
Step 1

i = i + 1
x = 0

Sheets("CALENDARIO").Select

' columna fechas

Cells(19 + i, 5).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = fecha
Selection.NumberFormat = "m/d/yyyy"

For j = lim_inf1 To lim_sup1

 If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = fecha Then

```

' Selección por tipo de árido

If Sheets("CDA").Cells(j, 4) = Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 3) Then

    ' Selección por tipo de control

    If Sheets("CDA").Cells(j, 6) = Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 7)
Then
        If Sheets("CDA").Cells(j, 1) = Sheets("CALENDARIO").Cells(4,
3) Then

            x = x + 1

        End If

    End If

End If

End If

End If

Next j

If lim_inf1 <> lim_inf2 Then

    For j = lim_inf2 To lim_sup2

        If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = fecha Then

            ' Selección por tipo de árido

            If Sheets("CDA").Cells(j, 4) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 3) Then

                ' Selección por tipo de control

                If Sheets("CDA").Cells(j, 6) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 7) Then

```

```

        If Sheets("CDA").Cells(j, 1) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(4, 3) Then

            x = x + 1

        End If

    End If

End If

End If

Next j

For j = lim_sup1 + 1 To lim_inf2 - 1

    If Sheets("CDA").Cells(j, 3) = fecha Then

        ' Selección por tipo de árido

        If Sheets("CDA").Cells(j, 4) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 3) Then

            ' Selección por tipo de control

            If Sheets("CDA").Cells(j, 6) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 7) Then

                If Sheets("CDA").Cells(j, 1) =
Sheets("CALENDARIO").Cells(4, 3) Then

                    x = x + 1

                End If

            End If

        End If

    End If

End If

```

End If

End If

Next j

End If

```
'Tipo de árido
Cells(19 + i, 6).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 3)
```

```
' Tipo de control
Cells(19 + i, 7).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = Sheets("CALENDARIO").Cells(8, 7)
```

```
' N°
```

```
Cells(19 + i, 8).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = x
```

```
' Color
```

```
If Cells(19 + i, 8) > 0 Then
```

```
Range(Cells(19 + i, 5), Cells(19 + i, 8)).Select
```

```
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorAccent6
    .TintAndShade = 0.599993896298105
    .PatternTintAndShade = 0
```

```
End With
```

```
End If
```

```
Range("G18").Select
```

```
,
```

```
Next fecha
```

' marco

x = Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 7) - Sheets("CALENDARIO").Cells(6, 3)

Range(Cells(20, 5), Cells(20 + x, 8)).Select

Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone

Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone

With Selection.Borders(xlEdgeLeft)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

With Selection.Borders(xlEdgeTop)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

With Selection.Borders(xlEdgeBottom)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

With Selection.Borders(xlEdgeRight)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

With Selection.Borders(xlInsideVertical)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)

.LineStyle = xlContinuous

.ColorIndex = 0

.TintAndShade = 0

.Weight = xlThin

End With

Range("E19").Select

Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone

Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone

With Selection.Borders(xlEdgeLeft)

```

        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone

    Range("F19").Select
    Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0

```

```

    .Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone

```

```

Range("G19").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone

```

```

Range("H19").Select
Selection.Borders(xlDiagonalDown).LineStyle = xlNone
Selection.Borders(xlDiagonalUp).LineStyle = xlNone
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ColorIndex = 0
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)

```

```

        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .ColorIndex = 0
        .TintAndShade = 0
        .Weight = xlMedium
    End With
    Selection.Borders(xlInsideVertical).LineStyle = xlNone
    Selection.Borders(xlInsideHorizontal).LineStyle = xlNone

```

```

Range("E19").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorAccent6
    .TintAndShade = 0.399975585192419
    .PatternTintAndShade = 0
End With

```

```

Range("F19").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorAccent6
    .TintAndShade = 0.399975585192419
    .PatternTintAndShade = 0
End With

```

```

Range("G19").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorAccent6
    .TintAndShade = 0.399975585192419
    .PatternTintAndShade = 0
End With

```

```

Range("H19").Select
With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorAccent6
    .TintAndShade = 0.399975585192419
    .PatternTintAndShade = 0
End With

```

g = 20

```
Do While IsEmpty(Cells(g, 5)) = False ' mientras tenga datos hacer
```

```
g = g + 1  
Loop
```

```
g = g - 1
```

```
ActiveSheet.ChartObjects("Gráfico 1").Activate
```

```
ActiveChart.Axes(xlCategory).Select  
ActiveChart.Axes(xlCategory).CategoryType = xlTimeScale  
ActiveChart.Axes(xlCategory).MajorUnit = 1  
Application.CommandBars("Format Object").Visible = False
```

```
ActiveChart.SeriesCollection.NewSeries  
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Name = "=CALENDARIO!$C$8"  
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Values = "=CALENDARIO!$H$20:$H$" & g  
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).XValues = "=CALENDARIO!$E$20:$E$" & g
```

```
End Sub
```