

### Anexo 3

#### Diseño de mezcla con Arena de Trituración de Conexpe 80%, Arena fina de Puerto Tejada 15% y material RCD 5%.

La empresa CONCREINSA para la elaboración de los adoquines con los materiales disponibles en la zona, adopto una mezcla del 85% de material de trituración de conexpe y 15% de arena fina de puerto tejada, estos porcentajes garantizan el cumplimiento de la norma NTC 2017 para la fabricación y comercialización de adoquines.

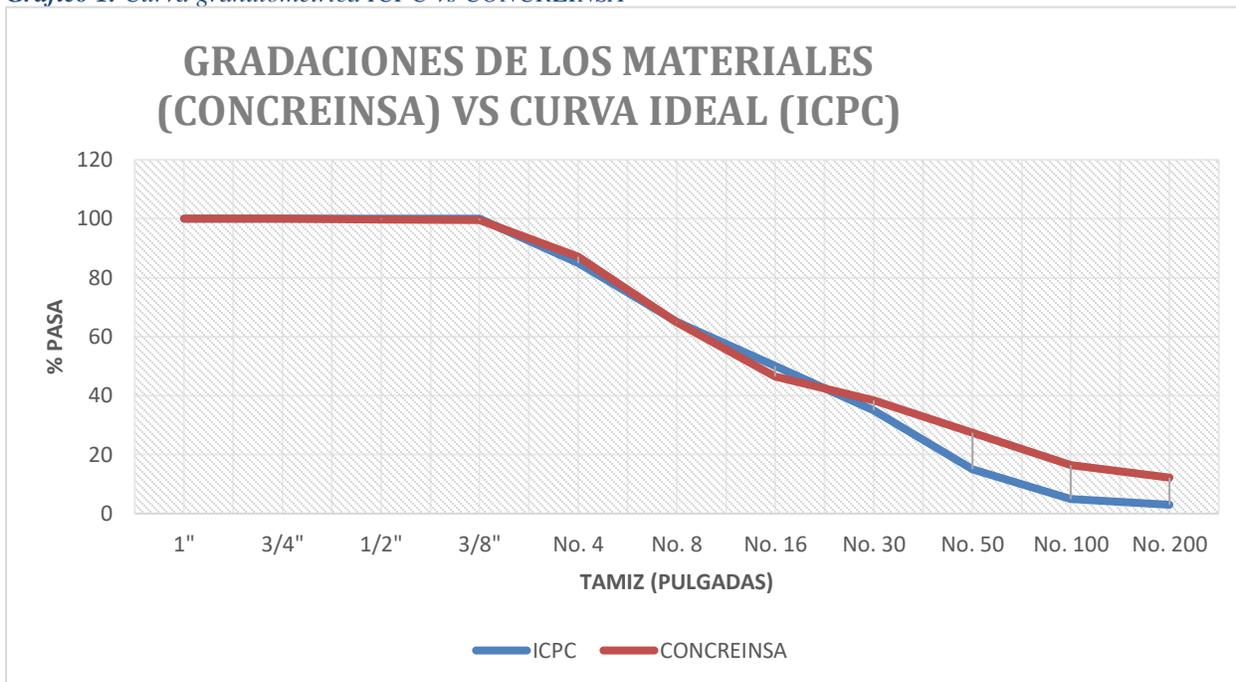
Al mezclar estos materiales con estos porcentajes se efectúa un ajuste en la granulometría recomendada por el ICPC, generando una variación en los tamices 50, 100 y 200 la cual se muestra a continuación:

**Tabla 1.** Ajuste de dosificación GRANULOMETRIA ICPC VS CONCREINSA

TAMIZ (mm)	TAMIZ (PULGADAS)	MATERIAL CONEXPE % PASA	ARENA DE PUERTO TEJADA % PASA	% PASA ICPC	% PASA CONCREINSA
25.00	1"	100	100	100	100
19.00	3/4"	100	100	100	100
12.50	1/2"	100	97,6	100	99,6
9.50	3/8"	100	97,3	100	99,5
4.76	N° 4	85,7	94,7	85	87,1
2.38	N° 8	60,2	91,1	65	64,8
1.19	N° 16	40	83	50	46,4
0.60	N° 30	32,3	72,7	35	38,3
0.30	N° 50	24,7	43,1	15	27,4
0.15	N° 100	17,8	8,8	5	16,4
0.07	N° 200	13,5	4,8	3	12,19

Fuente: Grupo Investigador. 2023

Gráfico 1. Curva granulométrica ICPC vs CONCREINSA



Fuente: Grupo Investigador. 2023

Tomando como base la granulometría adoptada por la empresa CONCREINSA se muestra los diseños y resultados en la fabricación de adoquines con tres materiales.

**Diseño de mezcla con Arena de Trituración de Conexpe 80%, Arena fina de Puerto Tejada 15% y material RCD 5%.**

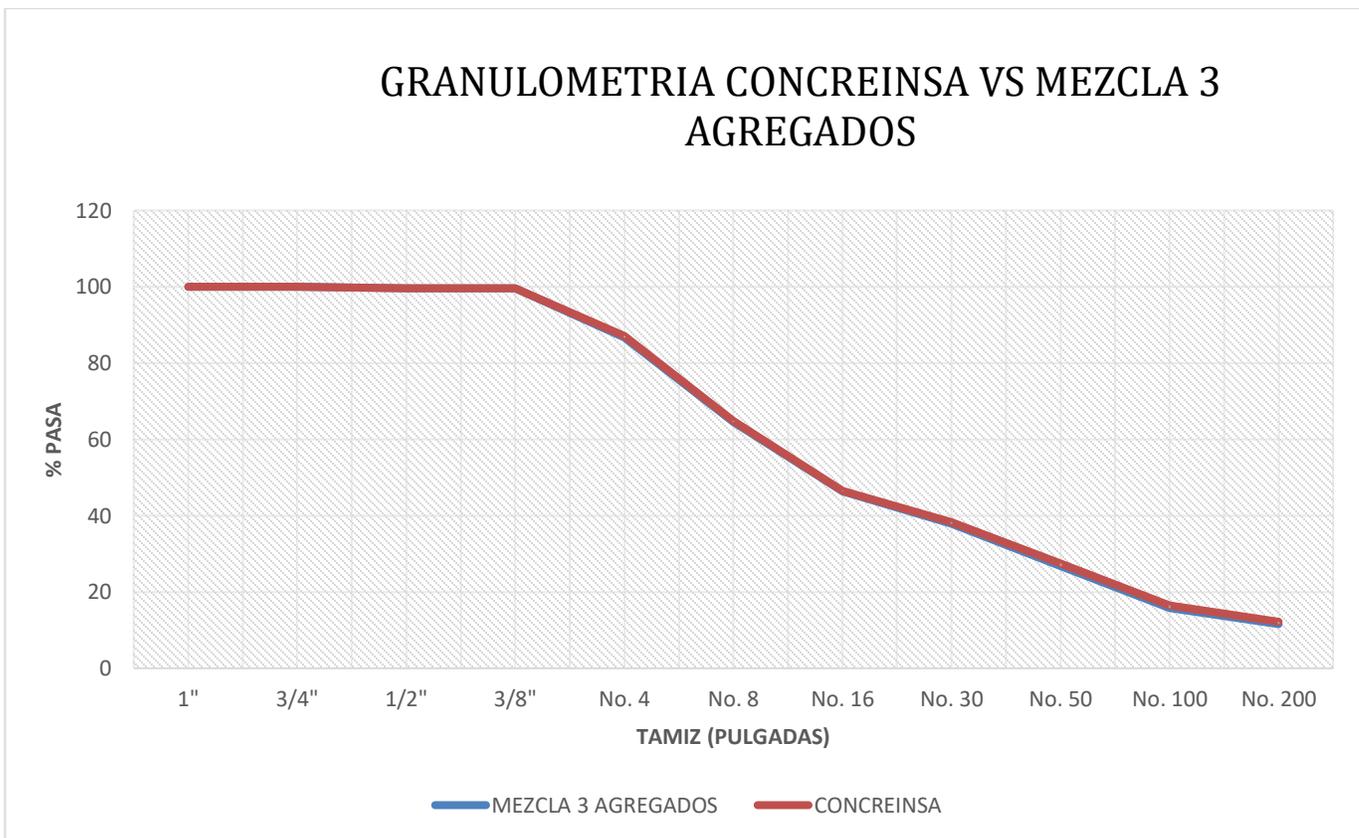
Tabla 2. Ajuste de dosificación CONEXPE 80%, ARENA PUERTO 15% Y RCD 5%

TAMIZ (mm)	TAMIZ (PULGADAS)	MATERIAL CONEXPE % PASA	ARENA DE PUERTO TEJADA % PASA	MATERIAL RCD % PASA	AJUSTE DOSIFICACIÓN % PASA
25.00	1"	100	100	100	100
19.00	3/4"	100	100	100	100
12.50	1/2"	100	97,6	100	99,64
9.50	3/8"	100	97,3	100	99,59

4.76	N° 4	85,7	94,7	79,6	86,74
2.38	N° 8	60,2	91,1	56	64,62
1.19	N° 16	40	83	38,3	46,36
0.60	N° 30	32,3	72,7	23,5	37,92
0.30	N° 50	24,7	43,1	11,4	26,79
0.15	N° 100	17,8	8,8	3,6	15,74
0.07	N° 200	13,5	4,8	1,1	11,57

Fuente: Grupo Investigador. 2023

Gráfico 2. Curva granulométrica ICPC vs CONCREINSA



Fuente: Grupo Investigador. 2023

De acuerdo con la información de pesos suministrada por la firma fabricante CONCREINSA S.A, para la elaboración de un (1) m<sup>3</sup> de concreto para la elaboración de adoquines, se requieren de los siguientes materiales, con sus pesos secos,

**Tabla 3.** Pesos secos para 1 m<sup>3</sup> de mezcla

Material	Und.	Preparada 1m <sup>3</sup>
Cemento	Kg	422,16
Agua	Kg	56,92

Fuente: Grupo Investigador. 2023

**Tabla 4.** Datos de laboratorio agregados

### DISEÑO DE MEZCLAS PARA ADOQUINES

DATOS LABORATORIO:			
1	Densidad aparente arena de trituracion de conexpe	2,726	kg/dm <sup>3</sup>
2	Densidad aparente arena de puerto tejada	2,731	kg/dm <sup>3</sup>
3	Densidad aparente arena triturada de RCD	2,703	kg/dm <sup>3</sup>
4	Humedad arena de puerto tejada	5,80	%
5	Humedad arena de conexpe	2,50	%
6	Absorción arena de puerto tejada	2,16	%
7	Absorción arena de conexpe	3,4	%
8	Densidad especifica del cemento	2,90	kg/dm <sup>3</sup>
9	Densidad especifica del agua	1,00	kg/dm <sup>3</sup>
10	Humedad arena triturada de RCD	7,20	%

Fuente: Grupo Investigador. 2023

### CALCULO DE LA CANTIDAD DE CADA AGREGADO

$$G \text{ promedio} = \frac{100}{\sum \frac{\%i}{Gi}} \quad \text{Reemplazando tenemos:}$$

$$G \text{ promedio} = \frac{100}{\frac{15,0}{2,731} + \frac{5,0}{2,70} + \frac{80,0}{2,726}} = \frac{100}{36,689318} = 2,73 \text{ Kg/dm}_3$$

A.P
A.RC
A.CON

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO DEL MATERIAL} = \frac{\text{PESO DEL MATERIAL (Kg)}}{(\text{DENSIDAD Ó PESO ESPECIFICO}) (\text{Kg/m}^3)}$$

$$\text{VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS} = \text{VOLUMEN DE LOS AGREGADOS (m}^3\text{)}$$

$$\text{VOLUMEN DE LOS AGREGADOS} = 1000 - \frac{C \text{ (Kg)}}{G_c \text{ (Kg/Dm}^3\text{)}} - \frac{A \text{ (Kg)}}{G_a \text{ (Kg/dm}^3\text{)}}$$

VOLUMEN DE LOS AGREGADOS	=	1000	-	$\frac{422,16}{2,90}$	-	$\frac{56,92}{1,00}$	=	797,5	dm <sup>3</sup>
--------------------------	---	------	---	-----------------------	---	----------------------	---	-------	-----------------

PESO DE LOS AGREGADOS (Kg)	=	VOLUMEN A PREPARAR	*	DENSIDAD PROMEDIO DEL AGREGADO (Kg/dm <sup>3</sup> )
----------------------------	---	--------------------	---	------------------------------------------------------

PESO DE LOS AGREGADOS (Kg)	=	797,50	*	2,73
----------------------------	---	--------	---	------

PESO DE LOS AGREGADOS (Kg)	=	2173,67	Kg
----------------------------	---	---------	----

PESO DEL AGREGADO PTO TEJADA (Kg)	=	2173,67	Kg	*	15 %	=	326,05	KG
-----------------------------------	---	---------	----	---	------	---	--------	----

PESO DEL AGREGADO RCD (Kg)	=	2173,67	Kg	*	5%	=	108,68	KG
----------------------------	---	---------	----	---	----	---	--------	----

PESO DEL AGREGADO CONEXPE (Kg)	=	2173,67	Kg	*	80 %	=	1738,94	KG
--------------------------------	---	---------	----	---	------	---	---------	----

**PESO DE MATERIALES**

**Tabla 5.** Proporciones

Material	Und	Peso	Proporciones
<b>Cemento</b>	Kg	422,16	<b>1,00</b>
<b>Agua</b>	Kg	56,92	<b>0,135</b>
<b>Arena del Puerto Tejada 15%</b>	Kg	326.05	<b>0,77</b>
<b>ARENA DE CONEXPE 80%</b>	Kg	1738.94	<b>4,12</b>
<b>Arena de RCD 5%</b>	Kg	108.68	<b>0,26</b>

Fuente: Grupo Investigador. 2023

CEMENTO PARA PREPARAR 25 ADOQUINES

= 9,79 Kg

**Tabla 6.** Aporte de agua

Material (1)	Proporción 78%	Masa seca (kg) (3)	Masa húmeda (kg) (4)	Agua agregados (kg) (5)	Absorción (kg) (6)	Agua libre (kg) (7)	Aporte (kg) (8)
<b>Cemento</b>	1,00	9,79					
<b>Agua</b>	0,135	1,32					
<b>Arena Puerto Tejada 15%</b>	0,77	7,56	8,00	0,44	0,163	0,28	
<b>ARENA DE CONEXPE 80%</b>	4,12	40,34	41,34	1,01	1,371	-0,36	
<b>RCD 5%</b>	0,26	2,52	2,70	0,18	0,221	-0,04	-0,13

Fuente: Grupo Investigador. 2023

AGUA TOTAL DE LA MEZCLA =	AGUA DE PASTA	-	AGUA AGREGADOS
AGUA TOTAL DE LA MEZCLA =	1,32	-	-0,13
AGUA TOTAL DE LA MEZCLA =	1,45		

**Tabla 7. Pesos secos para 25 adoquines 5% RCD – 15% Arena Fina Puerto Tejada – 80% Conexpe**

<b>Material (1)</b>	<b>Und</b>	<b>Peso</b>
<b>Cemento</b>	<b>Kg</b>	<b>9,79</b>
<b>Agua</b>	<b>Kg</b>	<b>1,45</b>
<b>Arena Puerto Tejada 15%</b>	<b>Kg</b>	<b>8,00</b>
<b>RCD 5%</b>	<b>Kg</b>	<b>2,70</b>
<b>ARENA DE CONEXPE 80%</b>	<b>Kg</b>	<b>41,34</b>

**Fuente:** Grupo Investigador. 2023