



RC 2018 xvii Reunión
del **CONCRETO**

El evento del Cemento, el Concreto y los Prefabricados



DISEÑO DE CONCRETOS ESPECIALES PARA USO EN PUERTOS

***Minor Murillo
Productos de Concreto S.A.
Costa Rica***

Contenido

- ***Descripción del proyecto***
- *Especificaciones para el diseño de mezcla*
- *Diseño de mezcla alternativo*
- *Uso en el prefabricado*
- *Conclusiones*

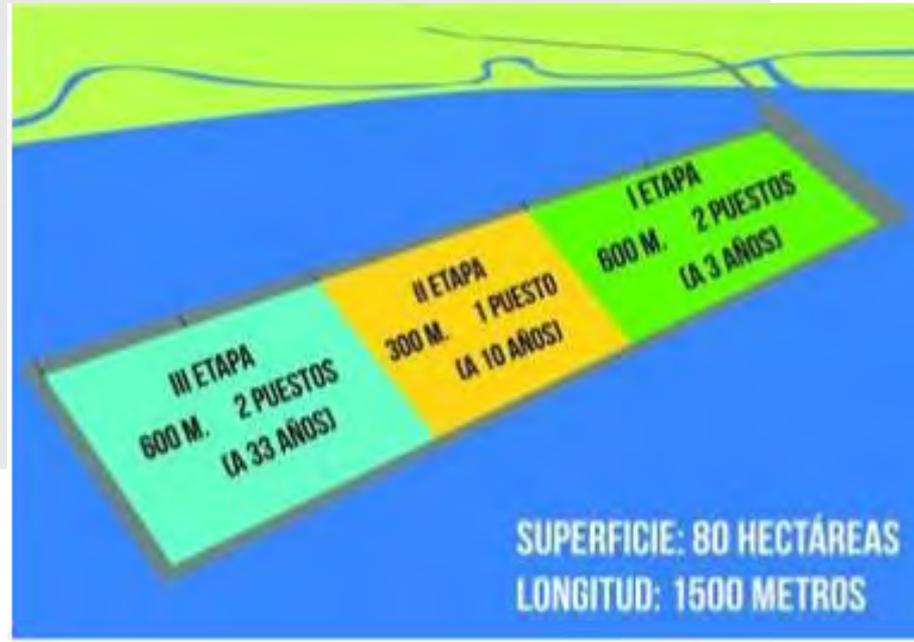
Descripción del proyecto



- **Área:** 51 100 km²
(más pequeño que San José del Guaviare)
- **Población:** 5 millones
(mucho menos que Bogotá)

Descripción del proyecto

- *El monto estimado del proyecto: \$ 956.453.273,00 USD.*



Descripción del proyecto

- *Losas pretensadas:* *1387 un*
- *Pozo de registro con tapa:* *544 un*
- *Barreras y bordillos de concreto:* *1884 un*
- *Volumen de concreto marino:* *5062 m³*
- *Volumen de concreto no marino:* *1555 m³*

Descripción del proyecto



Descripción del proyecto



Descripción del proyecto



Descripción del proyecto



Descripción del proyecto



Descripción del proyecto



Contenido

- *Descripción del proyecto*
- *Especificaciones para el diseño de mezcla*
- *Diseño de mezcla alternativo*
- *Uso en el prefabricado*
- *Conclusiones*

Especificaciones para concreto marino

- *Relación a/mc máxima:* 0,38
- *f'_c mínima de aceptación:* 35 MPa
- *f'_c mínima para destensar:* 35 MPa
- *f'_c mínima para desencofrar:* 35 MPa
- *f'_c mínima para izaje:* 35 MPa
- *Contenido mínimo de cemento:* 391 kg/m³
- *Contenido de adiciones minerales:* 43%
- *Contenido mínimo de cenizas volantes:* 15%

Especificaciones para concreto marino

- Inhibidor de corrosión:* 22,2 L/m³
- Tipo de reductor de agua de alto rango:* F o G
- Contenido de agregado fino en la combinación:* 36% a 40%
- Asentamiento mínimo sin aditivo:* 50 mm
- Asentamiento máximo con aditivo:* 200 mm
- Temperatura máxima en estado fresco:* 32°C
- Contenido de aire máximo:* 3,0%
- Máxima contracción por secado a 28 días:* 0,038%

Especificaciones para concreto marino

Combinación de agregados			
Tamiz	Abertura (mm)	Límite Inferior	Límite Superior
1 1/2"	38	100	100
1"	25	100	100
3/4"	19,3	92	100
1/2"	12,5	68	86
3/8"	9,5	57	74
#4	4,75	38	57
#8	2,36	28	46
#16	1,18	20	36
#30	0,6	14	25
#50	0,3	5	14
#100	0,15	0	5
#200	0,075	0	2
M.F.		5,46	4,43

Contenido

- *Descripción del proyecto*
- *Especificaciones para el diseño de mezcla*
- *Diseño de mezcla alternativo*
- *Uso en el prefabricado*
- *Conclusiones*

Pruebas preliminares

Identificación	Tipo de Cemento	Inhibidor (L/m ³)	HRWR (mL/kg)	Fly Ash (kg/m ³)	Contenido de cemento (kg/m ³)	Relación a/mc	Asentamiento (mm)		Resistencia a la compresión (MPa)				
							inicial	30 min	1D	3D	4D	5D	7D
PC-489	MP-AR	-	3,3	-	400	0,40	200	65	15,8	-	-	31,2	35,0
PC-490	MP-AR	22,2	3,3	-	400	0,40	180	40	18,6	-	-	36,5	40,5
PC-491	MP-AR	-	7,0	-	420	0,35	145	10	29,3	-	44,0	-	49,6
PC-492	MP-BH	-	5,3	-	555	0,35	220	160	21,8	-	36,4	-	42,7
PC-493	MP-BH	22,2	5,0	-	555	0,35	215	170	20,7	-	35,2	-	45,4
PC-498	MP-AR	-	5,0	155	400	0,30	200	80	22,9	37,9	-	45,7	-
PC-499	MP-AR	22,2	5,0	155	400	0,26	205	-	24,3	43,2	-	55,2	-
PC-502	MP-AR	-	7,0	155	555	0,31	180	0	43,4	52,3	-	-	-
PC-503	MP-AR	22,2	7,0	155	555	0,31	120	0	51,5	60,4	-	-	-
PC-531	MP-AR	-	9,0	126	324	0,38	200	0	30,2	42,5	-	51,3	-

MP-AR	Cemento modificado con puzolana de alta resistencia inicial
MP-BH	Cemento modificado con puzolana de bajo calor de hidratación

Diseño alternativo



Proyecto Hidroeléctrico Pirris, RCC, Costa Rica

- *Concreto compactado con rodillo.*
- *Cemento modificado con puzolana de bajo calor de hidratación con 50% puzolana natural.*
- *MRWR con retardo de 17 horas*

Diseño alternativo

- *Relación a/mc máxima:* 0,38
- *f'_c mínima de aceptación:* 35 MPa
- *f'_c mínima para destensar:* 35 MPa
- *f'_c mínima para desencofrar:* 35 MPa
- *f'_c mínima para izaje:* 35 MPa
- *Contenido de material cementicio:* 450 kg/m³
- *Contenido de puzolana natural:* 43%
- *Contenido mínimo de cenizas volantes:* 0%

Diseño alternativo

- *Inhibidor de corrosión***: **0 L/m³**
- *Tipo de reductor de agua de alto rango*: **F**
- *Contenido de agregado fino en la combinación*: **36% a 40%**
- *Asentamiento mínimo sin aditivo*: **50 mm**
- *Asentamiento máximo con aditivo*: **230 mm**
- *Temperatura máxima en estado fresco*: **32°C**
- *Contenido de aire máximo*: **3,0%**
- *Máxima contracción por secado a 28 días*: **0,038%**

Diseño alternativo

ID	Ubicación	Agregados	MP-BH (kg/m ³)	a/mc	HRWR (mL/kg)	Aire (%)	Densidad (kg/m ³)	Temp. inicial (°C)
PC528	Laboratorio	Piedra 19 mm Piedra 16 mm Arena natural Arena Ind. 3 mm	450	0,38	9,0	1,3	2374	29,3
PC532	Laboratorio	Piedra 19 mm Piedra 13 mm Arena natural	450	0,38	9,0	1,5	2371	26,8
PC669	Planta	Piedra 19 mm Piedra 16 mm Arena natural Arena Ind. 3 mm	450	0,36	11,0	1,1	2414	29,0
PC671	Planta	Piedra 19 mm Piedra 16 mm Arena natural Arena Ind. 3 mm	450	0,36	10,0	1,3	2386	29,0

Diseño alternativo

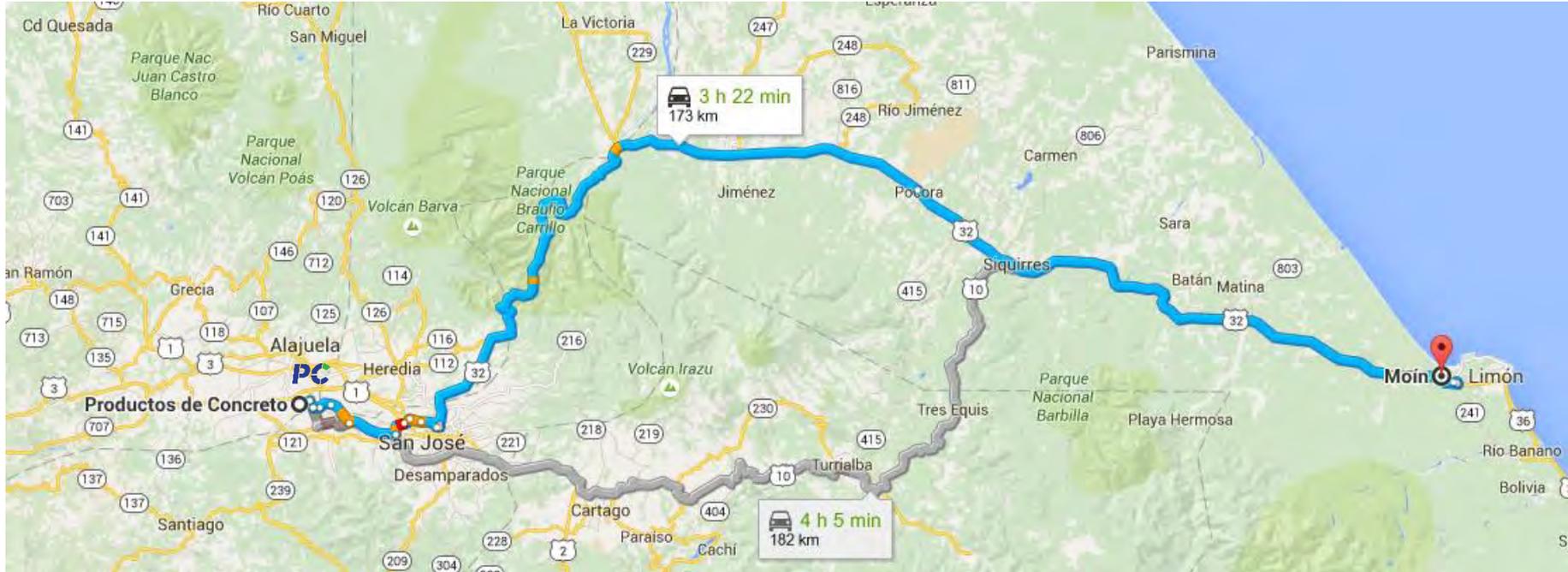
ID	Asentamiento (mm)	
	inicial	30 min
PC528	140	60
PC532	190	70
PC669	210	140
PC671	200	105

ID	Resistencia a la compresión (MPa)	
	7D	28D
PC528	37,4	60,7
PC532	38,3	52,5
PC669	49,9	60,6
PC671	44,6	56,2

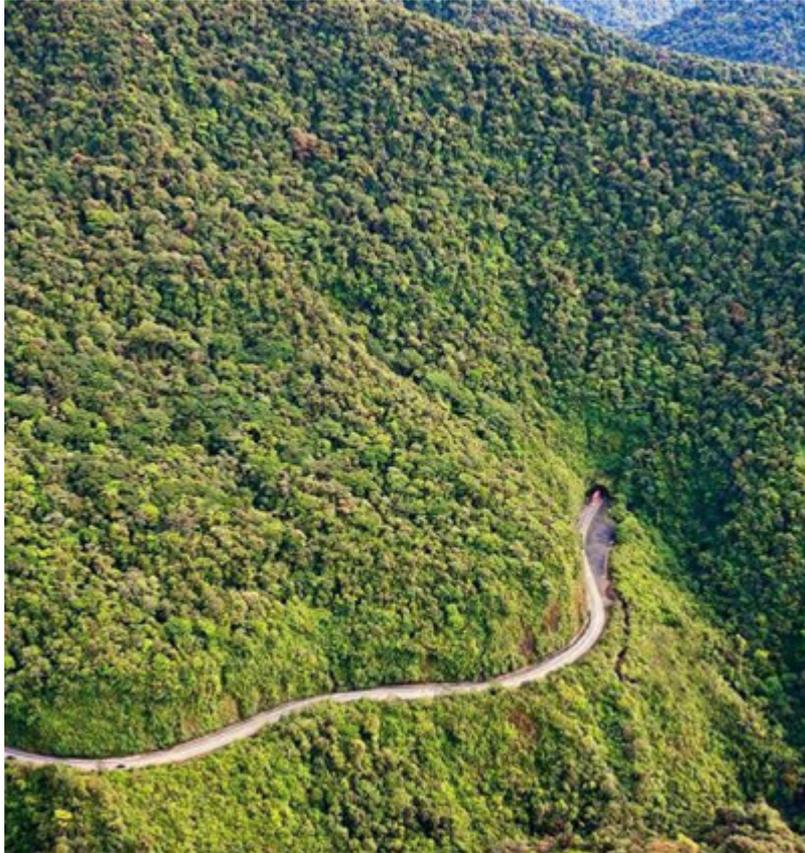
Contenido

- *Descripción del proyecto*
- *Especificaciones para el diseño de mezcla*
- *Diseño de mezcla alternativo*
- ***Uso en el prefabricado***
- *Conclusiones*

Uso en el prefabricado



Uso en el prefabricado



Uso en el prefabricado



Uso en el prefabricado

Certificación de NRMCA:

- *Estabilidad en los parámetros del diseño y dosificación*
- *Automatizar los sistemas de reporte (batching ticket)*

Certificación ACI para Ingenieros y Técnicos:

- *4 Ingenieros certificados en ensayos a los agregados, concreto fresco y resistencia.*
- *5 Técnicos certificados en ensayos a los agregados, concreto fresco y resistencia.*

Uso en el prefabricado

Certificación del PCI MNL 116 (Plantas y producción de elementos prefabricados estructurales):

- *Sistema de gestión de la calidad*
- *Prácticas de producción*
- *Materiales y accesorios*
- *Concreto*
- *Acero de refuerzo y tensado*
- *Control de calidad*
- *Tolerancias del producto*

Uso en el prefabricado

Laboratorio tercera parte:

- *Laboratorio Nacional de referencia (Estado)*
- *Disponibilidad para trabajar fuera de horario*
- *Fecha de entrega de reportes (inglés – español)*

Plazo de entrega (7 meses)

- *Lograr la resistencia de destensado a 66 horas*
- *Ciclo de producción de 72 horas*
- *Aprobación de cada uno de los elementos*

Uso en el prefabricado

No Conformidades

- *6 NCR al proceso de producción del prefabricado.*
- *2 NCR a la cementera por cambios en el cemento:*
 - *Primer paro de 3 meses*
 - *Segundo paro de 3 semanas*
- *2 NCR al proveedor de agregados*

Reacción Álcali Sílice

- *Agregados potencialmente reactivos*
- *Mecanismo de mitigación con el uso del MP-BH*

Contenido

- *Descripción del proyecto*
- *Especificaciones para el diseño de mezcla*
- *Diseño de mezcla alternativo*
- *Uso en el prefabricado*
- ***Conclusiones***

Conclusiones

Sinergia con proveedores:

- *Desarrollo del cemento para el proyecto bajo especificaciones del Contratista y el Diseñador.*
- *Desarrollo de aditivo para las características del cemento y los requerimientos del prefabricador.*
- *Estabilidad en la manufactura y suministro de los agregados para cumplir con los requisitos del proyecto.*

Conclusiones

Diseño de mezcla alternativo:

- *Se logra la aceptación de un cemento con puzolana natural.*
- *Puzolana en el cemento garantiza la uniformidad de mezcla.*
- *Se elimina la ceniza volante (disponibilidad, alto costo).*
- *Se obtiene un concreto resistente a condiciones agresivas .*
- *Uso de cuatro agregados tiene versatilidad por desajustes.*
- *El aditivo utilizado desarrolla altas resistencias iniciales.*

Conclusiones

Beneficios del prefabricado:

- *QC/QA integral estética – cumplimiento de la especificación.*
- *Controles cruzados para garantizar marchamo verde.*
- *Estandarización y estabilidad del proceso productivo.*
- *Vigilancia de variables externas.*
- *Solo 6 no conformidades durante todo el proceso.*
- *Cumplimiento con el plazo de entrega.*
- *Condiciones ambientales.*







¡MUCHAS GRACIAS!