

**VIABILIDAD DEL USO DEL CONCRETO SOBRANTE EN OBRAS PARA LA  
ELABORACIÓN DE SARDINELES PREFABRICADOS**

**DIEGO ARMANDO CALA RUGELES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**BUCARAMANGA**

**2017**

**VIABILIDAD DEL USO DEL CONCRETO SOBRANTE EN OBRAS PARA LA  
ELABORACIÓN DE SARDINELES PREFABRICADOS**

**DIEGO ARMANDO CALA RUGELES**

**Monografía presentada como requisito para optar al título de  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**Director**

**SANDRA XIMENA SALAS CALLEJAS**

**INGENIERA CIVIL, MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**BUCARAMANGA**

**2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Industrial de Santander y la Escuela de Ingeniería Civil por tener en su oferta este programa con altos estándares de calidad y un plan de estudios muy preciso a lo que buscamos los profesionales.

A los docentes por la entrega y preparación en cada uno de los temas que se trataron durante estos 5 trimestres.

A la Ing. Sandra Salas por el acompañamiento en el proceso de elaboración de este documento y las pautas dadas para culminar con éxito este programa de estudios.

A mis colegas y compañeros de estudio por las experiencias enriquecedoras en el desarrollo de la Especialización.

Gracias

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme una nueva oportunidad de aprendizaje y poder culminar con éxito esta especialización.

A mi esposa Jenny Carolina por ser el soporte en cada paso de mi vida, por la compañía, el amor, cariño y esfuerzo que cada día coloca para llevar a feliz término nuestras metas.

A mis padres Jose Alberto y Otilia por los valores inculcados, por los sacrificios que han realizado para ver a sus hijos triunfando y el amor que me han brindado.

A mi hermana Sandra Paola por su aprecio, cariño y buenos consejos recibidos.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	14
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	15
1.1 ALCANCE .....	15
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 OBRA DE ANALISIS.....	17
3.1 UBICACIÓN.....	17
3.1.1 Ubicación General .....	17
3.1.2 Ubicación Específica.....	18
3.2 CONFORMACIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL .....	18
4 ESPECIFICACIONES SARDINELES Y RECOLECCION DE DATOS PARA ANALISIS.....	25
4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SARDINELES.....	25
4.2 CANTIDADES DE SARDINELES EJECUTADOS EN OBRA.....	28
4.3 COLOCACIÓN CONCRETO EN FORMALETAS.....	32
4.4 COSTOS DE COMPRA SARDINELES .....	33
4.5 CALCULO DE CONCRETO TEÓRICO DE OBRA .....	35
4.6 CANTIDADES DE CONCRETO EJECUTADAS EN LA ESTRUCTURA DE LA OBRA	39
4.7 VOLUMEN DE CONCRETO SARDINELES .....	42
4.8 CONSUMO DE CONCRETO EN MUESTRAS Y ENSAYOS .....	43

4.9 DESPERDICIO DE CONCRETO Y COSTOS OCASIONADOS.....	47
4.10 CANTIDADES DE SARDINELES A PREFABRICAR POR CADA FUNDIDA	49
4.11 CANTIDAD DE SARDINELES A FUNDIR Y COSTOS DE LOS MISMOS ....	50
5 OBSERVACIONES GENERALES .....	55
6 CONCLUSIONES .....	56
BIBLIOGRAFIA.....	58
ANEXOS.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación general conjunto Reserva de la Loma.....	17
Figura 2. Ubicación específica conjunto Reserva de la Loma .....	18
Figura 3. Planta Arquitectónica apartamento Reserva de la Loma .....	19
Figura 4. Planta Urbanística General.....	21
Figura 5. Render portería principal .....	22
Figura 6. Render Urbanístico .....	22
Figura 7. Foto plazoleta principal – Ciclo ruta.....	23
Figura 8. Foto sendero peatonal.....	23
Figura 9. Foto zona social 1 y salón social .....	24
Figura 10. Foto juegos infantiles – cancha múltiple .....	24
Figura 11. Especificaciones sardinel A-10. 1 .....	25
Figura 12. Especificaciones sardinel A-10. 2 .....	26
Figura 13. Imagen sardinel de ingreso.....	29
Figura 14. Imagen sardinel de salida .....	30
Figura 15. Imagen Kardex de materiales MARVAL .....	33
Figura 16.Planta tipo del proyecto .....	35
Figura 17.Imagen reporte de salidas de almacén etapa 1 .....	40
Figura 18.Imagen reporte de salidas de almacén etapa 2 .....	41
Figura 19.Geometria sardinel A-10 .....	42
Figura 20. APU sardinel prefabricado en obra.....	53

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Longitud de sardineles de ingreso .....	30
Tabla 2. Longitud de sardineles de salida.....	31
Tabla 3. Total sardineles instalados Reserva de la Loma.....	31
Tabla 4. Precios de compra por unidad de sardinel.....	34
Tabla 5. Precio de compra por metro de sardinel .....	34
Tabla 6. Costo de sardineles comprados Reserva de la Loma.....	34
Tabla 7. Cantidades de concreto teórico de muros por piso.....	35
Tabla 8. Cantidades de concreto teórico de placa por piso .....	38
Tabla 9. Cantidad total de concreto requerido en obra .....	38
Tabla 10. Concreto comprado en obra etapa 1 .....	40
Tabla 11. Concreto comprado en obra etapa 2 .....	41
Tabla 12. Concreto total comprado en obra.....	41
Tabla 13. Cantidad concreto requerido para sardineles en obra .....	42
Tabla 14. Concreto requerido en obra para prueba de Slump.....	46
Tabla 15. Concreto requerido en obra para ensayos de compresión .....	46
Tabla 16. Total de concreto requerido para muestras .....	47
Tabla 17. Desperdicio de concreto en obra Reserva de la Loma .....	47
Tabla 18. Costo del concreto desperdiciado .....	48
Tabla 19. Cantidad de sardineles diarios posibles a fundir.....	49
Tabla 20. Cantidad de concreto diario requerido para prefabricar sardineles.....	49
Tabla 21. Cantidad de sardineles a fundir con cada formaleta .....	51
Tabla 22. Cantidad total de sardineles a prefabricar.....	54
Tabla 23. Costo de prefabricar los sardineles en la obra.....	54
Tabla 24. Tiempos estimados de fundida de sardineles .....	55

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Cotización sardineles prefabricados 2017 .....	60
Anexo B: Cotización Formaleta Sardineles.....	61
Anexo C. AIU en los contratos Mano de Obra de MARVAL .....	62
Anexo D. Precio mano de obra elaboración de sardinel .....	63

## RESUMEN

**TITULO:** VIABILIDAD DEL USO DEL CONCRETO SOBRANTE EN OBRAS PARA LA ELABORACIÓN DE SARDINELES PREFABRICADOS.\*

**AUTOR:** DIEGO ARMANDO CALA RUGELES.\*\*

**PALABRAS CLAVE:** CONCRETO SOBRANTE, SARDINELES, REPROCESOS.

### DESCRIPCIÓN:

Los volúmenes de concretos que se compran para la producción de estructuras tipo túnel en la Constructora MARVAL S.A. superan las cantidades requeridas en obra debido al redondeo que se hace en los pedidos de acuerdo a los despachos de los proveedores donde se incluyen concretos para la toma de muestras de laboratorio y desperdicios ocasionados por el mismo sistema constructivo generando sobrantes de concreto y al mismo tiempo unos costos adicionales para la compañía debido a la posterior demolición, transporte y derechos de botadero.

El presente trabajo busca optimizar estos concretos sobrantes estudiando la viabilidad de la producción de los sardineles necesarios para urbanizar las obras, así evitando los costos de compra de sardineles y aprovechando los concretos en su estado fresco para prefabricarlos en sitio, almacenarlos y la posterior colocación de acuerdo a la programación que se genere para la construcción de los urbanismos. De igual manera se busca disminuir el impacto ambiental que se genera por el desperdicio de estos concretos.

Para el desarrollo de esta monografía se tomaron los datos de consumo de concreto y la cantidad de metros lineales de sardineles construidos en la obra Reserva de la Loma, proyecto construido por MARVAL S.A en el año 2015 ubicado en el Municipio de Piedecuesta, Departamento de Santander.

---

\* Monografía.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sandra Ximena Salas, Ingeniera Civil.

## ABSTRACT

**TITLE:** VIABILITY OF THE USE OF SURPLUS CONCRETE IN WORKS FOR THE ELABORATION OF PREFABRICATED KERBS.\*

**AUTHOR:** DIEGO ARMANDO CALA RUGELES.\*\*

**KEYWORDS:** SURPLUS CONCRETE, KERBS, REPROCESSES.

### DESCRIPTION:

The concrete's volumes that are purchased for the production of tunnel structures in the Builder MARVAL S.A. Exceed the quantities required on site due to the rounding that is done in the orders, according to the dispatches of the suppliers where they're included for the taking of laboratory samples and wastes caused by the same constructive system, generating surplus concrete and at the same time, additional costs for the company, due to the subsequent demolition, transportation and dump rights.

The present work seeks to optimize these specific leftovers by studying the viability of the production of the curb necessary to urbanize the works, thus avoiding the costs of buying sardines and taking advantage of the concretes in their fresh state to prefabricate them in place, to store them and the subsequent placement of according to the programming that is generated for the construction of urbanisms. Likewise, it seeks to reduce the environmental impact generated by the waste of these concrete.

For the development of this monograph, were taken the data of consumption of concrete and the number of lineal meters of kerb, built in the work Reserva de la Loma, Project built by Marval S.A in the year 2015, located in the municipality of Piedecuesta, Department of Santander.

---

\* Monograph.

\*\* Physicomechanical Engineering's Faculty. School of Civil Engineering. Director: Sandra Ximena Salas, Civil engineering.

## INTRODUCCIÓN

La Constructora MARVAL S.A. con más de 40 años en el mercado ha trabajado fuertemente en la optimización de sus procesos constructivos, la eliminación de reprocesos y el permanente control sobre los materiales utilizados a diario en la elaboración de sus proyectos.

En las obras de la constructora se tiene una secuencia de ejecución de estructura de 2 aptos/día en sistema tipo túnel utilizando concretos con resistencias desde los 3000 hasta los 4000 ó 4500 PSI según diseños.

Los pedidos de concreto diario se hacen de acuerdo al volumen teórico y se debe redondear en 0,25 m<sup>3</sup> por encima de acuerdo a los despachos de los proveedores, adicional se debe tener en cuenta el volumen que se necesita para tomar los cilindros de concreto, hacer las pruebas de Slump, concreto en las tuberías de bombeo, etc.

Estos volúmenes superiores que se piden se van acumulando en el piso y convirtiéndose en escombros generando gastos adicionales por la demolición, cargue, transporte y disposición en botaderos.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 ALCANCE**

La presente monografía busca establecer la viabilidad económica de la utilización del concreto sobrante de las fundidas en las obras de MARVAL para la elaboración de sardineles prefabricados que se requieren en la conformación del urbanismo de cada proyecto. El análisis se realizará en el estudio de los costos y mayores volúmenes de concreto que se presentaron en la construcción del Conjunto Residencial Reserva de la Loma ubicado en Piedecuesta Santander.

Se plantea utilizar el concreto en su estado fresco y realizar los vaciados directos una vez se terminen de fundir los apartamentos que se planean, para ello se debe disponer en obra la formaleta para prefabricar los sardineles y almacenar en obra mientras se inician las labores de urbanismo para la posterior instalación.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar viabilidad económica de utilizar el concreto sobrante de las fundidas en las obras de MARVAL para la elaboración de sardineles prefabricados que requieren las obras de acuerdo a su diseño urbanístico.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los costos promedio que se generan en una obra de MARVAL en la compra de sardineles.
- Calcular los costos directos del concreto que se pide adicional en cada fundida y se terminan convirtiendo en escombros.
- Evaluar el beneficio económico en las obras colocando el concreto fresco que sobra de una fundida en moldes para la elaboración de sardineles.
- Estimar que % efectivo del concreto sobrante de una fundida se puede disponer para la elaboración de sardineles.

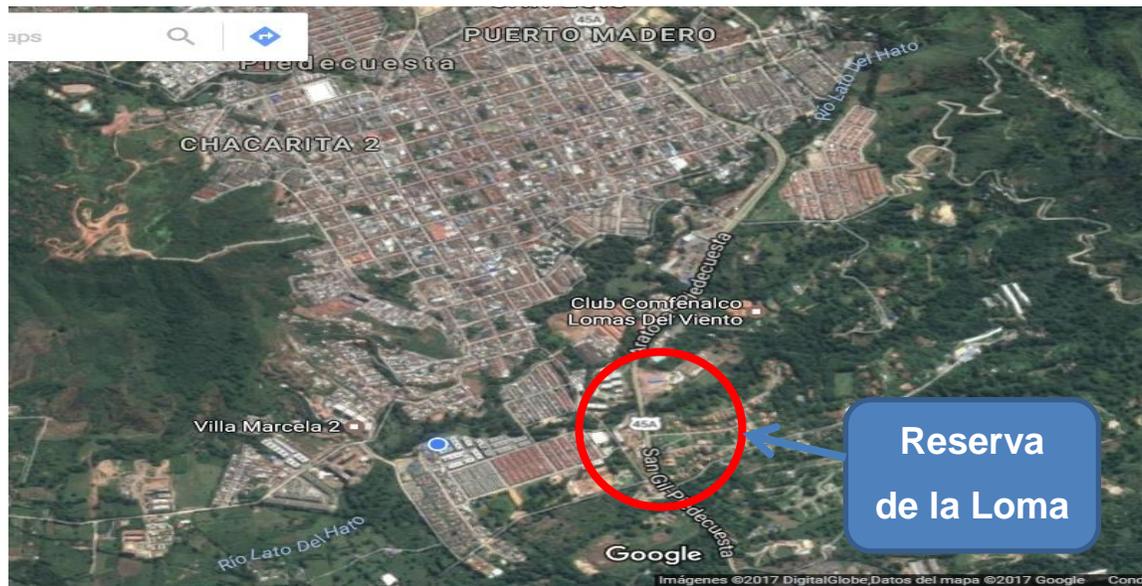
### 3 OBRA DE ANALISIS

#### 3.1 UBICACIÓN

El proyecto Reserva de la loma ubicada en la carrera 6 con calle 25, barrio Paseo del Puente de Piedecuesta, Santander.<sup>1</sup>

##### 3.1.1 Ubicación General

**Figura 1. Ubicación general conjunto Reserva de la Loma**



Fuente, Google Maps. <https://www.google.com.co/maps/@6.9816362,-73.0455782,2740m/data=!3m1!1e3>

<sup>1</sup> Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

### 3.1.2 Ubicación Específica

**Figura 2. Ubicación específica conjunto Reserva de la Loma**



Fuente, Google Maps. <https://www.google.com.co/maps/@6.9816362,-73.0455782,2740m/data=!3m1!1e3>

### 3.2 CONFORMACIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL

Se conforma por 9 torres de apartamentos de 8 y 9 pisos, con áreas construidas desde 63,51 M<sup>2</sup>.

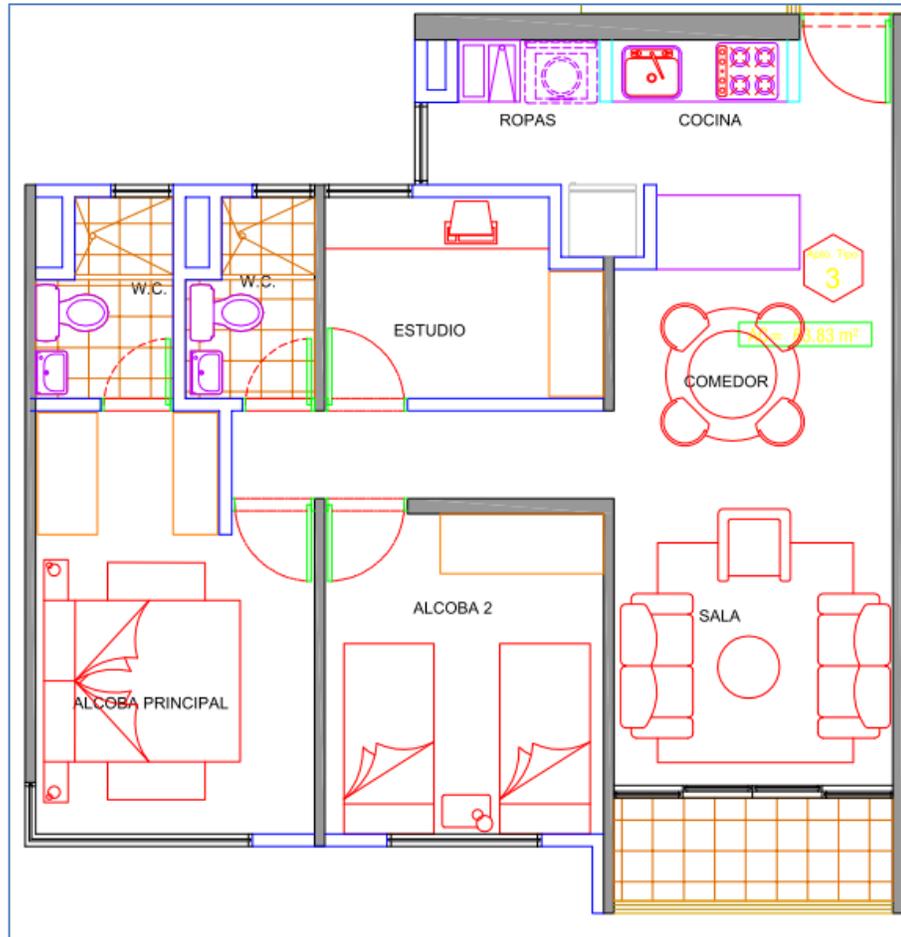
Distribución interior del inmueble.

- Alcoba principal con baño y vestier.
- Alcoba auxiliar.
- Estudio.
- Sala – Comedor.
- Cocina.

<sup>2</sup> Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

- Balcón.
- Zona de ropas.

**Figura 3. Planta Arquitectónica apartamento Reserva de la Loma**



Fuente: MARVAL S.A. Planos obra Reserva de la Loma

Zonas comunes del proyecto.

- Plazoleta principal.
- Cancha múltiple.
- Ciclo ruta.
- Zona de juegos infantiles.
- Sauna.

- Sala de eventos.
- Kiosco comunal.
- Gimnasio.
- Sendero peatonal ecológico.
- 2 Piscinas para niños y adultos.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

Figura 4. Planta Urbanística General



Fuente: MARVAL S.A. Planos obra Reserva de la Loma

**Figura 5. Render portería principal**



Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

**Figura 6. Render Urbanístico**



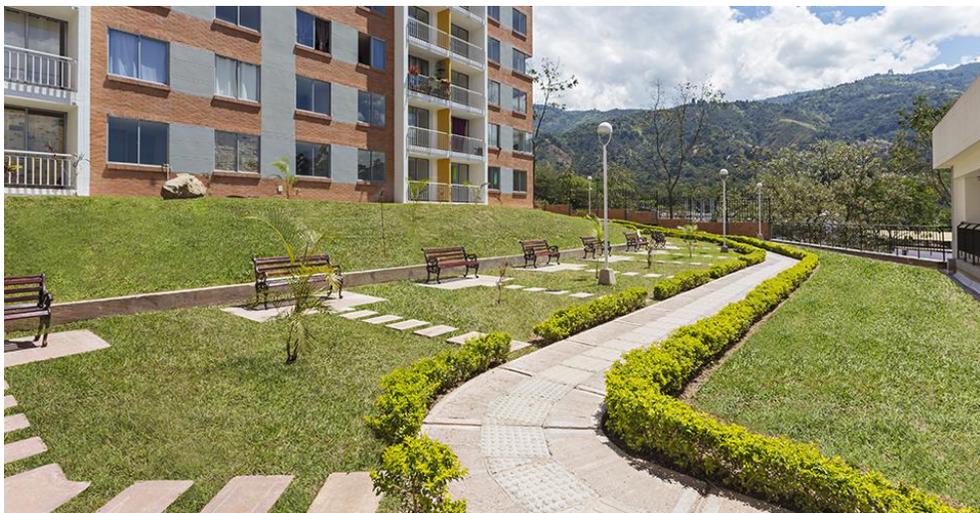
Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

**Figura 7. Foto plazoleta principal – Ciclo ruta**



Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

**Figura 8. Foto sendero peatonal**



Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

**Figura 9. Foto zona social 1 y salón social**



Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

**Figura 10. Foto juegos infantiles – cancha múltiple**



Fuente, Reserva de la Loma Apartamentos. Disponible en <http://marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

## 4 ESPECIFICACIONES SARDINELES Y RECOLECCION DE DATOS PARA ANALISIS

### 4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SARDINELES

Los sardineles utilizados para la contención de andenes en general obedecen a lo contemplado en la Norma Técnica Colombiana 4109. A continuación se presenta la ficha técnica con la que son producidos los sardineles de la empresa “Postes Medina”.

**Figura 11. Especificaciones sardinel A-10. 1**

		<b>SARDINEL A-10</b> <b>0.20x0.50x0.80 M.</b>	
		<b>ESPECIFICACIONES</b>	
	<b>COLOR</b>	GIRS TEXTURIZADO	
	<b>TEXTURA</b>	LISA O RUSTICA	
		<b>PESO SECO</b>	142 KG./UND
		<b>RENDIMIENTO</b>	1.25 UND/ML
<b>DIMENSIONES</b>		<b>MANTENIMIENTO</b>	
<b>ANCHO</b>	0.20 M.	REINSTALAR SI LA BASE FALLA. REEMPLAZAR EN CASO DE ROTURA	
<b>ALTO</b>	0.50 M.	<b>MATERIAL</b>	
<b>LARGO</b>	0.80 M.	CONCRETO DE 4 MPA CON MODULO DE ROTURA DE 28 DIAS	
<b>OBSERVACIONES:</b> 1. LAS FISURAS MENORES, INHERENTES AL METODO DE FABRICACION O DESPORTILLADURAS QUE RESULTAN DE LOS METODOS USUALES DE MANIPULACION EN EL DESPACHO Y EN LA ENTREGA, NO SON MOTIVOS DE RECHAZO		<b>INSTALACION</b>	
		SE INSTALA SOBRE UNA CAPA DE MORTERO DE NIVELACION 1:4 CON JUNTAS DE 1 CM DE ESPESOR EN MORTERO 1:3	
		<b>USO Y APLICACIÓN</b>	
		DELIMITA EL AREA DE ANDEN Y PERMITE EL CAMBIO DE NIVEL RESPECTO A CALZADA VEHICULAR	
		<b>NORMATIVIDAD APLICADA</b>	NTC 4109
<small>DEPTO. ING. - ARQ.</small>			
<small>Tels. 216 3820 - 258 8545 - 526 1310 - Autopista Norte No. 150-19          info@postesmedina.com - www.postesmedina.com</small>			

Fuente, Postes Medina Disponible en <http://www.postesmedina.com/bordillo.php>

Figura 12. Especificaciones sardinel A-10. 2



**PostesMedina**  
PREFABRICADOS EN CONCRETO

**SARDINELES**

**DESCRIPCIÓN**  
Pieza aligerada prefabricada en concreto de 4 Mpa de módulo de rotura a 28 días, con acabado liso. Se instala sobre una capa de mortero de nivelación, sobresaliendo entre 15 y 20 centímetros del nivel de la calzada vehicular (según norma NTC 4 109, dependiendo del flujo peatonal y vehicular). Esta pieza prefabricada tiene como función delimitar el área del andén y generar el cambio de nivel respecto a la calzada vehicular.

**ESPECIFICACIONES**

REFERENCIA	ANCHO	ALTO	LARGO
S.U-15x30 (CHAFLAN-CURVO)	0,15 Mt	0,30 Mt	1,00 Mt
S.D-15x40 (CHAFLAN-CURVO)	0,15 Mt	0,40 Mt	1,00 Mt
S.D-15x45 (CHAFLAN-CURVO)	0,15 Mt	0,45 Mt	1,00 Mt
S-IDRD (CURVO)	0,17 Mt	0,50 Mt	1,00 Mt



SARDINELES VARIOS

Tels. 216 3920 - 258 8845 - 526 1310 • Autopista Norte No. 150-19  
[info@postesmedina.com](mailto:info@postesmedina.com) • [www.postesmedina.com](http://www.postesmedina.com)

Fuente, Postes Medina Disponible en <http://www.postesmedina.com/bordillo.php>

Los concretos utilizados en la compañía no tienen ensayos para determinar el módulo de rotura, sin embargo esta propiedad se puede relacionar con la resistencia a la compresión.

**“CORRELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN Y TENSIÓN**

*El módulo de rotura presenta valores que varían entre un 10% y un 20% de la resistencia a la compresión. Una relación aproximada, que puede utilizarse cuando no se dispongan de ensayos de flexión, es la siguiente.*

$$MR = k (RC)^{1/2}$$

Dónde:

$MR$  = Módulo de rotura estimado para el concreto ( $Kg/cm^2$ ).

$RC$  = Resistencia a la compresión obtenida en el concreto ( $Kg/cm^2$ ).

$k$  = Constante que varía normalmente entre 2,0 y 2,7, para las resistencias en  $Kg/cm^2$  a los 28 días.”<sup>4</sup>

Iniciamos con llevar el módulo de rotura empleado por “Postes Medina” y la resistencia de 3000 Psi a ( $Kg/cm^2$ )

$$1 \text{ Mpa} = 10,19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ PSI} = 0,070307 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo tanto el módulo de rotura empleado por “Postes Medina” para los prefabricados es igual a.

$$MR = 4 \text{ Mpa} * \frac{10,19 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ Mpa}} = 40,76 \text{ Kg/cm}^2$$

Mientras que la resistencia de un concreto de 3000 PSI equivale a.

$$RC = 3000 \text{ PSI} * \frac{0,070307 \text{ Kg/cm}^2}{1 \text{ PSI}} = 210,92 \text{ Kg/cm}^2$$

De lo anterior se pueden relacionar el módulo de rotura y la resistencia a la compresión con la formula anteriormente citada, donde se tiene.

$$MR = k (RC)^{1/2}$$

---

<sup>4</sup> Fuente. RIVERA Gerardo. Resistencia del concreto. [En línea]. (recuperado 19 de junio de 2017). Disponible en. <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearnilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20%20de%20010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf>

$$MR = 2,0 * (210,92)^{1/2}$$

$$MR = 29,04 \text{ Kg/cm}^2$$

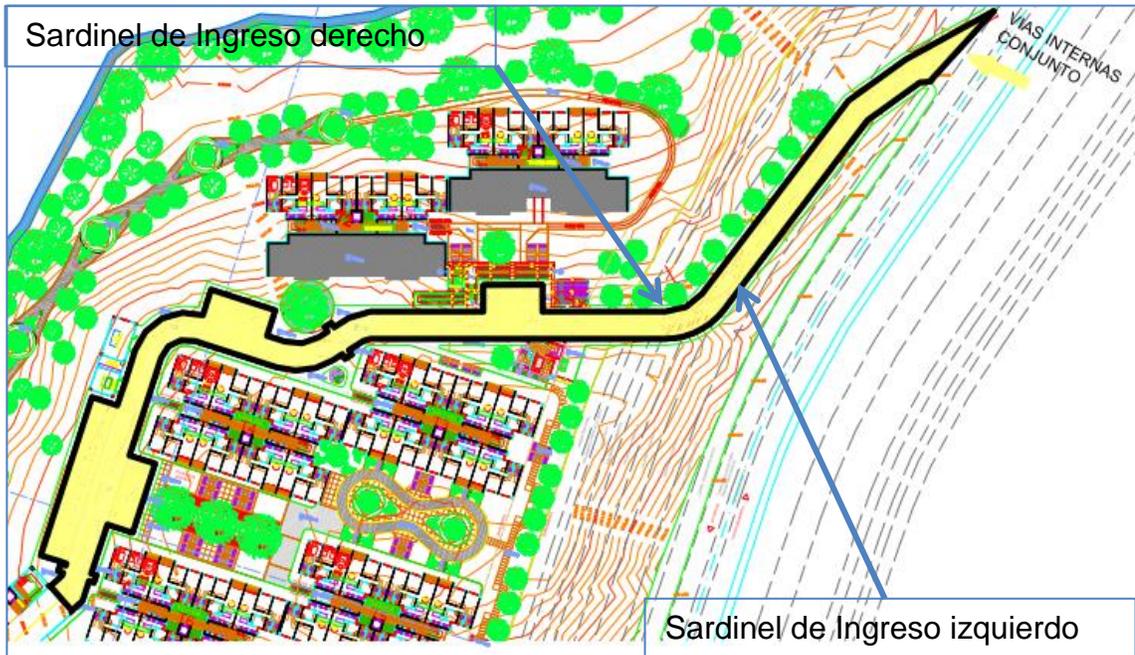
Como conclusión, un concreto de 3000 PSI cumple con el módulo de rotura de la ficha técnica de “Postes Mediana”, con lo cual el concreto de 3000 PSI y resistencias mayores cumple con lo requerido para la elaboración de Sardineles.

#### **4.2 CANTIDADES DE SARDINELES EJECUTADOS EN OBRA**

A continuación se realizan los cálculos de cantidades de metros lineales de sardineles que se instalaron en la obra de estudio, los costos unitarios y el costo total que se generó al proyecto la conformación de estos elementos en el urbanismo.

- Sardineles de ingreso costado derecho e izquierdo: Se toman los datos medidos en AutoCAD de los sardineles de ingreso al conjunto por la portería que se encuentra ubicada en la vía Piedecuesta – San Gil y que conforma las vías internas.

**Figura 13. Imagen sardinel de ingreso**



Fuente: MARVAL S.A. Planos obra Reserva de la Loma

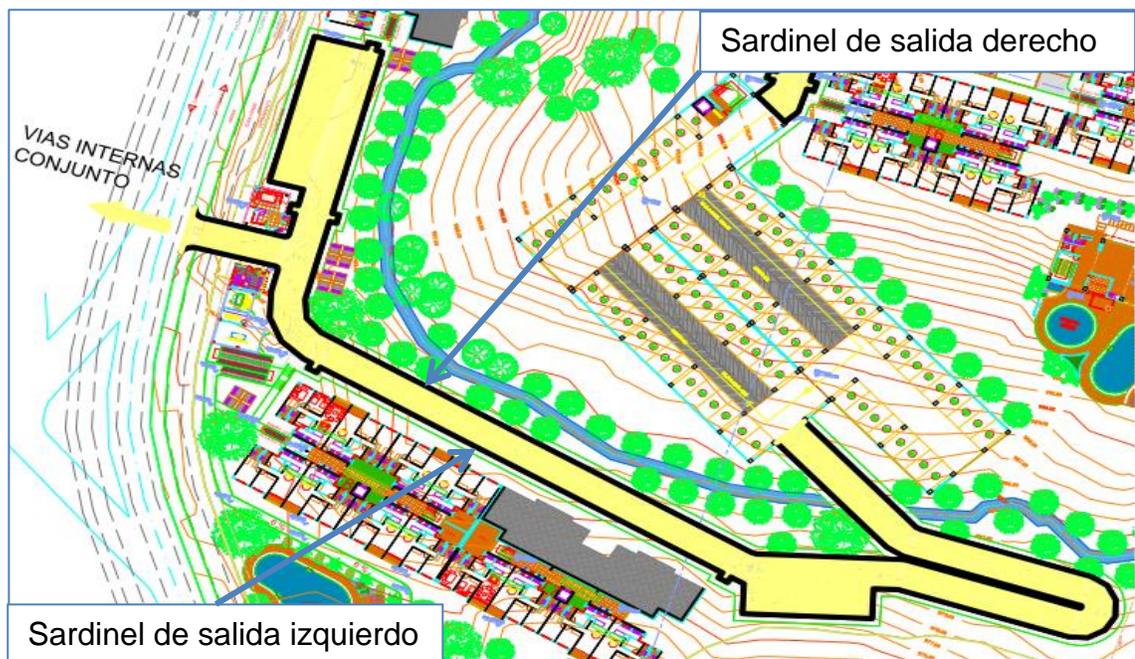
**Tabla 1. Longitud de sardineles de ingreso**

<b>OBRA. RESERVA DE LA LOMA</b>	
<b>SARDINEL DE INGRESO COSTADO DERECHO</b>	
LONGITUD	270,40 MI

<b>OBRA. RESERVA DE LA LOMA</b>	
<b>SARDINEL DE INGRESO COSTADO IZQUIERDO</b>	
LONGITUD	232,90 MI

- Sardineles de salida costado derecho e izquierdo: Se toman los datos medidos en AutoCAD de los sardineles de salida del conjunto por la portería que se encuentra ubicada en carrera 6 con calle 25 y que conforma las vías internas.

**Figura 14. Imagen sardinel de salida**



Fuente: MARVAL S.A. Planos obra Reserva de la Loma

**Tabla 2. Longitud de sardineles de salida**

<b>OBRA. RESERVA DE LA LOMA</b>		
<b>SARDINEL DE SALIDA COSTADO DERECHO</b>		
LONGITUD	291,60 MI	

<b>OBRA. RESERVA DE LA LOMA</b>		
<b>SARDINEL DE SALIDA COSTADO IZQUIERDO</b>		
LONGITUD	233,12 MI	

En resumen en el conjunto residencial Reserva de la Loma se instalaron 1028 metros lineales de sardineles prefabricados para confinar las vías de ingreso, internas y de salida del conjunto a empalmar por el costado oriental (portería 1) con la vía Piedecuesta – San Gil y por el costado occidental (portería 2) con la carrera 6 con calle 25 del municipio de Piedecuesta.

**Tabla 3. Total sardineles instalados Reserva de la Loma**

<b>RESUMEN CANTIDADES INSTALADAS DE SARDINELES PREFABRICADOS</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>
INGRESO DERECHO	ML	270,40
INGRESO IZQUIERDO	ML	232,90
SALIDA DERECHO	ML	291,60
SALIDA IZQUIERDO	ML	233,12

<b>TOTALES</b>	<b>1.028,02</b>
----------------	-----------------

### 4.3 COLOCACIÓN CONCRETO EN FORMALETAS

Los concretos que se utilizan en las estructuras tipo túnel, con resistencias mayores a 3000 PSI presentan unas características de fluidez, fraguado y tamaño de agregado que hacen que sea muy sencillo realizar los vaciados en la formaleta de sardineles y su posterior desencofre de acuerdo con los siguiente.

- a. El ancho de los muros de la estructura tipo túnel varía entre 10 y 15 cm donde se tienen mallas electro soldadas, tuberías PVC presión y tuberías eléctricas, con agregados de máximo 1". La formaleta de Sardineles tiene ancho de 20 cm y unos aligeramientos de 4" (10,16 cm) dejando unos espacios entre la cara interior de la formaleta y el aligeramiento de 4,92 cm. Estos espacios son 2,4cm mayores que el diámetro máximo de agregados que se utilizan, por lo cual no se tiene problema en la colocación del concreto.
- b. La altura de los muros en el sistema túnel es de 2,35 m mientras la altura de los sardineles es de 0,5 m lo que representa el 20% de la altura de un muro estructural, por lo cual tampoco se tiene problema para realizar el vaciado.
- c. Por último el sistema de construcción industrializado permite hacer vaciados de concreto después de la 1pm y el desencofre alrededor de las 7 am, se requiere un tiempo de fraguado mínimo de 12 horas para poder empezar a desencofrar, con lo cual no se tendrá problema con los sardineles prefabricados ya que para la fabricación se utilizara el concreto sobrante de las fundidas y se realizaran de acuerdo a lo expuesto a continuación.
  - ✓ El concreto para prefabricar sardineles será el sobrante de las fundidas. En promedio una fundida de estructura tipo túnel en Bucaramanga empieza después de la 1 de la tarde y termina tipo 6 ó 7 de la noche, dependiendo de la frecuencia de despacho de concreto del proveedor.
  - ✓ Se fundirán los Sardineles aproximadamente a las 6, ó 7 de la noche dependiendo de cuando se termine el vaciado de muros y placas; estos se podrán desencofrar al siguiente día alrededor de la 1pm, garantizando

inclusive un mayor tiempo de fraguado al que el mismo concreto de la estructura.

#### 4.4 COSTOS DE COMPRA SARDINELES

Figura 15. Imagen Kardex de materiales MARVAL

Número documento	Descripción número documento	Tipo doc	Cía doc	Fecha transacción	Sucursal/planta	Cantidad	UM trns	Costo unitario	Cantidad sec transacción	UM secundari transacción
17000819		II	00941	23/03/2017	011020101000	48,00-	UN	28.490,6205		
16006260		II	00941	22/11/2016	011020101000	17,00-	UN	26.181,8182		
16005688		II	00941	24/10/2016	011020101000	3,00-	UN	,0001		
16005180		II	00941	30/09/2016	011020101000	108,00-	UN	32.000,0000		

Fuente: MARVAL S.A. Kardex del sistema de información de la empresa.

Los datos presentados a continuación se toman del Kardex de inventario del sistema de MARVAL, donde se saca el promedio de compra de 3 pedidos de obra realizados entre el mes de septiembre del 2016 y el mes de enero del 2017 para sardineles de 80 cm de longitud; estos costos se validan con el anexo 1<sup>5</sup> donde se tienen valores superiores a los que se negociaron en la obra de análisis.

<sup>5</sup> Anexo 1: Cotización Sardineles prefabricados.

**Tabla 4. Precios de compra por unidad de sardinel**

Precio Compra 1	28.490,00
Precio Compra 2	26.181,00
Precio Compra 3	32000,00
<b>Precio Promedio sardinel 80 cm</b>	<b>28.890,33</b>

De lo anterior se calculan los precios por metro lineal de sardinel y se obtiene un valor de \$ 36.112,93.

**Tabla 5. Precio de compra por metro de sardinel**

Ítem	UND	Cant	Total MI	Vlr Total	Vlr / ML
Sardinel Pref 50*80	UN	1	0,8	28.890,33	36.112,92

Como resultado final del ejercicio para la conformación del urbanismo durante la construcción de la obra Reserva de la Loma de MARVAL el costo ejecutado por la compra de sardineles prefabricados obedece al monto de \$37.124.800 (Treinta y siete millones ciento veinticuatro mil ochocientos pesos m/cte)

**Tabla 6. Costo de sardineles comprados Reserva de la Loma**

<b>RESUMEN COSTO SARDINELES RESERVA DE LA LOMA</b>				
DESCRIPCIÓN	UND	CANT	Costo/ ML	Vlr Parcial
INGRESO DERECHO	ML	270,40	36.112,92	9.764.932,67
INGRESO IZQUIERDO	ML	232,90	36.112,92	8.410.698,29
SALIDA DERECHO	ML	291,60	36.112,92	10.530.526,50
SALIDA IZQUIERDO	ML	233,12	36.112,92	8.418.643,13

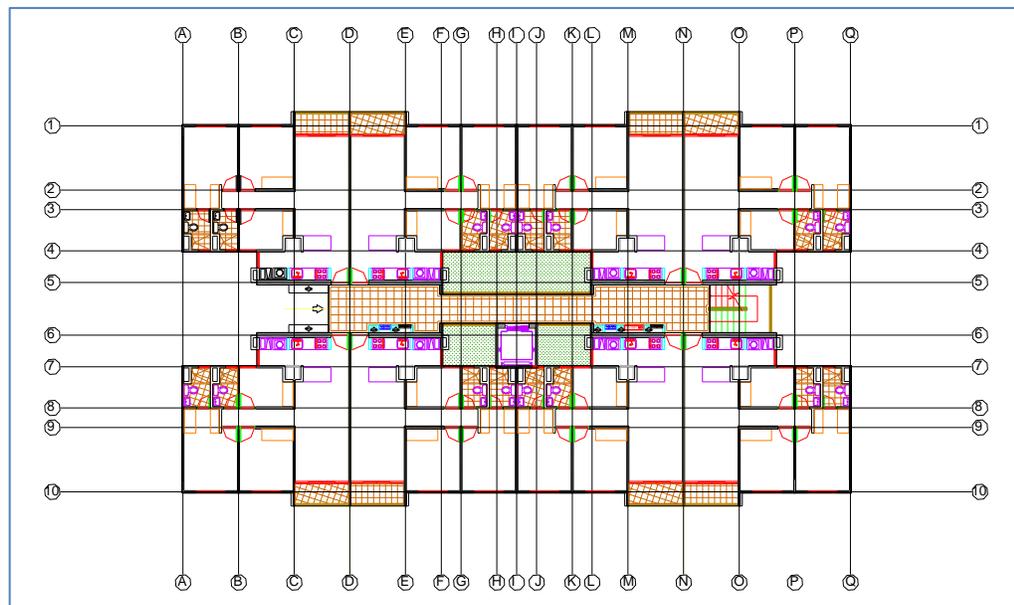
<b>TOTALES</b>	<b>1.028,02</b>
----------------	-----------------

<b>37.124.800,59</b>
----------------------

## 4.5 CALCULO DE CONCRETO TEÓRICO DE OBRA

A continuación se presentan los cálculos de concreto teórico que se necesitan para la construcción de 1 apartamento en el sistema tipo túnel de la obra reserva de la loma.

**Figura 16.Planta tipo del proyecto**



Fuente: MARVAL S.A. Planos obra Reserva de la Loma

**Tabla 7. Cantidades de concreto teórico de muros por piso**

CONCRETO MUROS 1 PISO				
EJE	LARGO	ANCHO	ALTO	VOLUMEN
A	5,79	0,1	2,35	1,36
A	5,79	0,1	2,35	1,36
B	3,37	0,1	2,35	0,79
B	2,19	0,1	2,35	0,51

**CONCRETO MUROS 1 PISO**

EJE	LARGO	ANCHO	ALTO	VOLUMEN
B	2,19	0,1	2,35	0,51
B	3,37	0,1	2,35	0,79
C	4,02	0,1	2,35	0,94
C	1,49	0,1	2,35	0,35
C	1,49	0,1	2,35	0,35
C	4,17	0,1	2,35	0,98
D	8,71	0,1	2,35	2,05
D	8,71	0,1	2,35	2,05
E	4,02	0,1	2,35	0,94
E	1,49	0,1	2,35	0,35
E	1,49	0,1	2,35	0,35
E	4,02	0,1	2,35	0,94
F	0,47	0,15	2,35	0,17
F	0,47	0,15	2,35	0,17
G	3,37	0,1	2,35	0,79
G	2,19	0,1	2,35	0,51
G	2,19	0,1	2,35	0,51
G	3,37	0,1	2,35	0,79
H	2,25	0,1	2,35	0,53
I	6,29	0,1	2,35	1,48
J	2,25	0,1	2,35	0,53
K	3,37	0,1	2,35	0,79
K	2,19	0,1	2,35	0,51
K	2,19	0,1	2,35	0,51
K	3,37	0,1	2,35	0,79
L	0,47	0,15	2,35	0,17

**CONCRETO MUROS 1 PISO**

EJE	LARGO	ANCHO	ALTO	VOLUMEN
L	0,47	0,15	2,35	0,17
M	4,02	0,1	2,35	0,94
M	1,49	0,1	2,35	0,35
M	1,49	0,1	2,35	0,35
M	4,02	0,1	2,35	0,94
N	8,71	0,1	2,35	2,05
N	8,71	0,1	2,35	2,05
O	4,02	0,1	2,35	0,94
O	1,49	0,1	2,35	0,35
O	1,49	0,1	2,35	0,35
O	4,02	0,1	2,35	0,94
P	3,37	0,1	2,35	0,79
P	2,19	0,1	2,35	0,51
P	2,19	0,1	2,35	0,51
P	3,37	0,1	2,35	0,79
Q	5,79	0,1	2,35	1,36
Q	5,79	0,1	2,35	1,36
2	1,9	0,15	2,35	0,67
2	1,9	0,15	2,35	0,67
2	1,9	0,15	2,35	0,67
2	1,9	0,15	2,35	0,67
5	3,73	0,25	2,35	2,19
5	3,73	0,25	2,35	2,19
5	3,73	0,25	2,35	2,19
5	3,73	0,25	2,35	2,19
6	3,73	0,25	2,35	2,19

**CONCRETO MUROS 1 PISO**

EJE	LARGO	ANCHO	ALTO	VOLUMEN
6	3,73	0,25	2,35	2,19
6	3,73	0,25	2,35	2,19
6	3,73	0,25	2,35	2,19
9	1,9	0,15	2,35	0,67
9	1,9	0,15	2,35	0,67
9	1,9	0,15	2,35	0,67
9	1,9	0,15	2,35	0,67

<b>TOTAL MUROS / PISO</b>	<b>60,56</b>
---------------------------	--------------

**Tabla 8. Cantidades de concreto teórico de placa por piso**

**CONCRETO PLACA**

DESCRIPCIÓN	AREA	ESPESOR	VOLUMEN
PLACA	579,51	0,12	69,5412
VACIOS	37,94	-0,12	-4,5528
<b>TOTAL PLACA</b>			<b>64,9884</b>

**Tabla 9. Cantidad total de concreto requerido en obra**

<b>RESUMEN TOTAL CONCRETO REQUERIDO</b>	
DESCRIPCIÓN	VOLUMEN
MUROS	60,56
PLACA	64,9884
<b>TOTAL / PISO</b>	<b>125,55</b>
<b>APTOS / PISO</b>	<b>8,00</b>

<b>TOTAL / APTOS</b>	<b>15,69</b>
<b>TOTAL APTOS</b>	<b>576,00</b>
<b>TOTAL CONCRETO OBRA</b>	<b>9.039,79</b>

Para el cálculo del concreto requerido para la elaboración de las placas se toma un espesor de 12 cm de altura, si bien la altura estructural de acuerdo a los cálculos estructurales es 10 cm, debido a la gran cantidad de tuberías que se tienen en los entresijos se hicieron más altas las placas.

El total del concreto requerido en obra para la construcción de la estructura de los 576 apartamentos son 9.039 m<sup>3</sup>.

#### **4.6 CANTIDADES DE CONCRETO EJECUTADAS EN LA ESTRUCTURA DE LA OBRA**

Los datos que se presentan a continuación es el concreto que se compró para la construcción de las 9 torres del proyecto.

Total concreto utilizado en las torre de la etapa 1 (Torre 1 a Torre 6). Los datos se toman del reporte de salidas de almacén de MARVAL.

**Figura 17. Imagen reporte de salidas de almacén etapa 1**

<i>Actividad</i> 006 MURO PLACA OUTINOR				EQUIVALENCIA			
COD INSUMO	INSUMO	UM	CANTIDAD	UM	FACTOR	CANTIDAD	VLR AGRUPADO
71003	ARENA BLANCA	M3	27,20	M3	1,000	27,20	320.960
192026	BOMBEO CONCRETO BOMBA PROPIA	M3	2,50	M3	1,000	2,50	
151001	CEMENTO GRIS	BT	140,00	BT	1,000	140,00	2.662.155
192009	CONCRETO 3000 1" BOMBEABLE	M3	29,25	M3	1,000	29,25	7.591.499
192029	CONCRETO 3000 1" OUTINORD	M3	2.863,00	M3	1,000	2.863,00	771.030.825
191136	CONCRETO 4000 1/2" BOMBEA	M3	3,00	M3	1,000	3,00	873.480
191087	CONCRETO 4000 1/2" OUTINO MURO	M3	3.350,75	M3	1,000	3.350,75	1.004.655.924
192011	CONCRETO 4000 3/4" BOMBEABLE	M3	45,50	M3	1,000	45,50	12.969.847
192163	CONCRETO 4000 3/4" OUTINORD 6"	M3	6,50	M3	1,000	6,50	1.988.808
442033	TRANSPORTE ARENA	M3	27,20	M3	1,000	27,20	603.840
<b>Sub Total Actividad</b>							<b>1.802.697.338</b>

Fuente: MARVAL S.A. Reporte de salidas de almacén. Obra Reserva de la Loma

**Tabla 10. Concreto comprado en obra etapa 1**

<b>CONCRETO UTILIZADO EN LA ETAPA 1 T1 A T6</b>		
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
CONCRETO 3000 1" BOMBEABLE	M3	29,3
CONCRETO 3000 1" OUTINORD	M3	2.863,0
CONCRETO 4000 1/2" BOMBEABLE	M3	3,0
CONCRETO 4000 1/2" OUTINORD	M3	3.350,8
CONCRETO 4000 3/4" BOMBEABLE	M3	45,5
CONCRETO 4000 3/4" OUTINORD	M3	6,5
<b>TOTAL CONSUMO EN ETAPA 1</b>	<b>M3</b>	<b>6.298,0</b>

Total concreto utilizado en las torre de la etapa 2 (Torre 7 a Torre 9). Los datos se toman del reporte de salidas de almacén de MARVAL.

**Figura 18. Imagen reporte de salidas de almacén etapa 2**

<i>Actividad</i> 006 MURO PLACA OUTINOR		EQUIVALENCIA					
COD INSUMO	INSUMO	UM	CANTIDAD	UM	FACTOR	CANTIDAD	VLR AGRUPADO
71003	ARENA BLANCA		30,60		1,000	30,60	451.264
151001	CEMENTO GRIS		153,00		1,000	153,00	2.946.928
192029	CONCRETO 3000 1" OUTINORD		1.427,50		1,000	1.427,50	398.940.440
191136	CONCRETO 4000 1/2" BOMBEA	M3	2,50	M3	1,000	2,50	705.274
191087	CONCRETO 4000 1/2" OUTINO MURO	M3	1.682,75	M3	1,000	1.682,75	518.783.161
442033	TRANSPORTE ARENA		30,60		1,000	30,60	657.280
<i>Sub Total Actividad</i>							<b>922.484.347</b>

Fuente: MARVAL S.A. Reporte de salidas de almacén. Obra Reserva de la Loma

**Tabla 11. Concreto comprado en obra etapa 2**

<b>CONCRETO UTILIZADO EN LA ETAPA 2 T7 A T9</b>		
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
CONCRETO 3000 1" OUTINORD	M3	1.427,5
CONCRETO 4000 1/2" BOMBEABLE	M3	2,5
CONCRETO 4000 1/2" OUTINORD	M3	1.682,8
<b>TOTAL CONSUMO EN ETAPA 1</b>	<b>M3</b>	<b>3.112,8</b>

**Tabla 12. Concreto total comprado en obra**

<b>RESUMEN TOTAL DE CONCRETO COMPRADO PARA LAS 9 TORRES</b>		
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
<b>CONCRETO 3000 Y 4000 PSI</b>	<b>M3</b>	<b>9.410,8</b>

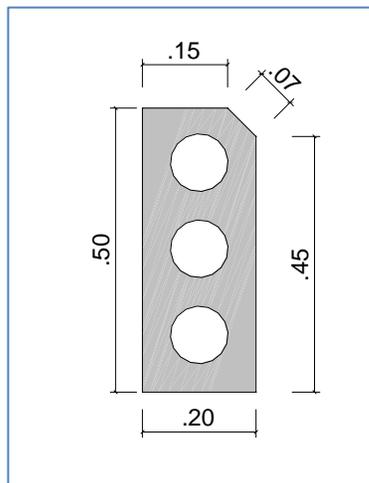
El total del concreto que se utilizó en la construcción de los 576 apartamentos fueron 9.410 m3.

#### 4.7 VOLUMEN DE CONCRETO SARDINELES

El sardinel tipo que se utiliza en los urbanismos es aligerado con tres perforaciones de 2" de diámetro y obedece a la geometría que se presenta a continuación. (Medidas en metros).

El área de la sección transversal del sardinel medido en Autocad es 0,074 M2.

**Figura 19. Geometría sardinel A-10**



Fuente, Postes Medina Disponible en <http://www.postesmedina.com/bordillo.php>

**Tabla 13. Cantidad concreto requerido para sardineles en obra**

VOLUMEN CONCRETO REQUERIDO SARDINELES			
DESCRIPCIÓN	AREA TRANV	CANT ML	VOLUMEN
SARDINEL	0,074	1.028,02	76,07

El volumen de concreto requerido para elaborar los sardineles de la obra Reserva de la Loma son 76,07 M3.

## 4.8 CONSUMO DE CONCRETO EN MUESTRAS Y ENSAYOS

Para la elaboración de cilindros de concreto y las pruebas que se realizan al mismo al ingresar a la obra se consumen las siguientes cantidades de concreto.

### Prueba de Slump

Esta prueba se realiza a todos los mixer que ingresan con concreto para los muros y placas de la estructura, el volumen de concreto que se utiliza para esta prueba obedece aproximadamente a 2 veces el volumen del molde que se utiliza en la prueba.

*“Molde – Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1.14 mm (0.045”). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de 203 ±2 mm (8" ± 1/8") de diámetro en la base mayor, 102 ± 2 mm (4" ±1/8") de diámetro en la base menor y 305 ± 2 mm (12" ± 1/8") de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, como se indica en la Figura 1. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura 1. El interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias.”<sup>6</sup>*

El Volumen del molde obedece a la siguiente fórmula matemática.

$$V = \frac{1}{3} * \pi * h * (R_1^2 + R_2^2 + R_1 * R_2)$$

Dónde:

*V = Volumen*

*h = Altura del cono*

---

<sup>6</sup> Fuente: Norma Invias I.N.V. E – 404 – 07 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)

$R_1 = \text{Radio de la base mayor}$

$R_2 = \text{Radio de la base menor}$

$$V = \frac{1}{3} * \pi * 0,3 * (0,1^2 + 0,05^2 + 0,1 * 0,05)$$

$$V = 0,00549 \text{ M3}$$

### **Muestras para ensayo de compresión**

De acuerdo al plan de calidad de MARVAL, por cada 40 m<sup>3</sup> de concreto que ingresen a la obra se toman 4 cilindros para el ensayo de compresión los cuales se disponen así.

1 cilindros a los 7 días, 2 a los 28 días y 1 testigos para los 56 días en caso de no alcanzar la resistencia a los 28 días.

Debido a que la producción en estructura es de 2 apartamentos por día y el volumen de 2 unidades incluidos muros y placas es de 31,38 M<sup>3</sup> se tendrían que tomar muestras para compresión cada 2 días.

En este caso se toman 2 muestras al día aleatorias. (Una a concreto de placas y otra a concreto de muros). Por lo que el concreto que se consume al día para los ensayos es equivalente al volumen de 8 cilindros.

El volumen de cada cilindro de concreto obedece al molde que se utilice.

*“Moldes para fabricación de muestras para pruebas verticales – Deben estar hechos de un metal de alta resistencia o de otro material rígido no absorbente. El plano transversal del cilindro debe ser perpendicular al eje del cilindro. La tolerancia en la medida del diámetro exigido debe ser de  $\pm 2.0$  mm y en la altura la tolerancia será de  $\pm 6.0$  mm Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de*

*altura, deben estar de acuerdo con la especificación ASTM C-470 "Molds For Forming Concrete Test Cylinders Vertically".*<sup>7</sup>

El volumen de concreto de cada cilindro se calcula con la siguiente fórmula matemática.

$$V = A_b * h$$

Dónde:

*V = Volumen del cilindro*

*A<sub>b</sub> = Area de la Base*

*h = Altura del Cilindro*

$$A_b = \pi * R^2$$

Dónde:

*R = Radio del cilindro*

$$V = \pi * 0,075^2 * 0,3$$

$$V = 0,0053 \text{ M}^3$$

Del volumen total de concreto que se compró en la obra para la construcción de los muros y placas de estructura se destinan unas cantidades para la toma de muestras de Slump y elaboración de cilindros para los ensayos de compresión del concreto de acuerdo a los siguientes cuadros.

---

<sup>7</sup> Fuente: Normas Invias I.N.V. E – 402 – 07 ELABORACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN Y FLEXIÓN

## Prueba de Slump

Tabla 14. Concreto requerido en obra para prueba de Slump

Calculo del concreto requerido para prueba de Slump		
Descripción	Cant	Und
Altura del cono	0,30	M
Radio de la base mayor	0,10	M
Radio de la base menor	0,05	M
<b>Volumen requerido prueba</b>	<b>0,00550</b>	<b>M3</b>

Calculo total concreto para Slump		
Descripción	Cant	Und
Concreto pedido en obra	9410,75	M3
Volumen promedio por Mixer	7	M3
Cant de pruebas realizadas	1345	Und
<b>Total de concreto para Slump</b>	<b>7,39</b>	<b>M3</b>

## Cilindros para ensayo de compresión

Tabla 15. Concreto requerido en obra para ensayos de compresión

Calculo del concreto requerido para cilindros (prueba compresión)		
Descripción	Cant	Und
Altura del cilindro	0,30	M
Radio del cilindro	0,075	M
<b>Volumen requerido por cilindro</b>	<b>0,00530</b>	<b>M3</b>

<b>Calculo total concreto para cilindros de compresión</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>
Concreto pedido en obra	9410,75	M3
Cantidad de apartamentos	576,00	M3
Cantidad de fundidas (2 Apto /día)	288	Und
Cantidad de cilindros tomados (8/día)	2.304	Und
<b>Volumen concreto cilindros</b>	<b>12,21</b>	<b>M3</b>

Los totales del concreto usado para ensayos son los siguientes.

**Tabla 16. Total de concreto requerido para muestras**

<b>TOTAL CONCRETO USADO EN MUESTRAS</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>
Prueba Slump	7,39	M3
Cilindros para ensayo Compresión	12,21	M3
<b>TOTAL</b>	<b>19,61</b>	<b>M3</b>

#### **4.9 DESPERDICIO DE CONCRETO Y COSTOS OCASIONADOS**

De acuerdo a los cálculos teóricos y el consumo real en obra se tiene que para el proyecto en mención se compraron 370 m3 de concreto de demás los cuales se terminaron convirtiendo en escombros generando costos para el cargue, transporte y disposición botadero de los mismos.

**Tabla 17. Desperdicio de concreto en obra Reserva de la Loma**

<b>CONCRETO COMPRADO ADICIONAL</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>
TOTAL CONCRETO REQUERIDO CONSTRUCCION	M3	9.039,79

TOTAL CONCRETO PARA MUESTRAS	M3	19,61
TOTAL CONCRETO COMPRADO EN OBRA	M3	9410,75
<b>DIFERENCIA (COMPRADO-REQUERIDO)</b>	<b>M3</b>	<b>351,35</b>

Es importante aclarar que los concretos que se están evaluando son los que se compraron solo para la construcción de los muros y placas de las torres de vivienda. Las salidas de concretos que se utilizan para las escaleras, cuartos de máquinas, antepisos y cimentación se direccionan a otras cuentas diferentes a las que se presentan en este documento (“MURO PLACA OUTINORD”)

Adicional a lo anterior, los desperdicios o pedidos adicionales de concretos de las obras de urbanismo no se están tomando en el análisis.

**Tabla 18. Costo del concreto desperdiciado**

<b>COSTOS CONCRETO ADICIONAL Y ESCOMBRO GENERADO POR EL MISMO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT</b>	<b>VLR UNIT</b>	<b>VLR PARCIAL</b>
COMPRA CONCRETO ADICIONAL	M3	351,4	269.308,0	94.622.379,5
CORTE Y CARGUE	M3	351,4	3.136,0	1.101.845,4
TRANSPORTE (3,5 Km a Botadero)	M3/Km	1.229,7	700,0	860.816,7
DERECHO BOTADERO (Expansión 25%)	M3	439,2	4.502,4	1.977.419,0
<b>COSTO TOTAL ADICIONAL EN OBRA</b>				<b>98.562.460,6</b>

El total del concreto que se convirtió en escombros generó gastos aproximados de acuerdo a la tabla anterior por los conceptos de Corte y Cargue (\$1.101.845 pesos m/Cte), Transporte (\$860.817 pesos m/Cte), y Disposición Botadero (\$1.977.419 pesos m/Cte).

#### 4.10 CANTIDADES DE SARDINELES A PREFABRICAR POR CADA FUNDIDA

##### Numero de sardineles posibles a fundir por día

A continuación se presentan los cálculos y cantidad promedio de sardineles que se pueden fabricar en obra con los sobrantes de concreto fresco de cada día de fundida.

**Tabla 19. Cantidad de sardineles diarios posibles a fundir**

<b>Cantidad de moldes posibles para prefabricar los sardineles</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>
Volumen concreto sobrante en la obra	351,35	M3
Numero de fundidas de estructura	288	día
<b>Concreto sobrante por fundida</b>	<b>1,22</b>	<b>M3 / día</b>
Volumen de 1 Sardinel (0,8 Ml)	0,06	M3
<b>Cantidad posible de sardineles a fundir</b>	<b>20,61</b>	<b>Und / día</b>

Al realizar la relación entre los m3 de concreto que se compraron adicionales en la obra Reserva de la Loma, con los días en que se realizaron fundidas y el volumen de cada unidad de sardinel de 80 cm de longitud se tienen un promedio diario de 20 unidades de sardinel posibles a prefabricar en la obra.

##### Numero de sardineles requeridos a fundir por día

En el siguiente cuadro se calcula la cantidad mínima requerida de sardineles a fundir para poder tener al final los necesarios para completar el urbanismo de la obra.

**Tabla 20. Cantidad de concreto diario requerido para prefabricar sardineles**

<b>Cantidad de moldes requeridos para prefabricar los sardineles</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>

Cantidad de ML de sardinel requeridos	1.028,02	MI
Numero de fundidas de estructura	288	día
Cantidad de ML requeridos por día	3,57	ML / día
<b>Cantidad de sardineles requeridos / día (0,8 ML/und)</b>	<b>5</b>	<b>Und / día</b>
Volumen de 1 Sardinel (0,8 MI)	0,06	M3
<b>Concreto requerido por día</b>	<b>0,30</b>	<b>M3</b>

Para poder prefabricar el total de los sardineles requeridos en la obra se requiere en cada día de fundida hacer mínimo 5 unidades de sardinel.

#### **4.11 CANTIDAD DE SARDINELES A FUNDIR Y COSTOS DE LOS MISMOS**

De acuerdo con los requerimientos de la obra se propone la elaboración de 6 unidades de sardineles al final de cada día de fundida con el fin de optimizar una parte del concreto sobrante y no llegar a una sobreproducción que termine generando sobrecostos por transporte y organización de los mismos en obra.

A continuación se presenta el APU de la elaboración en obra de los sardineles, donde se tienen en cuenta las siguientes consideraciones.

- La mano de obra para la producción de los prefabricados y la posterior organización se rigen con el listado de precios oficiales de MARVAL que se tienen para la elaboración de sardineles fundidos en sitio. Para el año 2017 este precio es de 6.667 \$/ML. Mientras que para la organización de material se tiene un precio de 400 \$/Und (Precio que se paga por sacar 1 M2 de enchape de las bodegas, llevar hasta el sitio del elevador y repartir el material en el piso que se está trabajando). Ver anexo 2.

- Comprar 6 juegos de formaleta para elaborar 6 unidades diarias de sardineles, el costo de cada juego obedece al anexo 2.<sup>8</sup>

Con cada formaleta se tendrán que fundir 214 unidades de sardinel de acuerdo a lo siguiente.

**Tabla 21. Cantidad de sardineles a fundir con cada formaleta**

<b>Cantidad de sardineles a fundir por cada formaleta</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>
Unidades requeridas de sardinel	1.286,00	Un
Cantidad de formaletas	6,00	un
<b>Numero de fundidas por formaleta</b>	<b>214,33</b>	<b>Un</b>

Nota: La cantidad de formaleta utilizada para la construcción de la estructura de las 9 torres fue igual a 2 juegos, lo que da para los 576 apartamentos un uso de 288 fundidas, durante el tiempo de construcción solo se hicieron limpiezas a la formaleta con ACPM, por lo tanto con los 6 juegos de formaleta sardinel son suficientes para prefabricar todos los requerimientos de la obra sin necesidad de cambios.

- Se tiene un rendimiento del ACPM para impregnar la formaleta de 0,0289 Gl / M2 de acuerdo a ejercicios validados en las diferentes obras de MARVAL.
- Los costos de transporte y organización de los sardineles se estiman con el costo de alquiler de un Bobcat. (Propiedad de MARVAL).
- La herramienta menor (guantes, porra plástica, etc.) se rotaran cada 8 días de fundidas.
- Los valores de AIU que se presentan dentro del APU están definidos por la constructora y contratistas de mano de obra. Estos porcentajes obedecen a lo

<sup>8</sup> Anexo 2: Cotización formaleta sardineles.

que los contratistas tienen en cuenta para su funcionamiento como empresas  
Ver anexo 3 <sup>9</sup>

- MARVAL, deberá disponer dentro de sus obras un espacio adecuado para el almacenamiento de los sardineles y generar la logística para que, solo se tengan que trasegar en obra dos veces; la primera para la organización una vez este fundido el elemento y la segunda cuando se instalen en el urbanismo del proyecto. El costo de organización de los prefabricados se encuentra en el alcance del presente APU y el costo de trasiego para la instalación es el mismo de cuando se compra el sardinél con el proveedor externo, ya que se descargan en un sitio de la obra y desde allí se distribuyen a lo largo de todo el urbanismo.

---

<sup>9</sup> Anexo 3: Detalle AIU para contratos mano de obra MARVAL.

**Figura 20. APU sardinel prefabricado en obra**

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
CONCEPTO: Sardinel Prefabricado					
Item: Sardinel prefabricado en obra					
Descripción: Mano de obra para la fundida, desencofre y organización de unidades de sardinel de 80 cm					
Unidad: UN					
<b>1. EQUIPO Y FORMALETA</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	REND.	VALOR PARCIAL
Herramienta menor (Martillo plastico - guantes)	gl	1,00	\$ 8.414,00	48,00	\$ 175,29
Formaleta Metalica para Sardinel	UN	1,00	\$ 3.392,85	1,00	\$ 3.392,85
Alquiler Bobcat	HR	1,00	\$ 65.450,00	18,00	\$ 3.636,11
				1,00	\$ -
<b>TOTAL EQUIPO</b>					<b>\$ 7.204,25</b>
<b>2. MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	FACTOR DE ABUNADAMIENTO	VALOR PARCIAL
ACPM Limpieza formaleta	GL	1,00	\$ 6.170,00	0,03	\$ 193,29
					\$ -
				1,00	\$ -
					\$ -
					\$ -
					\$ -
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>\$ 193,29</b>
<b>3. TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	REND	VALOR PARCIAL
	Gl	1,00		1,00	\$ -
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>					<b>\$ -</b>
<b>4. MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	JORNAL	REND.	VALOR PARCIAL
Fundida y desencofre sardinel	UN	1,00	\$ 6.677	1,00	\$ 6.676,80
Cargue y ordenar sardinel en patio	UN	1,00	\$ 400	1,00	\$ 400,00
				1,00	\$ -
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>\$ 7.076,80</b>
<b>COSTO UNITARIO DIRECTO</b>					<b>\$ 14.474,34</b>
AUI 15%					<b>\$ 2.171,15</b>
<b>P.U (Redondeado al peso)</b>					<b>\$ 16.645,00</b>

- El presente APU justifica el precio de una actividad, mas no de un proceso constructivo. La construcción de estructura tipo túnel en MARVAL se enfoca en la producción de 2 apartamentos por día. Se plantea adicionar la actividad de fundir sardineles como adicional en los contratos de estructura de las obras.

- En el anexo 4 se puede encontrar un precio de referencia para la mano de obra de la elaboración de sardinel.<sup>10</sup>

De acuerdo a lo anterior se tiene obtienen los costos de fabricar los sardineles en obra como se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 22. Cantidad total de sardineles a prefabricar**

<b>Cantidad de Sardineles a fabricar</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>
ML de sardineles requerida en obra	1.028,02	ML
Longitud de cada sardinel	0,80	ML
<b>Unidades requeridas de sardinel</b>	<b>1.286,00</b>	<b>Un</b>

**Tabla 23. Costo de prefabricar los sardineles en la obra**

<b>Costo de prefabricar los sardineles en obra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>Vlr Unit</b>	<b>Vlr total</b>
<b>Elaboración sardinel prefabricado</b>	<b>1.286,00</b>	<b>Un</b>	<b>16.645</b>	<b>21.405.470</b>

<sup>10</sup> Consulta precios mano de obra elaboración de sardineles a fecha 06 julio 2017.  
Fuente:[http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Urbanizacion\\_interior\\_del\\_terreno/Andenes\\_y\\_pisos/Bordillos/Bordillo.html](http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Urbanizacion_interior_del_terreno/Andenes_y_pisos/Bordillos/Bordillo.html)

## 5 OBSERVACIONES GENERALES

- El contratista de estructura de cada obra deberá ser el encargado de fundir los sardineles, el posterior desencofre y organización como actividad adicional a la fundida de estructura.
- Los sardineles requeridos para la ejecución de urbanismo se tendrán disponibles de acuerdo a la programación de obra. Para lograr esto se deben tener las formaletas de obra y comenzar a optimizar todos los concretos sobrantes desde la primera fundida de muros y placas. Normalmente la construcción de los urbanismos empieza después de tener finalizadas las actividades de estructura y una vez se puedan retirar la (s) torre (s) grúa (s) y hacer las vías que están frente a los apartamentos.
- A continuación se establecen los tiempos estimados para las actividades relacionadas con la fundida de los sardineles.

**Tabla 24. Tiempos estimados de fundida de sardineles**

<b>Tiempos estimados fundida 6 unidades de sardineles</b>			
<b>Día</b>	<b>Hora Inicio</b>	<b>Hora fin</b>	<b>Actividad a realizar</b>
1	06:30 p.m.	06:50 p.m.	Fundida sardinles
2	03:00 p.m.	03:10 p.m.	Desencofre
2	03:10 p.m.	03:30 p.m.	Transporte y organización
2	06:20 p.m.	06:30 p.m.	Impregnar ACPM en formaleta

Teniendo en cuenta que la actividad económica del contratista de estructura no es fabricar sardineles, se socializará y uno ó dos de sus trabajadores realizaran la labor y recibirán un pago adicional al jornal. En resumen es crear el incentivo para que la actividad se realice diariamente.

## 6 CONCLUSIONES

- El costo de compra de los sardineles que se usaron en la obra fue de 37,1 millones de pesos, si se fabrican en obra se optimiza el concreto sobrante y el costo de los sardineles es aproximadamente 21,4 millones. disminuyendo en 15,7 millones de pesos los costos directos del proyecto.
- En la obra Reserva de la Loma se compraron 351 m<sup>3</sup> de concreto adicionales a lo requerido para la construcción de la estructura de las 9 torres que conforman el proyecto.
- Los costos ocasionados por concreto adicional pedido en la construcción de la estructura de la obra Portal de la Loma alcanzan un valor de 94 millones de pesos, convirtiéndose en una pérdida sustancial para la empresa.
- El impacto del concreto adicional pedido en obra representa un 67% del costo de venta de un apartamento en el mismo conjunto<sup>11</sup>.
- Al prefabricar los sardineles en obra se pueden aprovechar 76 m<sup>3</sup> (21%) del concreto que se compró adicional.
- La calidad de los sardineles prefabricados con concreto de 3000 PSI y mayores resistencias está por encima de lo que se comercializa en el mercado.
- Generar en MARVAL la cultura de hacer los prefabricados en obra y así poder disminuir los sobre costos por desperdicio de concreto.

---

<sup>11</sup> Consulta costos de venta apartamentos Reserva de la loma a fecha 22 Mayo 2017.  
Fuente. <http://www.marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

- El desperdicio de concreto en la obra fue de 4,10%. Si los sardineles prefabricados se realizan en obra el desperdicio baja al 3,23%.
- Se debe profundizar la construcción LEAN en las obras del grupo MARVAL para disminuir las perdidas en los procesos constructivos.

## BIBLIOGRAFIA

CONCRETODO [En línea]. (recuperado 22 de abril de 2017). Disponible en. <http://concretodo.com.co/visor.php?i=MjE=>

Generador de precios Colombia. [En línea]. (recuperado 06 de julio de 2017). [http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Urbanizacion\\_interior\\_del\\_terreno/Andenes\\_y\\_pisos/Bordillos/Bordillo.html](http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Urbanizacion_interior_del_terreno/Andenes_y_pisos/Bordillos/Bordillo.html)

Google. Convertidor de unidades de presión. <https://www.google.com.co/search?q=conversor+de+moneda&oq=converson+&aqs=chrome.1.69i57j0l5.3609j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#q=convertidor+unidades+de+presion>

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Asentamiento del concreto (slump) I.N.V. E – 404 – 07

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de compresión y flexión I.N.V. E – 402 – 07

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Toma de muestras de concreto fresco I.N.V. E – 401 – 07

MARVAL S.A. [En línea]. (recuperado 19 de junio de 2017). Disponible en. <http://www.marval.com.co/proyecto/reserva-de-la-loma>

POSTES MEDINA [En línea]. (recuperado 13 de junio de 2017). Disponible en <http://www.postesmedina.com/bordillo.php>

RIVERA Gerardo. Resistencia del concreto. [En línea]. (recuperado 19 de junio de 2017). Disponible en. <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%202%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf>

TITAN ESPACIO PUBLICO <http://www.titancemento.com/>

## ANEXOS

### Anexo A. Cotización sardineles prefabricados 2017



Bucaramanga, Mayo 26 de 2017

Señores  
**MARVAL S.A.**  
Atn: Ing. Diana Antolinez  
Ciudad

**Ref:** Cotizacion Suministro Sardinel

DESCRIPCION	UND	VR. UNIT	IVA	TOTAL
SARDINEL 80*50*20	UND	32.000	6.080	38.080
SARDINEL 40*50*20	UND	16.800	3.192	19.992
SARDINEL 20*50*20	UND	9.200	1.748	10.948
TRANSICION 60*50*20	UND	26.000	4.940	30.940
RAMPA 80*34*20	UND	26.000	4.940	30.940



**ELIECER CADENA GARCIA**  
REPRESENTANTE LEGAL

## Anexo B: Cotización Formaleta Sardineles

					
Giron, Mayo 25 de 2017					
Señor Ing. Diego Cala					
REF: COTIZACION					
DESCRIPCION	UND	CANT.	V/UNIT.	IVA	V/TOTAL
Formaleta para sardinel de 0,80 de larga x 0,50 de alta, pintada en premer 513 de pintuco.	UND	1	\$ 611.093	\$ 116.108	\$ 727.201
Nota: Estos precios incluyen iva del 19%					
Atentamente,					
					
FERRETERIA Y TALLER DISMACON S.A.S. NIT. 900.193.627 - 1					
<b>BOGOTÁ</b> Cra 81 d bis n 7d - 09 Barrio El Castillo - Valladolid PBX/FAX: (057-1) 411 0847 Celular: 320 852 2694 - 320 852 2748			<b>FLORIDABLANCA (Bucaramanga - Santander)</b> C/ 28 No 86 - 71 Barrio La Cumbre - Floridablanca PBX: (097) 4 582282 - FAX: (097) 4 818434 Celular: 320 852 2740 - 320 852 2748		
<a href="http://www.dismaconsas.com">www.dismaconsas.com</a>					

Anexo C. AIU en los contratos Mano de Obra de MARVAL

MARVAL <small>www.marval.com.co</small>										PORTAL DE LA LOMA PLOMA-101-021							
900	02	02001006	24202	CM T3 - RELLENO PLACA FLOTA	M3	53,53	5.928,2	UN	8,00	317.315	2.538.520	8,00					
900	02	02002005	06305	CM T3 - VIBRADO CONC VIG-PLACA	M3	40,65	3.907,5	UN	8,00	158.828	1.270.624	8,00					
900	02	02002001	06705	CM T3 - TRASLADO HIERRO	UN	1,00	41.839,1	UN	5,00	41.839	209.195	5,00					
900	02	02002001	60763	CM T3 - DESCARGUE HIERRO	UN	1,00	41.839,1	UN	5,00	41.839	209.195	5,00					
900	02	02002001	24104	CM T3 - RETRO DE BARRO	UN	1,00	41.839,1	UN	5,00	41.839	209.195	5,00					
900	02	09001001	09101	CM T3 - PLACA ANTEPISO	M2	81,89	4.614,4	UN	8,00	377.877	3.023.016	8,00					
900	02	02001006	20207	CM T3 - AGUATERO	UN	1,00	41.839,1	UN	4,00	41.839	167.356	4,00					
900	02	02002001	02203	CM T3 - PANELITAS PLACA FLOT	M2	81,89	131,5	UN	8,00	10.769	86.152	8,00					
										<b>SUBTOTAL POR CONTRATO</b>	<b>106.849.423,0</b>	<b>SUBTOTAL PRESUPUESTO</b>					

<b>RÉGIMEN</b>	COMUN	<b>VIVIENDA</b>	POR VIVIENDA	TOTAL
<b>IVA SOBRE</b>	UTILIDAD	PRESUPUESTO		
		CONTRATO	498.114	107.592.723
		<b>URBANISMO</b>	POR VIVIENDA	TOTAL
		PRESUPUESTO		
		CONTRATO		

A	5,0%
I	5,0%
U	5,0%

**EL CONTRATANTE**  
MARVAL S.A.  
NIT. 890.205.645-0

A = 5%  
I = 5%

**EL CONTRATISTA**  
ESTRUCTURAS OLFAL S.A.S  
NIT. 900.866.165-8

Anexos de un contrato de mano de obra de Portal de la Loma. Fuente: Minutas de contratos MARVAL

## Anexo D. Precio mano de obra elaboración de sardinel

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
<b>1 Materiales</b>					
mt10hmf050qdf	m <sup>2</sup>	Concreto simple f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa), clase de exposición F0 S0 P0 C0, tamaño máximo del agregado 19 mm, manejabilidad plástica, fabricado en planta, según NSR-10 y ACI 318.	0,082	272.583,99	22.351,89
mt08aaa010a	m <sup>3</sup>	Agua.	0,006	2.861,38	17,17
mt01arg005a	t	Arena de cantera, para mortero preparado en obra.	0,007	39.051,99	273,36
mt08cem000d	kg	Cemento gris en sacos.	1,000	421,58	421,58
mt18jbg010aa	Ud	Bordillo recto de concreto, monocapa, con sección normalizada peatonal A1 (20x14) cm, clase climática B (absorción <=6%), clase resistente a la abrasión H (huella <=23 mm) y clase resistente a flexión S (R-3,5 N/mm <sup>2</sup> ), de 50 cm de longitud.	2,100	5.906,84	12.408,56
<b>Subtotal materiales:</b>					<b>35.472,56</b>
<b>2 Equipo</b>					
mq06hor010	h	Concretera.	0,005	617,35	3,09
<b>Subtotal equipo:</b>					<b>3,09</b>
<b>3 Mano de obra</b>					
mo041	h	Oficial 1ª obra blanca de obra civil.	0,313	11.042,68	3.456,36
mo087	h	Ayudante de obra blanca de obra civil.	0,348	8.131,05	2.829,61
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>6.285,97</b>
<b>4 Herramienta menor</b>					
	%	Herramienta menor	2,000	41.761,62	835,23
Coste de mantenimiento decenal: \$ 3.833,72 en los primeros 10 años.			<b>Costos directos (1+2+3+4):</b>		<b>42.596,85</b>

Consulta precios mano de obra elaboración de sardineles a fecha 06 julio 2017. Fuente: [http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Urbanizacion\\_interior\\_del\\_terreno/Andenes\\_y\\_pisos/Bordillos/Bordillo.htm](http://www.colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Urbanizacion_interior_del_terreno/Andenes_y_pisos/Bordillos/Bordillo.htm)