

IMPLEMENTACIÓN DE LONA MICROPERFORADA COMO PANTALLA PROTECTORA DE EDIFICIOS EN CONSTRUCCIÓN PARA GENERAR MENOR IMPACTO VISUAL

D. ÁLVAREZ ⁽¹⁾, C. CORREA ⁽²⁾ y G. BUSTAMANTE ⁽³⁾

RESUMEN

La Tela Mesh, Malla Mesh, o también denominada lona microperforada está diseñada para impresión de grandes formatos, destacando su ligereza. Se caracteriza por sus perforaciones que permiten el paso del viento para evitar daños en el material, además de conceder el paso de luz para tener buena visibilidad.

El presente informe, contempla una investigación y evaluación económica para la implementación de lona microperforada en la fachada de edificios en construcción, reemplazando así la malla Raschel convencional de color verde, azul o negra que se suele utilizar con estos propósitos.

PALABRAS CLAVES: Lona microperforada, malla Raschel, Viento, Costo

ABSTRACT

The Microperforated canva, or Microperforated Mesh, is disigned to big format prints, highlighting its use to cover huge buildings. It is characterized by its microperforations, which allows the passage of the wind to avoid damage in the material, further to allow the passage of the day light to have a good visibility.

This document, contemplate an investigation and an economic evaluation to implement the Microperforated mesh, in the facade of buildings in construction, replacing the conventional Raschel mesh of green, blue or black color, that is the most used today, and usually used with this purposes.

KEY WORDS: Microperforated canva, Raschel mesh, Wind, Cost.

⁽¹⁾ Estudiante, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, dalvarezc@ing.ucsc.cl

⁽²⁾ Profesor Guía, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, claudiocorrea@ucsc.cl

⁽³⁾ Profesor Informante, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de la Santísima Concepción, CHILE, gbustamante@ucsc.cl

1. INTRODUCCIÓN

Las edificaciones son aquellas construcciones realizadas artificialmente por el ser humano con diversos propósitos. Estas obras se diseñan, planifican y ejecutan en diferentes espacios, tamaños y formas, en la mayoría de los casos para habitarlas. Sin embargo, durante el proceso de construcción, los edificios afectan negativamente el entorno, impactando directamente en los transeúntes, ya que la construcción de estos genera contaminación visual.

Es sabido que la fase de hormigonado de un edificio es rápida, no así la parte de movimiento de tierras y terminaciones, ésta última durando incluso años. Esto quiere decir, que la fachada de la estructura puede estar muchos meses impactando visualmente a las personas que transcurren día a día por la zona de construcción.

La Norma Chilena de Construcción NCh2458.Of1999, en su punto 5.2., indica que *“Se debe utilizar pantallas de protección cuando exista la posibilidad de caída de materiales, herramientas, escombros, material particulado o cualquier objeto que pueda lesionar a las personas que se encuentran o transiten por niveles inferiores”*.

Es necesario conocer la forma del edificio a construir, además de algunos factores, como: plotter de inyección de tinta o plotter de impresión digital, malla mesh, tela mesh o lona microperforada, empalme o traslape de lona, sellado perimetral de lona y ojetillado.

En la búsqueda de soluciones para el mejoramiento de fachada de edificios, es que se estudia emplear la instalación de lona microperforada en al menos una cara de una determinada estructura. El propósito de dicho material es entrar en reemplazo de la malla Raschel convencional que es la que se ocupa frecuentemente en las construcciones en el país.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fachadas

Actualmente en Chile, existe una norma oficial (NCh2458.Of1999) que establece los requisitos de seguridad para trabajos en altura. Este documento indica que *“se debe utilizar pantallas de protección cuando exista la posibilidad de caída de materiales, herramientas, escombros, material particulado o cualquier objeto que pueda lesionar a las personas que se encuentran o transiten por niveles inferiores”*.

Una vez finalizada la fase de hormigonado en la construcción de edificios, para cumplir con la normativa vigente se utiliza malla Raschel como pantalla protectora contra caída de objetos. Sin embargo, este material hecho de HDPE (polietileno de alta densidad) no es lo suficientemente amigable a la vista, ya que deteriora considerablemente el paisajismo de un entorno o ciudad afectando directamente a los transeúntes y turistas. Así mismo, es común ver en las edificaciones, mallas en mal estado, rasgadas y deterioradas por acción de la fuerza del viento.



Figura 1. Edificio con andamiaje recubierto de malla Raschel.

Fuente: Tomada de www.mallasraschel.cl.

En la búsqueda de soluciones para el mejoramiento de fachada de edificios, y reducción de impacto visual, es que se piensa reemplazar esta clásica malla Raschel de color negro, verde

o azul (ver Figura 1), por una lona microperforada o malla Mesh impresa que muestre el edificio ya terminado.

2.2. Características lona microperforada

La lona microperforada (ver Figura 2), es un material de PVC (policloruro de vinilo) diseñado para impresión de grandes formatos, destacando su ligereza. Se caracteriza por sus pequeñas perforaciones que permiten el paso del viento para evitar rasgaduras y el efecto vela, además de conceder el paso de luz para tener buena visibilidad. Adicional a esto, es idóneo para usar en exteriores debido a su resistencia a la lluvia, rayos ultravioletas, y también al fuego.



Figura 2. Lona microperforada impresa, en edificio Universidad Santo Tomás.

Fuente: Fotografía tomada de DPImpress, 2018

Existen diversos gramajes por metro cuadrado de lona microperforada a saber: 270g/m², 370g/m², 440g/m². Cabe destacar, que cada gramaje tiene resistencias distintas, esto para resistir las diferentes fuerzas resultantes debido a las cargas de viento producidas en distintas zonas del país, ya sea en campo abierto o dentro de la ciudad, tal como indica la norma de viento que se verá más adelante.

2.3. Política Nacional de Desarrollo Urbano

La Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU), es un documento cuyo objetivo principal es generar condiciones para una mejor calidad de vida de las personas, basada en el concepto

de “desarrollo sustentable”, entendiendo “desarrollo” como el aumento de las posibilidades de las personas para llevar adelante sus proyectos y “sustentable” en términos que la satisfacción de las necesidades actuales no pasen a llevar a futuras generaciones.

Este escrito, señala en el punto 3.1.2. que en el desarrollo de proyectos se tomen decisiones con criterios sustentables y con valoración de los aspectos paisajísticos, recibiendo fomentos e incentivos por parte de mecanismos públicos. Esto quiere decir que el Estado fomenta e incentiva a aquellas constructoras que planifiquen y construyan incluyendo mecanismos sustentables.

Con el fin de obtener claridad y profundizar más en el tema, se entrevista a tres directores de Secretaría de Planificación Comunal (SECPLAN) de diferentes municipalidades del gran Concepción. Esta dirección es la encargada de crear las bases de las licitaciones en el sector público. Se consulta sobre qué tipo de fomentos e incentivos recibían aquellas constructoras que implementan sustentabilidad en sus ofertas al momento de una licitación.

2.4. Norma Española UNE-EN 12811-1

La norma española UNE-EN 12811-1, especifica requisitos de comportamiento y métodos de diseño estructural general para andamios de trabajo y acceso.

Al igual que la norma chilena (NCh2458.Of1999), indica que los andamios deben ir con revestimiento, entendiendo que estará revestido con redes o con lonas de protección.

El anexo A del documento español anteriormente señalado, tiene una formulación para calcular la carga resultante de viento que se ejerce sobre la pantalla protectora de los andamios de trabajo.

2.5. Norma Chilena NCh432.Of71

La norma chilena NCh432.Of71, señala cómo debe ser el cálculo de la acción del viento sobre las construcciones, donde se indica un coeficiente q , que es la presión básica, en kg/m^2 .

Es importante mencionar que este factor toma dos valores distintos dependiendo de la localidad donde esté situado el edificio a construir, es decir, situado en una urbe o ante el mar, zona costera, campo abierto y de condiciones similares.

En la tabla 1, se muestra los valores de la presión básica del viento para cada altura.

Tabla 1. Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo.

Construcciones situadas en la ciudad		Construcciones situadas en campo abierto, o ante el mar	
Altura sobre el suelo (m)	Presión básica, q (kg/m ²)	Altura sobre el suelo (m)	Presión básica, q (kg/m ²)
0	55	0	70
15	75	4	70
20	85	7	95
30	95	10	106
40	103	15	118
50	108	20	126
75	121	30	137
100	131	40	145
150	149	50	151
200	162	75	163
300	186	100	170
		150	182
		200	191
		300	209

Fuente: Norma Chilena NCh432.Of71

Cabe señalar que, en caso de que se presente algún edificio cuya altura no sea visible en la tabla, el valor de la presión básica del viento se debe interpolar.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

El presente informe considera un edificio con fachada de 50 metros de alto y 30 metros de ancho, lo que conlleva al siguiente objetivo general.

- Implementar lona microperforada como pantalla protectora de edificios en construcción para reducir impacto visual.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para lograr el objetivo general, se considera los siguientes objetivos específicos, considerando el mismo edificio de 1.500 metros cuadrados de fachada.

- Determinar incentivos por parte del sector público y el grado de interés por parte del sector privado
- Definir el gramaje de lona microperforada para fachada de edificio
- Evaluar y comparar económicamente la implementación de lona microperforada y malla Raschel

4. METODOLOGÍA

4.1.1. Incentivos por parte del sector público

La Política Nacional de Desarrollo Urbano, señala en el punto 3.1.2. *“Incorporar en las decisiones de planificación y en las reglas para el desarrollo de proyectos criterios de manejo sustentable del patrimonio natural y valoración de los aspectos paisajísticos, incluyendo mecanismos públicos de fomento o incentivos”*. Con el fin de conocer los incentivos, se entrevista a directores municipales de tres municipalidades de la Provincia de Concepción, la de Concepción, Talcahuano y San Pedro de la Paz. Específicamente, las direcciones municipales a las que se asiste es la Dirección de Obras Municipales, Dirección de Medio Ambiente y Secretaría Comunal de Planificación. Esta última es la encargada de crear las bases de las licitaciones en el sector público y asignar los puntajes a cada criterio de evaluación (menor costo, menor plazo de entrega de la obra, etc.). Se consulta sobre qué tipo de fomentos e incentivos reciben aquellas constructoras que implementan sustentabilidad en sus ofertas al momento de una licitación.

4.1.2. Grado de interés en constructoras e inmobiliarias

En el sector privado es donde se encuentra el cliente potencial de la presente investigación, ya que en el ámbito de la construcción es de donde se quiere obtener retroalimentación, es decir, de constructoras e inmobiliarias.

Es por eso que, con el fin de conocer el grado de interés de entidades sobre este proyecto, se realiza una encuesta a diversas empresas que actualmente tienen obras ejecutándose en distintas comunas del Gran Concepción. Específicamente se encuesta a los administradores (residentes) de obra y jefes de oficina técnica, ya que estos profesionales son los encargados de tomar las decisiones de los procesos constructivos y también del presupuesto de cada obra. Las empresas encuestadas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Empresas encuestadas.

Empresas	
Constructora ALM	Inmobiliaria AVB
Constructora Esperanza	Inmobiliaria Pocuro
Constructora Lagies	CISS Inmobiliaria
Constructora Avatar	Ebco S.A.
Constructora KyP	Constructora RTA

Fuente propia

La encuesta realizada a las distintas entidades contempla preguntas para saber si las empresas están comprometidas con el medio ambiente, y si consideran una buena idea cambiar la malla Raschel por la lona microperforada.

En Anexo A se muestra una encuesta y las respuestas de una de las empresas.

4.2. Determinación del gramaje de lona microperforada

La norma chilena de viento (NCh432.Of71), señala que la presión básica del viento (medido en kg/m^2) tomará distintos valores dependiendo de la altura, y del lugar donde se construirá el edificio. Esto quiere decir que, para construcciones situadas en campo abierto, ante el mar o en sitios de similares condiciones, el valor de la presión básica será mayor a que si la construcción está situada en la ciudad, o en lugares comparable a esta. Esta presión, será ejercida directamente sobre la lona microperforada mientras esté instalada sobre los andamios.

Actualmente en Chile, se comercializan diferentes gramajes de lona microperforada, con el fin de poder cumplir con la resistencia a distintas velocidades de viento a un menor costo

posible. Cada una de estas lonas posee una resistencia distinta, dicho valor aumenta a medida que incrementa el gramaje del material.

Para determinar la fuerza resultante de viento que actúa sobre la lona según la Norma Española UNE-EN 12811-1, y teniendo clara la resistencia de cada malla por medio de su ficha técnica, se puede discriminar entre un y otro gramaje.

Para calcular la resultante de carga de viento que actúa sobre la lona, se utiliza:

$$F = C_s * \sum_i (C_{f,i} * A_i * q_i)$$

Donde

F	es la resultante de carga de viento	kN
$C_{f,i}$	es el coeficiente de fuerza aerodinámica para el recubrimiento i	adimensional
A_i	es el área de referencia del recubrimiento	m^2
q_i	es la presión dinámica sobre la sección i del recubrimiento	kN/m^2
C_s	es el coeficiente del sitio	adimensional

El documento señala que, los coeficientes de fuerza aerodinámica se especifican separadamente en ambas direcciones, normal ($C_{f\perp}$) y paralela ($C_{f\parallel}$) al plano del recubrimiento. Estos dos pueden considerarse como casos independientes.

La norma indica que el coeficiente de fuerza aerodinámica cambia según el tipo de revestimiento que lleven los andamios, estos son:

a. Redes

Cuando los valores para los coeficientes de fuerza aerodinámica, para un tipo de red no estén disponibles a partir de un túnel de ensayo, se debería tomar los valores indicados a continuación:

$$C_{f\perp} = 1.3$$

$$C_{f\parallel} = 0.3$$

b. Lonas

Los coeficientes de fuerza aerodinámica para lonas se deben asumir según se indica a continuación:

$$C_{f\perp} = 1.3$$

$$C_{f\parallel} = 0.1$$

Continuando con el área A de recubrimiento, para las acciones de viento tanto paralelas como normales al plano, el área total del recubrimiento equivale al área de referencia A .

El coeficiente del sitio C_s depende de la relación de solidez, φ_B , que viene dada por la ecuación:

$$\varphi_B = \frac{A_{B,n}}{A_{B,g}}$$

Donde

$A_{B,n}$ es el área neta de la fachada (con las aberturas deducidas) m^2

$A_{B,g}$ es el área bruta de la fachada m^2

El valor C_s se obtiene de la Figura 3. Para las redes, tanto en dirección normal como paralela, se usa la recta 1. En las redes en las que $C_{f\perp}$ es mayor que 0.8, dicha red debería considerarse lona de protección por lo que respecta al coeficiente del sitio, es decir, $C_s = 1.0$. Para lonas, en dirección paralela y normal, se utiliza la recta 2, lo cual significa $C_s = 1.0$. La curva 3, se utiliza para obtener la tensión de las fuerzas de anclaje de las uniones del andamio en el lado de sotavento. Para el cálculo de las cargas de viento en el área del extremo de un tramo de un andamio de trabajo, el valor de C_s debería tomarse igual a 1.0.

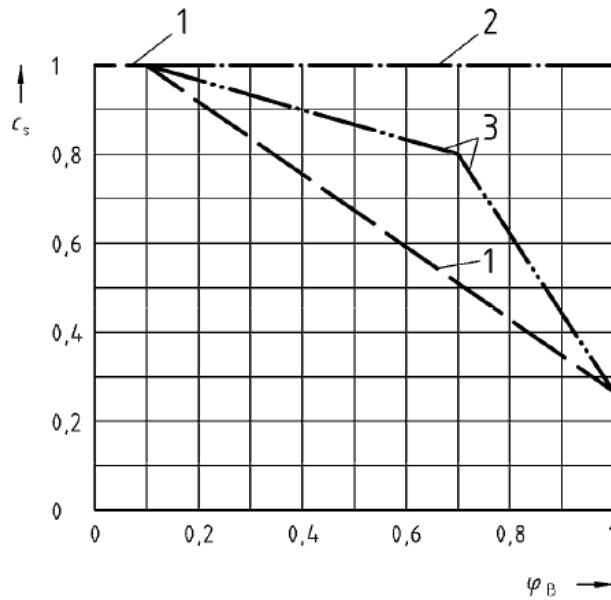


Figura 3. Coeficiente del sitio C_s , para andamios de trabajo con revestimiento delante de la fachada

Fuente: UNE-EN 12811-1 (2005)

En la tabla 8, se especifica la resistencia de cada gramaje, tanto para viento perpendicular como paralelo a la lona, y a lo largo y ancho del rollo:

Tabla 3. Resistencia de cada lona.

Lona	Plano	Tipo resistencia	Valor	Unidad de medida
270 g/m ²	A lo largo del rollo	Perpendicular	22	kN/m
		Paralela	4.3	kN/m
	A lo ancho del rollo	Perpendicular	17	kN/m
		Paralela	4	kN/m
370 g/m ²	A lo largo del rollo	Perpendicular	30.14	kN/m
		Paralela	5.9	kN/m
	A lo ancho del rollo	Perpendicular	23.3	kN/m
		Paralela	5.48	kN/m
440 g/m ²	A lo largo del rollo	Perpendicular	41.3	kN/m
		Paralela	8.1	kN/m
	A lo ancho del rollo	Perpendicular	32	kN/m
		Paralela	7.5	kN/m

Fuente: Ficha técnica Poster And Panel.

Existen distintos tipos de requerimientos y/o solicitudes dependiendo del área total a cubrir, además de la altura y ubicación del edificio.

4.3. Evaluación económica y comparación

Con el fin de tener conciencia de la diferencia de precio entre una alternativa y otra, se procede a calcular el costo de la instalación de malla Raschel. Para poder obtener el valor por metro cuadrado de instalación de esta malla, es necesario generar una planilla Excel con un APU de esta partida, donde se incluye el costo y rendimiento de la mano de obra y material a utilizar.

Al igual que para la malla Raschel, se considera un APU para calcular el costo por metro cuadrado de lona microperforada, pero, además, se consideran otros gastos, los cuales se detallan a continuación:

4.3.1. Ubicación

Para la puesta en marcha del presente proyecto, se requiere de un lugar físico para realizar todo el proceso que conlleva la fabricación de estas pantallas protectoras (diseño, impresión, fusionado, sellado y ojetillado de la lona). Para esto, se considera el arriendo de un local comercial cuya ubicación es en la galería Lido, en la comuna de Concepción. En la tabla 3 se resume el costo del arriendo y la superficie del local.

Tabla 4. Precio local comercial.

Local Comercial	
Tamaño terreno (m ²)	220
Costo arriendo (\$)	350.000

Fuente propia

En el Anexo B se adjunta la cotización del local a arrendar.

4.3.2. Maquinaria

Es necesario conocer el costo asociado a la maquinaria a utilizar para este proyecto, cuyo uso es indispensable para poder llevar a cabo todo el proceso. La presente investigación contempla la utilización de la siguiente maquinaria:



4.3.2.1. Computador (Asus Zenbook Pro Duo)

Si bien puede parecer obvio, es importante mencionar que el equipo debe ser de alto rendimiento, debido a la magnitud de los archivos que se trabajarán por la envergadura de cada proyecto.

4.3.2.2. Plotter de Inyección de Tinta (Roland VersaEXPRESS RF 640)

Esta máquina, es una impresora de gran formato que permite imprimir con un alto rendimiento (23.1 m²/h) la imagen del edificio terminado, que es lo que se desea lograr.

4.3.2.3. Termo fusionadora (Weldy Miniwelder Tex2)

Estas gigantografías, al exceder el ancho máximo de impresión del plotter (1.6m), se deben imprimir por partes, las cuales posteriormente se termo fusionan, proceso que consiste en unir las lonas mediante calor derritiendo los extremos para unir las. Esta misma máquina es la encargada de sellar por el perímetro el material, previo al proceso de ojetillado.

4.3.2.4. Ojetilladora (BSQ)

La etapa final previa a la instalación de la lona consiste en perforar la lona cada 30cm con el fin de ponerle ojetillos metálicos. Esta herramienta manual es la encargada de lograr este proceso. El precio de la maquinaria anteriormente descrita se detalla en la tabla 4.

Tabla 5. Costo maquinaria.

Máquina	Proveedor	Precio (+ I.V.A.)
Computador Asus Zenbook	Falabella Retail S.A.	\$3.193.268.-
Plotter Roland VersaArt RE-640	Microgeo S.A.	\$10.498.250.-
Termosoldadora Weldy	Vorwerk y cia. Ltda.	\$2.224.585.-
Ojetilladora BSQ	Almacenes Paris S.A.	\$25.202.-

Fuente propia

En el Anexo C se adjunta la cotización respectiva de cada máquina.

4.3.3. Materiales

Otro ítem indispensable que se considera es el valor de los materiales a utilizar para llevar a cabo el proceso, que es, la lona microperforada de distintos gramajes, la tinta y los ojetillos,

así como también los materiales requeridos para la instalación y montaje de la lona, que son las amarras plásticas o amarra cables.

A continuación, se describen los materiales a utilizar:

4.3.3.1. Lona microperforada (270, 370, 440 g/m²)

Los andamios deben ser cubiertos con malla microperforada, material que es resistente al sol, lluvia, intemperie e incluso fuego, además de permitir el paso del viento a través de sus pequeños agujeros.

La finalidad de esta lona es reemplazar la malla Raschel convencional que se suele utilizar como pantalla protectora.

4.3.3.2. Ojetillos ø 10mm

Los ojetillos u ojales son pequeños anillos de aluminio, los cuales van por el perímetro de la lona, espaciados a 30cm de distancia. Su utilidad es poder facilitar la instalación y fijación de la lona al andamio.

4.3.3.3. Amarra cables

Este material es el encargado de fijar la lona, pasando por dentro del ojal y abrazando al andamio. En la tabla 5 se detalla el valor de cada material:

Tabla 6. Costo maquinaria.

Material	Proveedor	Precio (+ I.V.A.)
Rollo Lona Microperforada 50x1.60m, 270 g/m ²	Dibco SpA	\$106.400.-
Rollo Lona Microperforada 50x1.60m, 370 g/m ²	Soporte Publicitario	\$116.875.-
Rollo Lona Microperforada 50x1.60m, 440 g/m ²	Soporte Publicitario	\$134.732.-
Tinta CMYK (1 L)	Abingraf S.A.	\$63.546.-
Ojetillos 10mm (bolsa 100u.)	Junhai Century Chile	\$5.034.-
Amarra cables 381x7.62mm (100 u.)	Sodimac S.A.	\$19.319.-

Fuente propia

En el Anexo D se adjunta la cotización respectiva de cada material.

4.3.4. Personal

Las máquinas no tienen funcionamiento autónomo, por lo que es importante considerar personal. Un diseñador, quien se encarga del proceso de diseño e impresión de la lona, y seis



trabajadores, para el fusionado de la malla, el sellado, ojetillado e instalación de esta. Cabe destacar que el diseñador, es además el CEO de la empresa, por eso su sueldo es más alto que el sueldo promedio en Chile de los diseñadores gráficos. En la tabla 6 se muestra el sueldo bruto de cada trabajador.

Tabla 7. Costo personal.

Personal	Cantidad	Sueldo bruto / mes
Diseñador	1	\$1.820.000.-
Personal de producción (maestros)	6	\$582.500.-

Fuente propia

4.3.5. Costo energético de la maquinaria

El cálculo de consumo energético se realiza extrayendo de las fichas técnicas, los requisitos de alimentación de cada maquinaria. Como cada proyecto a ejecutar es distinto, debido a que cada edificio tiene un tamaño diferente, es importante mencionar que el costo energético se realiza para un uso de nueve horas correspondiente a un día laboral, posteriormente con el rendimiento de cada máquina se puede calcular el costo energético total. El detalle del consumo de cada máquina se detalla en la tabla 7.

Tabla 8. Costo de consumo energético por un día laboral de uso (9 horas).

Maquinaria	Consumo (kWh)	Costo (\$/kWh)	Costo total (\$)
Computador Asus	2.16	127.44	275.27
Plotter Roland	8.12	127.44	1034.81
Termosoldadora Weldy	7.2	127.44	917.57

Fuente propia

5. RESULTADOS

5.1.1. Incentivos por parte del sector público

A pesar de que la Política Nacional de Desarrollo Urbano señala que el estado fomenta e incentiva a aquellas constructoras que implementen sustentabilidad en sus ofertas al momento de una licitación pública (escrito que fue confirmado por los Directores Municipales de Medio Ambiente de cada Municipalidad), esto actualmente no ocurre en la práctica, ya que al buscar y ver las bases de las licitaciones en www.mercadopublico.cl, se



pudo comprobar que de 100 licitaciones, sólo tres asignan más puntaje a empresas con sustentabilidad e innovación en sus ofertas. Dicho puntaje alcanza el cinco por ciento del puntaje total de una licitación como máximo, lo cual no es un porcentaje decisivo para ganar una licitación en el mercado público.

5.1.2. Grado de interés en constructoras e inmobiliarias

Si bien en el sector público no se obtuvo respuesta positiva en cuanto a la implementación de la lona microperforada, sí hubo buena aceptación por parte del sector privado.

Ante la primera pregunta de la encuesta, el 90% de las empresas encuestadas, señala estar comprometida con el medio ambiente, sustentabilidad e innovación.

En respuesta a la segunda pregunta, el 80% de las empresas considera que la malla microperforada mitiga el impacto visual paisajístico que genera la construcción de un edificio con malla Raschel como pantalla protectora.

Para la tercera y cuarta interrogante, el 100% de las empresas encuestadas cree que es buena idea reemplazar la malla Raschel por la lona microperforada, favoreciendo al impacto visual durante la fase de construcción. Asimismo, el 100% de las entidades implementaría esta alternativa en alguna de sus obras.

Con respecto al criterio de elección para la pantalla protectora de edificios, el 70% de las empresas elegiría la economía y el otro 30% se inclina por el impacto visual.

Ante la sexta pregunta, el 60% de las entidades cree que esta alternativa debería tornarse obligatoria agregando esta actividad directamente a un APU y cobrándolo en el presupuesto.

Además, para el recuadro observaciones adicionales, el 30% de las empresas considera que visualmente la lona microperforada es mejor que la malla Raschel y que aparentemente es más resistente debido a que tiene mayor gramaje, lo que mitigaría aún más el riesgo de caída de materiales.

5.2. Selección gramaje lona microperforada

A modo de ejemplo, la selección del gramaje de la lona microperforada para un edificio se hace considerando una construcción de 18 pisos, correspondiente a un alto aproximado de 50 metros (asumiendo que el primer piso es de 3.5m de altura y los 17 restantes son de 2.7m de altura), con un ancho de 30 metros, es decir, el área de la fachada a cubrir es de 1.500 m².

Además, para este ejemplo se considera que la construcción del edificio está situada en la ciudad. Como la altura de la construcción son 50 metros, la Norma Chilena NCh432.Of71 indica que la presión básica del viento en la ciudad es de 108 kg/m², es decir, 1.06 kN/m².

La norma española UNE-EN 12811-1, indica que el coeficiente de fuerza aerodinámica para redes y lonas toma un valor de 1.3 si la fuerza es perpendicular al recubrimiento, y para fuerzas de viento paralela a la fachada toma un valor de 0.3 y 0.1 para redes y lonas, respectivamente. Como la malla microperforada tiene perforaciones, se considera como red, es decir, con un coeficiente de fuerza aerodinámica de 1.3 y 0.3, para la fuerza perpendicular y paralela, respectivamente.

Continuando con la misma norma española, esta señala que el coeficiente de sitio toma valor 1 si el coeficiente de fuerza aerodinámica es mayor a 0.8. Por lo tanto, para calcular la fuerza de viento perpendicular, se considera un coeficiente de sitio igual a 1. No así para la fuerza de viento paralela a la malla, ya que el coeficiente de fuerza aerodinámica es 0.3, por ende, se extrae el coeficiente de sitio de la figura 3 teniendo presente la relación de solidez del material que es 0.7. Al ingresar dicha relación, el gráfico entrega un valor de coeficiente de sitio igual a 0.52.

Una vez obtenido todos estos valores, se ingresa cada dato a la fórmula del Anexo A de la norma española. Por lo tanto, el cálculo de la fuerza perpendicular a la lona por acción del viento es:

$$F_{\perp} = 1 * 1.3 * 1500 * 1.06 \text{ [kN]}$$

$$\Rightarrow F_{\perp} = 2065 \text{ kN}$$

Análogamente, el cálculo de la fuerza paralela a la lona por acción del viento es:

$$F_1 = 0.52 * 0.3 * 1500 * 1.06 [kN]$$

$$\Rightarrow F_1 = 248 kN$$

Resumiendo, se muestran los resultados en la tabla 9.

Tabla 9. Resumen fuerza por acción del viento.

Fuerza por acción del viento	
Perpendicular a la lona	2065 kN
Paralela a la lona	248 kN

Fuente propia

Tal como se muestra en la tabla 3, la lona microperforada tiene una resistencia tanto para vientos perpendiculares como paralelos a la superficie, cuya unidad de medida está medida en kN/m. La resistencia a lo largo del rollo se multiplica por la altura del recubrimiento que son 50 metros, y la resistencia a lo ancho del rollo se multiplica por el ancho del recubrimiento que son 30 metros. Finalmente se suma vectorialmente ambos valores.

En la tabla 10 se detalla la resistencia de cada lona y si cumple o no con la resistencia solicitada. Cabe señalar que estos valores son para la fuerza perpendicular al recubrimiento.

Tabla 10. Resistencia a la fuerza perpendicular a la lona

Gramaje	Plano	Largo / Ancho	Valor	CUMPLE / NO CUMPLE
270 g/m ²	Perpendicular	Largo	1212 kN	NO CUMPLE
		Ancho		
370 g/m ²	Perpendicular	Largo	1661 kN	NO CUMPLE
		Ancho		
440 g/m ²	Perpendicular	Largo	2277 kN	CUMPLE
		Ancho		

Fuente propia

Como la fuerza perpendicular a la lona por acción del viento es de 2065 kN, la lona que resiste esta fuerza es la de 440 g/m², ya que su resistencia es de 2277 kN.

Análogamente, el cálculo de la resistencia al viento paralelo a la lona se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Resistencia a la fuerza paralela a la lona

Gramaje	Plano	Largo / Ancho	Valor	CUMPLE / NO CUMPLE
270 g/m ²	Paralela	Largo	246 kN	NO CUMPLE
		Ancho		
370 g/m ²	Paralela	Largo	338 kN	CUMPLE
		Ancho		
440 g/m ²	Paralela	Largo	463 kN	CUMPLE
		Ancho		

Fuente propia

Como la fuerza paralela a la lona por acción del viento es de 248 kN, la lona que resiste esta fuerza es la de 370 g/m² y 440 g/m², ya que sus resistencias son de 338 kN y 463 kN, respectivamente. Sin embargo, como la lona de 370 g/m² no resiste la fuerza de viento perpendicular, sólo se puede instalar la lona de 440 g/m² para el ejemplo mostrado.

5.3.1. Costo de instalación Malla Raschel

Luego de cotizar el material a utilizar, se investiga la mano de obra necesaria y su rendimiento correspondiente, con el fin de calcular el precio unitario de esta partida, llegando a un costo por metro cuadrado de \$996.- (+I.V.A.).

En el Anexo E se detalla el APU generado para calcular el costo por metro cuadrado de instalación de malla Raschel en edificios.

5.3.2. Costo de fabricación y montaje Lona Microperforada

Al igual que la malla Raschel, para calcular el costo por metro cuadrado de lona microperforada, se utiliza el método de Análisis de Precio Unitario. Sin embargo, se divide en dos el proceso, uno de fabricación y otro de instalación, debido a que son dos actividades distintas y no se pueden hacer ambas a la misma vez.

Para el proceso de fabricación se generan tres APU distintos, uno para la lona de 270 g/m², uno para la lona de 370 g/m² y otro para la lona de 440 g/m², es decir, de la más delgada y menos resistente, a la más gruesa y resistente. Esto debido a que cada rollo de lona tiene un



costo distinto. Por otra parte, para el proceso de instalación se genera sólo una planilla APU, ya que el proceso de instalación es el mismo para cualquiera de las tres lonas.

El resumen del costo por metro cuadrado de fabricación e instalación de las lonas microperforadas se detalla en la tabla 12.

Tabla 12. Costo por metro cuadrado de lona microperforada.

Lona	Actividad	Costo (\$/m ²)
270 g/m ²	Fabricación	3.868
370 g/m ²	Fabricación	3.999
440 g/m ²	Fabricación	4.223
270, 370 y 440 g/m ²	Instalación	874

Fuente propia

Es importante señalar que, para obtener el valor total por la implementación de lona microperforada en un edificio, es necesario sumar el costo de fabricación de la lona, con el costo de instalación. Este valor final variará dependiendo de qué lona se utilice para cada proyecto, teniendo presente la fuerza de viento que actúe sobre la lona, tal como lo indica la Norma Española UNE-EN 12811-1.

El detalle de los APU generados para calcular el costo por metro cuadrado tanto de fabricación como de instalación de la lona microperforada se encuentra en los Anexos F, G, H e I.

6. CONCLUSIONES

Si bien por parte del sector público no hay un incentivo real para que las empresas constructoras implementen esta alternativa en sus ofertas al momento de licitar, sí hay buena aceptación por parte del sector privado, debido a que la totalidad de las empresas encuestadas cree que es buena idea reemplazar la malla Raschel por la lona microperforada, e implementaría esta alternativa en alguna de sus obras.

Es importante tener en consideración algunos factores del edificio antes de implementar esta alternativa, como: alto y ancho de la estructura, además de la ubicación, con el fin de poder hacer un correcto cálculo de la fuerza resultante de viento que recibirá la fachada, tal como



se muestra en el apartado 5.2. de resultados. Adicional a esto, se debe tener presente la resistencia de cada lona microperforada, con el fin de elegir la más barata que resista.

En la actualidad, el costo por metro cuadrado de la malla Raschel instalada, asciende a un valor de \$996.- (+I.V.A.), el cual corresponde a un precio muy conveniente si se compara con el costo por metro cuadrado de la lona microperforada que tiene un valor por metro cuadrado desde los \$4.742.-, hasta los \$5.097.- (instalada). Si bien ésta última opción no es la más económica como se buscaría en la construcción, es una alternativa que ronda entre el 0.1% y el 0.2% del costo total de una obra. Se podría costear con la venta de sólo un departamento en edificios habitacionales u oficina para edificios de oficinas. Por otra parte, para estructuras con alto nivel cultural y/o patrimonial, esta solución podría ser un tema obligatorio, es decir, que el mandante exija implementar esta idea mientras se remodela, teniendo que agregar así la constructora directamente la lona microperforada como partida, y generar un APU para finalmente agregar al presupuesto.

Como comentario adicional, al realizar las encuestas a empresas constructoras e inmobiliarias, de las 20 entidades encuestadas, tres señalaron como comentario adicional que durante la fase de terminaciones debían volver a instalar malla Raschel dos o tres veces por su poca durabilidad debido a la acción del viento durante los temporales, es decir, debían incurrir en el gasto de la instalación de malla Raschel hasta tres veces en una misma obra.

7. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Nacional de Normalización. (1971). *NCh 432 Of.1971: Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones (NCh 432)*. Santiago, Chile: INN.

Instituto Nacional de Normalización. (1999). *NCh 2458 Of.1999: Construcción – Seguridad – Sistema de protección para trabajos en altura – Requisitos Generales (NCh 2458)*. Santiago, Chile: INN.

Comité Europeo de Normalización. (2003). *UNE-EN 12811-1: Andamios – Requisitos de comportamiento y diseño general (UNE-EN 12811-1)*. Bruselas, Bélgica: CEN

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu (2014). *Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU)*. Santiago, Chile: Minvu

8. LINKOGRAFÍA

Mallas Raschel, (2019). Mallas Raschel para tus proyectos [imagen]. <https://mallasraschel.cl/mallas-para-tus-proyectos/>

DPImpress, (2018). Malla Mesh [imagen]. <https://www.dpimpress.cl/malla-mesh/>



9. ANEXOS

Anexo A: Encuesta respondida por empresa.



UCSC

NOMBRE: _____ FECHA: _____

EMPRESA: _____ CARGO: _____

Por favor, marque con una X su respuesta.

1. ¿La empresa en la que trabaja está comprometida con el medio ambiente, sustentabilidad e innovación?

SI	NO
X	

En la Figura 1 se muestra la malla Raschel convencional que se suele utilizar en las construcciones y en la Figura 2 se muestra una malla microperforada, que es un material alternativo con la misma finalidad de la malla anterior, es decir, de pantalla protectora contra caída de objetos y/o herramientas. La diferencia es que esta última, tiene un proceso previo de impresión, con el fin de mostrar el edificio ya terminado mientras está en su fase de construcción, ayudando, además, a reducir el impacto visual paisajístico que pueda llegar a generar la edificación.



Figura 1.



Figura 2.

Luego de observar las figuras, por favor, responda:

2. ¿Considera que la malla microperforada mitiga el impacto visual paisajístico que genera la construcción de un edificio con malla raschel como pantalla protectora?

SI	NO
X	

3. Dejando de lado los costos asociados a una u otra opción, ¿Cree usted que es una buena idea reemplazar la malla Raschel por la malla microperforada, favoreciendo al impacto visual durante la construcción?

SI	NO
X	



4. ¿Implementaría esta alternativa en alguna obra suya?

SI	NO
X	

5. ¿Qué criterio utilizaría para elegir la pantalla protectora del edificio que está a cargo usted?

ECONOMÍA	IMPACTO VISUAL
	X

6. ¿Cree usted que esta alternativa debería tornarse obligatoria, agregando esta actividad a un APU correspondiente y cobrándolo directamente en el presupuesto?

SI	NO
X	

7. Si desea realizar observaciones y/o comentarios al respecto, por favor, rellene el siguiente espacio:

VISUALMENTE, ES MEJOR QUE LA MALLA PACHEL.
 POR SU MATERIALIDAD, SE NOTA QUE MEJORA
 (O PROTEGE) MEJOR CONTRA LA CAIDA DE
 MATERIALES DESDE ALTEZA.
 MITIGA RIESGO DE CAÍDAS EN FORMA DE
 PROYECTIL

Anexo B: Aviso de venta de terreno en sector industrial.

ARRIENDO PLANTA LIBRE (PARA Bodega, fabrica, etc) **\$ 350.000**

GALERIA LIDO DE CONCEPCIÓN Concepción, Biobío



Descripción:

ARRIENDO PLANTA LIBRE USOS: OFICINAS BODEGAS FABRICA ETC... 220M2 4 BAÑOS 2 OFICINAS ENTRADA REFORZADA INDEPENDIENTE SIN COMPARTIR CON NADIE LA ENTRADA. UBICADA DENTRO DE LA GALERIA LIDO DE CONCEPCIÓN A 1 CUADRA DE LA PLAZA DE CONCEPCIÓN. SEGURIDAD MAXIMA

Características:

Tipo:	Bodega/Galpón
Operación:	Arriendo
m ² construidos:	220
m ² terreno:	220
Región:	Biobío
Comuna:	Concepción

Fuente: Económicos, El Mercurio

Anexo C: Cotizaciones de la maquinaria

Fuente: Falabella Retail S.A..



Cotización
#PVGGATGG
Migeo.cl

Soluciones Tecnológicas
Whatsapp: +998471589

Camino del Cerro #5154
Huechuraba, Santiago
Teléfono: 265 80 915

Estimado/a: Daniel Andre Alvarez Cares

Fecha Cotización: 15 de diciembre de 2021

Email: ventas@acadhesivos.cl

Empresa: AC Adhesivos SpA

Teléfono: 990569170

ID Producto	SKU	Producto	Cantidad Cotizada	Precio Unitario (con IVA)	Total
694	06-HWES00011	Plotter Roland VersaEXPRESS RF-640 (I) + Sistema Bulk + Estabilizador 6 Amperes +1 juego de tinta Nutec + 1 vinilo	1	\$12.492.918	\$12.492.918
TOTAL IVA					\$12.492.918

Fuente: MicroGeo.

\$ 2.224.585 más IVA



SKU: WEM000154883

Marca: Equipos automáticos, IMPERMEABILIZACIÓN Y TERMOFUSIÓN,
Soldadoras para textiles

Industrias: Acuicultura, Agricultura, Construcción

La soldadora automática semi profesional miniwelder tex2 de Weldy es especialmente adecuado para membranas delgadas. Gracias a su geometría de cuña optimizada, suelda perfectamente membranas de 0,1 a 1,0 mm / 0,004 - 0,04 pulgadas de espesor. Con la ayuda de su revolucionario sistema de control, la puesta en marcha de la soldadura es extremadamente fácil. La soldadora automática semi profesional miniwelder tex2 ofrece un funcionamiento intuitivo con un rendimiento impresionante.

Pesa menos de 5 kg

Velocidad de soldadura de hasta 7,5 m / min

Tecnología de accionamiento revolucionaria sin cadena

Ideal para membranas delgadas

Buen valor y buena calidad



Fuente: Vorwerk.



Clic para hacer zoom



BSQ

SKU MKBPN0DSOC

Remachadora / Ojetilladora Bsq

Remachadora

★★★★★ 5.0 (1) [Escribe un comentario](#)

\$29.990

- Ancho: 25
- Largo: 35
- Peso: 2
- Incluye: Remachadora

[Ver más detalles](#)

Vendido por: [Chilecostura](#)
[Condiciones de devolución](#)

[Añadir al carro](#)

[Comprar ahora](#)

Necesitamos tu ubicación

Cuéntanos dónde quieres recibir tu compra para mostrarte las opciones

Fuente: Almacenes Paris Retail S.A.

Anexo D: Cotizaciones de los materiales

At : Sr(a) DANIEL ALVAREZ

Estimados Señores :

Por medio de la presente y de acuerdo a lo solicitado, hacemos llegar a ustedes nuestra cotización.

Item	Código	U.M.	Cantidad	Description	Precio	Total
1	0584SR03001	ROLL	1	MESH 270g 1000Dx1000D 9x9 c/liner c/HT c/UV 1,60x50M 1,60 x 50	106.400	106.400

Sub-Total 106.400

I.V.A 19 % 20.216

Total 126.616

Fuente: Dibco SpA.



MALLA MESH 370 GRS 1.60*50MTS C/LINER (PA)

PRECIO NORMAL \$116.875.- + IVA

PRECIO SOCIO \$107.525.- + IVA 8% DCTO - Exclusivo Club de Socios

 Según Referencia Este producto no tiene impuesto

Código: 100.160.450

[Leer más...](#)



MALLA MESH 440 GRS 1.60*50MTS C/LINER (PA)

PRECIO NORMAL \$134.732.- + IVA

PRECIO SOCIO \$123.953.- + IVA 8% DCTO - Exclusivo Club de Socios

 Según Referencia Este producto no tiene impuesto

Código: 100.160.550

Fuente: Soporte Publicitario.



Nuevo | 4 vendidos

Ojetillos 10mm De Acero De Tungsteno 100 Unidades

\$ 5.990
en 6x \$ 998 sin interés

[Ver los medios de pago](#)

 Envío a todo el país
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

 **Devolución gratis**
Tienes 30 días desde que lo recibes.
[Conocer más](#)

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (96 disponibles)

[Comprar ahora](#)

Fuente: Junhai Century Chile.



Amarra cables 381x7,62 mm Negro

Código del producto: 110263791

★★★★★ 5.0 (3) [Escribir comentario](#)

Llega mañana Envío gratis

Vendido por Sodimac

\$ 22.990

Acumula hasta 153 CMR Puntos

Tipo de entrega

4 cuotas sin interés CMR

Despacho a domicilio
[Revisar disponibilidad >](#)

Retira tu compra
[Selecciona un punto de retiro >](#)

Agregar al Carro

Stock en tienda
[Revisar >](#)

CMR ¿AÚN NO TIENES TU CMR?
Ábrela ahora y obtén \$10.000 de descuento.

Fuente: Sodimac S.A.



TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12

Tintas Coreanas alternativas para equipos Roland en formato de 1 Litro.

Las Tintas Ecosolventes RedGiant ES-12 son de origen Coreano, prácticamente inodoras y ecológicas, a diferencia de las tintas solventadas convencionales, ya que no contienen productos químicos nocivos, tales como el benceno, tolueno, xileno, isoforona, ciclohexanona. Esta tinta funciona como opción alternativa a la Ecosolmax 2, es una tinta de secado rápido con una adherencia estupenda en cualquier medio y la capacidad de acceder a una gran gama de colores.

Las tintas ecosolventes RedGiant están recomendadas para los modelos de equipos Roland RF, RE, EJ, VS, VI, BN20, SP, SPI, el uso en cualquier modelo o marca diferente debe ser bajo supervisión técnica o bajo su responsabilidad.

\$ 63.546 / Unidades + IVA

- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (LIGHT MAGENTA)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (YELLOW)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (CYAN)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (LIGHT BLACK)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (LIGHT CYAN)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (MAGENTA)
- TINTA ECOSOLVENTE REDGIANT ES-12 (BLACK)

1

Agregar al carro **COMPRAR**

15 Unidades disponible

Fuente: Abingraf S.A.



ATLANTICSWIRE

Código del producto: 110264354

Paquete de amarras plásticas 20 cm x 3,6 mm Negro

★ ★ ★ ★ ★ 1.0 (1) [Escribir comentario](#)

Vendido por Sodimac

\$ 4.900

Acumula hasta 32 CMR Puntos

Tipo de entrega

Despacho a domicilio
A CONCEPCIÓN >

Retira tu compra
Selecciona un punto de retiro >

Stock en tienda
Revisar >

Agregar al Carro

¿AÚN NO TIENES TU CMR?
Ábrela ahora y obtén \$10.000 de descuento.

Fuente: Sodimac S.A.



MARIENBERG

Código del producto: 110283360

Malla raschel 90% 4,20x50 m negro / 120 Gramos por m2

★ ★ ★ ★ ★ (0) [Escribir comentario](#)

Vendido por Sodimac

\$ 177.990

Acumula hasta 1186 CMR Puntos

Tipo de entrega

Despacho a domicilio
A CONCEPCIÓN >

Retira tu compra
Selecciona un punto de retiro >

Stock en tienda
Revisar >

Agregar al Carro

¿AÚN NO TIENES TU CMR?
Ábrela ahora y obtén \$10.000 de descuento.

Fuente: Sodimac S.A.



Anexo E: Análisis de Precio Unitario Malla Raschel

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
NOMBRE	Instalación malla raschel en fachadas
UNIDAD	\$/m2
FECHA	28-jun

ÍTEM	UNIDAD	RENDIMIENTO		CANTIDAD (1/REND)		RENDIMIENTO CONJ.		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		
		UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD			
MANO DE OBRA												
Carpintero	dia	400	m2/dia	0.003	dia/m2	400	m2/dia	38571	\$/dia	96	\$/m2	
Jornal	dia	400	m2/dia	0.003	dia/m2	400	m2/dia	24796	\$/dia	62	\$/m2	
Jornal	dia	400	m2/dia	0.003	dia/m2	400	m2/dia	24796	\$/dia	62	\$/m2	
Jornal	dia	400	m2/dia	0.003	dia/m2	400	m2/dia	24796	\$/dia	62	\$/m2	
SUBTOTAL MO										282	\$/m2	
L.S.										37.4%	106	\$/m2
TOTAL MANO DE OBRA										388	\$/m2	
MATERIALES												
Malla raschel 4.2x100m	rollo	420	m2/rollo	0.002	rollo/m2			149571	\$/rollo	356	\$/m2	
Amarras plásticas 3.6x200mm	unidad	6.00	unidad/m2	0.17	m2/unidad			42	\$/unidad	252	\$/m2	
TOTAL MAQ										608	\$/m2	
TOTAL										996	\$/m2	

horas de trabajo al mes		
196		
Trabajador	Sueldo bruto	\$/hora
Carpintero	\$840,000	\$4,286
Jornal	\$540,000	\$2,755

Fuente: propia.



Anexo F: Análisis de Precio Unitario Fabricación Lona Microperforada 270 g/m².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
NOMBRE	Confección de lona microperforada
UNIDAD	\$/m ²
FECHA	28-jun

ÍTEM	UNIDAD	RENDIMIENTO		CANTIDAD (1/REND)		RENDIMIENTO CONJ.		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		
		UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD			
MANO DE OBRA												
Diseñador	dia	10000	m2/dia	0.0001	dia/m2	208	m2/dia	83571	\$/dia	402	\$/m2	
Maestro 1	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 2	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 3	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 4	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 5	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 6	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
SUBTOTAL MO										1174	\$/m2	
L.S.										37.4%	439	\$/m2
TOTAL MANO DE OBRA										1613	\$/m2	

MATERIALES											
Lona Microperforada 1.6x50m	rollo	80	m2/rollo	0.013	rollo/m2			106400	\$/rollo	1330	\$/m2
Ojetillos	unidad	3	unidad/m2	0.32	m2/unidad			50	\$/unidad	157	\$/m2
Tinta ecosolventada	Litro	0.01	litro/m2	100.00	m2/litro			63546	\$/litro	635	\$/m2
TOTAL MATERIALES										2123	\$/m2

MAQUINARIA (DEPRECIACIÓN)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2	208	m2/dia	13391	\$/dia	64	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2	208	m2/dia	10183	\$/dia	49	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2	208	m2/dia	2837	\$/dia	14	\$/m2
Ojetilladora	dia	484	m2/dia	0.002	dia/m2	208	m2/dia	32	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										127	\$/m2

MAQUINARIA (CONSUMO ENERGÉTICO)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2			1035	\$/dia	5	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2			275	\$/dia	0	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2			918	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										5	\$/m2
TOTAL										3868	\$/m2

horas de trabajo al mes	horas de trabajo al día
196	9

Máquina	Precio (+iva)	D. Anual	D. Mensual	D. Hora	Vida útil (Años, S.I.I.)
Plotter Roland VersaArt RE-640	\$10,498,250	\$699,883	\$58,324	\$298	15
Computador Asus Zenbook ProDuo	\$3,193,268	\$532,211	\$44,351	\$226	6
Ojetilladora	\$25,202	\$1,680	\$140	\$1	15
Termosoldadora Weldy	\$2,224,585	\$148,306	\$12,359	\$63	15

UTILIDAD MAQUINARIA 500%

Trabajador	Sueldo bruto	\$/hora
Diseñador	\$1,820,000	\$9,286
Maestros	\$582,500	\$2,972

Fuente: propia.



Anexo G: Análisis de Precio Unitario Fabricación Lona Microperforada 370 g/m².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
NOMBRE	Confección de lona microperforada
UNIDAD	\$/m ²
FECHA	28-jun

ÍTEM	UNIDAD	RENDIMIENTO		CANTIDAD (1/REND)		RENDIMIENTO CONJ.		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		
		UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD			
MANO DE OBRA												
Diseñador	dia	10000	m2/dia	0.0001	dia/m2	208	m2/dia	83571	\$/dia	402	\$/m2	
Maestro 1	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 2	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 3	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 4	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 5	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 6	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
SUBTOTAL MO										1174	\$/m2	
L.S.										37.4%	439	\$/m2
TOTAL MANO DE OBRA										1613	\$/m2	

MATERIALES											
Lona Microperforada 1.6x50m	rollo	80	m2/rollo	0.013	rollo/m2			116875	\$/rollo	1461	\$/m2
Ojetillos	unidad	3	unidad/m2	0.32	m2/unidad			50	\$/unidad	157	\$/m2
Tinta ecosolventada	Litro	0.01	litro/m2	100.00	m2/litro			63546	\$/litro	635	\$/m2
TOTAL MATERIALES										2254	\$/m2

MAQUINARIA (DEPRECIACIÓN)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2	208	m2/dia	13391	\$/dia	64	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2	208	m2/dia	10183	\$/dia	49	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2	208	m2/dia	2837	\$/dia	14	\$/m2
Ojetilladora	dia	484	m2/dia	0.002	dia/m2	208	m2/dia	32	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										127	\$/m2

MAQUINARIA (CONSUMO ENERGÉTICO)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2			1035	\$/dia	5	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2			275	\$/dia	0	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2			918	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										5	\$/m2
TOTAL										3999	\$/m2

horas de trabajo al mes	horas de trabajo al día
196	9

Máquina	Precio (+iva)	D. Anual	D. Mensual	D. Hora	Vida útil (Años, S.I.L.)
Plotter Roland VersaArt RE-640	\$10,498,250	\$699,883	\$58,324	\$298	15
Computador Asus Zenbook ProDuo	\$3,193,268	\$532,211	\$44,351	\$226	6
Ojetilladora	\$25,202	\$1,680	\$140	\$1	15
Termosoldadora Weldy	\$2,224,585	\$148,306	\$12,359	\$63	15

UTILIDAD MAQUINARIA 500%

Trabajador	Sueldo bruto	\$/hora
Diseñador	\$1,820,000	\$9,286
Maestros	\$582,500	\$2,972

Fuente: propia.



Anexo H: Análisis de Precio Unitario Fabricación Lona Microperforada 440 g/m².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
NOMBRE	Confección de lona microperforada
UNIDAD	\$/m ²
FECHA	28-jun

ÍTEM	UNIDAD	RENDIMIENTO		CANTIDAD (1/REND)		RENDIMIENTO CONJ.		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		
		UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD			
MANO DE OBRA												
Diseñador	dia	10000	m2/dia	0.0001	dia/m2	208	m2/dia	83571	\$/dia	402	\$/m2	
Maestro 1	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 2	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 3	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 4	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 5	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
Maestro 6	dia	0	m2/dia	0.0	dia/m2	208	m2/dia	26747	\$/dia	129	\$/m2	
SUBTOTAL MO										1174	\$/m2	
L.S.										37.4%	439	\$/m2
TOTAL MANO DE OBRA										1613	\$/m2	

MATERIALES											
Lona Microperforada 1.6x50m	rollo	80	m2/rollo	0.013	rollo/m2			134732	\$/rollo	1684	\$/m2
Ojetillos	unidad	3	unidad/m2	0.32	m2/unidad			50	\$/unidad	157	\$/m2
Tinta ecosolventada	Litro	0.01	litro/m2	100.00	m2/litro			63546	\$/litro	635	\$/m2
TOTAL MATERIALES										2477	\$/m2

MAQUINARIA (DEPRECIACIÓN)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2	208	m2/dia	13391	\$/dia	64	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2	208	m2/dia	10183	\$/dia	49	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2	208	m2/dia	2837	\$/dia	14	\$/m2
Ojetilladora	dia	484	m2/dia	0.002	dia/m2	208	m2/dia	32	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										127	\$/m2

MAQUINARIA (CONSUMO ENERGÉTICO)											
Plotter Roland VersaArt RE-640	dia	208	m2/dia	0.005	dia/m2			1035	\$/dia	5	\$/m2
Computador Asus Zenbook ProDuo	dia	10000	m2/dia	0.00	dia/m2			275	\$/dia	0	\$/m2
Termosoldadora Weldy	dia	5473	m2/dia	0.00018	dia/m2			918	\$/dia	0	\$/m2
TOTAL MAQUINARIA										5	\$/m2
TOTAL										4223	\$/m2

horas de trabajo al mes	horas de trabajo al día
196	9

Máquina	Precio (+iva)	D. Anual	D. Mensual	D. Hora	Vida útil (Años, S.I.L.)
Plotter Roland VersaArt RE-640	\$10,498,250	\$699,883	\$58,324	\$298	15
Computador Asus Zenbook ProDuo	\$3,193,268	\$532,211	\$44,351	\$226	6
Ojetilladora BSQ	\$25,202	\$1,680	\$140	\$1	15
Termosoldadora Weldy	\$2,224,585	\$148,306	\$12,359	\$63	15

UTILIDAD MAQUINARIA 500%

Trabajador	Sueldo bruto	\$/hora
Diseñador	\$1,820,000	\$9,286
Maestros	\$582,500	\$2,972

Fuente: propia.



Anexo I: Análisis de Precio Unitario Instalación Lonas Microperforadas.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
NOMBRE	Instalación de lona microperforada
UNIDAD	\$/m2
FECHA	28-jun

ÍTEM	UNIDAD	RENDIMIENTO		CANTIDAD (1/REND)		RENDIMIENTO CONJ.		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		
		UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD			
Maestro 1	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
Maestro 2	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
Maestro 3	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
Maestro 4	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
Maestro 5	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
Maestro 6	dia	750	m2/dia	0.001	dia/m2	750	m2/dia	26747	\$/dia	36	\$/m2	
SUBTOTAL MO										214	\$/m2	
L.S.										37.4%	80	\$/m2
TOTAL MANO DE OBRA										294	\$/m2	

MATERIALES											
marras plásticas 381x7.62m	unidad	3	unidad/m2	0.33	m2/unidad			193	\$/unidad	580	\$/m2
TOTAL MATERIALES										580	\$/m2
TOTAL										874	\$/m2

horas de trabajo al mes		horas de trabajo al día	
196		9	
Trabajador	Sueldo bruto	\$/hora	
Maestro	\$582,500	\$2,972	

Fuente: propia.