



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial



Aplicación de Técnicas Lean para Reducir Desperdicios en una Pyme

Autor:

KRESS, Mailén Araceli

Matrícula:

35284767

Tutor:

ANTÓN, Fernando

CÓRDOBA, Octubre 2016

RESUMEN

El proyecto se realizó en una Pyme que cuenta con distintas unidades de negocio: florería, marmolería, comercio de grifería y fabricación de baldosas. Luego del estudio de la situación general de esta empresa, se detectaron escenarios perceptibles de ser analizados con el objeto de implementar mejoras.

Por un lado, se detectó que el proceso productivo de la unidad de negocio marmolería genera una gran cantidad de scrap, motivo por el cual, se buscó revelar la raíz de este problema e implementar acciones para reducir la generación e impacto de estos desperdicios. Se determinó que hay desperdicios provocados por error humano y otros que son inminentes al proceso productivo. En cuanto a los desperdicios del primer tipo se tomaron acciones correctivas para reducirlos, y respecto a los desperdicios propios del proceso de fabricación, se buscó realizar productos alternativos a modo de aprovechar el valor económico de los mismos.

Por otra parte, se analizó la posibilidad de planificar la compra de la principal materia prima de la unidad de negocio marmolería, dado que, al no estar planificada, muchas veces la empresa se queda sin insumos, generando un incremento en los plazos de entrega del producto y desconformidad o pérdida de clientes.

Por último, se estudió la posibilidad de trasladar físicamente la marmolería hacia la nave industrial donde actualmente se realiza la producción de baldosas, dado que no se está optimizando la utilización de este espacio físico. Se realizó una distribución o Layout combinado en el que se consideraron las medidas de higiene y seguridad correspondientes, buscando no solo optimizar la ocupación física de dicha nave sino también la integración de los equipos de trabajo en un solo espacio, facilitando la supervisión de los mismos y el control sobre los procesos productivos.

Para arribar a las soluciones, el autor del proyecto se basó en la metodología Lean Manufacturing, la cual consiste en la aplicación sistemática de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de desperdicios. Además, se utilizaron en gran medida los contenidos brindados por las distintas materias abordadas a lo largo de la carrera, realizándose una integración de los mismos.

ABSTRACT

This project is about the SME “ROKA Argentina PLC” (Public Limited Company), located in the City of General Pico, La Pampa Province. The company has different business areas: Flower shop, marble workshop, plumbing supplies store and production of tiles. After studying the general situation of the company, perceptible scenarios be analyzed in order to implement improvements were detected.

It was found that the production process of the marble workshop generates a lot of scrap. Due to a detailed analysis of this problem, we sought to reduce waste generation, and in cases where, for the characteristics of the process could not be reduce, the reuse of scrap was proposed by a re work to produce alternative products.

Furthermore, raw material request was analyzed in order to avoid customer’s nonconformities, caused by the increase of delivery time, which happen when the required material stock ends.

Marbles process and production of tiles are carried out in different roofed shed, which are next door. The roofed shed where tiles are produced is too big but its space is not optimized. What is being searched is to move the marble shop to the roofed shed where the tiles are produced. To make a combined allocation or to plan a layout taking in consideration all the pertinent Health and Safety measures. Also, to optimized the facilities and to make the most of the structures, electrical grid among another issues. To integrate teamwork in one space making supervision and control of production process easier.

To arrive at solutions, the author of the project was based on Lean Manufacturing theory, which is the systematic application of a set of manufacturing techniques that seek to improve production processes by reducing all types of waste.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, no solo por la oportunidad de concretar mis estudios, sino por darme ánimo y salud durante todo este tiempo para poder disfrutarlos intensamente.

A mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera. A mamá y papá, que a pesar de la distancia estuvieron siempre presentes. A mis hermanos, que a través de lo cotidiano del día a día me acompañaron cariñosamente en todo momento.

A mis amigas de la infancia, que con sus abrazos, charlas y risas hicieron que estar lejos de casa no sea tan difícil. A las personas maravillosas que conocí durante el tiempo que duró la carrera, ya sea dentro o fuera de la facultad, quienes me dieron ánimo en todo momento para no bajar los brazos y seguir siempre adelante.

A las personas más lindas que conocí en la facultad, Belén y Daniela. Por las noches eternas de libros, mates y risas juntas.

A mi gran amor, Santiago. Por su infinito amor y cariño. Por estar en todo momento, ayudarme a crecer y creer en mí.

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	I
1	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	7
2	OBJETIVOS GENERALES	7
3	OBJETIVOS PARTICULARES	8
II	DESARROLLO	9
1	ROKA ARGENTINA S.A. – HISTORIA.....	9
1.1	<i>Localización</i>	12
1.2	<i>Productos</i>	13
1.3	<i>Mercados</i>	23
1.4	<i>Proveedores</i>	24
1.5	<i>Estructura física</i>	24
1.6	<i>Organización</i>	25
2	UNIDAD DE NEGOCIO: MARMOLERÍA	26
2.1	<i>Flujo productivo</i>	26
3	UNIDAD DE NEGOCIO: FÁBRICA DE BALDOSAS	30
3.1	<i>Flujo productivo</i>	30
4	LEAN MANUFACTURING.....	32
4.1	<i>Principios del sistema Lean</i>	33
4.2	<i>Conceptos de despilfarro vs valor añadido</i>	33
4.3	<i>Técnicas Lean</i>	39
III	REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA	42
1	DESPERDICIOS POR ERROR HUMANO	43
1.1	<i>Desperdicios derivados del proceso de corte</i>	43
1.2	<i>Reducción de desperdicios: Costos y Beneficios asociados</i>	49
2	DESPERDICIOS PROPIOS DEL PROCESO	53
2.1	<i>Scrap</i>	53
2.2	<i>Reutilización de scrap: Costos y Beneficios asociados</i>	58
IV	GESTIÓN DE STOCK Y ALMACENAMIENTO	63
1	GESTIÓN DE INVENTARIO	63
2	ALMACENAMIENTO.....	66
V	TRASLADO DE LA MARMOLERÍA	74
1	ANÁLISIS PARA LA ADQUISICIÓN DE NUEVA MAQUINARIA	74
1.1	<i>Máquina de corte por chorro de agua</i>	74
1.2	<i>Máquina de corte con puente automático</i>	75
1.3	<i>Máquina cortadora automatizada</i>	76
1.4	<i>Comparación de los tres modelos de máquinas cortadoras</i>	77

2	CONSIDERACIONES RESPECTO A LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD	80
2.1	<i>Elementos de protección personal (EPP)</i>	82
2.2	<i>Iluminación</i>	84
2.3	<i>Incendios</i>	86
2.4	<i>Seguridad en máquinas y herramientas</i>	87
2.5	<i>Aplicación de las 5S</i>	88
3	LAYOUT ACTUAL DE CADA UNIDAD DE NEGOCIO.....	92
3.1	<i>Marmolería</i>	93
3.2	<i>Proceso de recepción de materia prima de la marmolería</i>	100
3.3	<i>Fábrica de baldosas</i>	101
4	LAYOUT DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN	105
VI	CONCLUSION	115
VII	BIBLIOGRAFÍA	116

I INTRODUCCIÓN

1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

ROKA Argentina es una pequeña empresa familiar, gestionada actualmente por la generación fundacional. Nació 27 años atrás como fruto del esfuerzo y dedicación de un matrimonio que se volcó por completo a la misma, sin miedo de enfrentar nuevos desafíos y arriesgándolo todo para cumplir su sueño de emprender un proyecto propio.

Debido al contexto dinámico que plantea nuestro país tanto en materia política como económica, la empresa ha pasado por altibajos a lo largo de toda su trayectoria. Su flexibilidad le permitió ir adaptándose al tamaño del mercado y su enfoque en las oportunidades y amenazas externas del modo correcto, fue lo que le permitió seguir en pie hasta hoy.

Dadas las condiciones particulares de esta Pyme, se observan muchas oportunidades de mejora y crecimiento. Cuenta con una extensa superficie de terreno, amplias instalaciones y una ubicación privilegiada en la ciudad, lo cual permite identificar numerosos escenarios favorables para su desarrollo.

El objetivo de este proyecto integrador es aportar al crecimiento de esta pequeña empresa familiar, aplicando las herramientas adquiridas en la carrera durante todos estos años. Es por eso, que se identificaron problemáticas actuales puntuales, para las cuales se analizarán posibles soluciones o mejoras que contribuyan al desarrollo y progreso de esta Pyme.

2 OBJETIVOS GENERALES

La empresa cuenta con distintas unidades de negocio: marmolería, florería, comercio de grifería y fabricación de baldosas. El proyecto se enfocará en la marmolería y fábrica de baldosas. Por un lado, se estudiarán **los desperdicios de materia prima**, dado que actualmente hay una gran cantidad de scrap que se fue acumulando en los últimos años, que no tiene destinado ningún uso y ocupa un importante espacio físico. Este scrap se ve como una oportunidad del negocio, ya que se si puede transformar y vender, se generaría una ganancia para la empresa y se liberaría el espacio que actualmente ocupa, al cual se le podría destinar un uso productivo. Una vez identificada la raíz del problema, se analizará de qué modo se podría reducir la generación de desperdicios; se propondrá realizar una serie de productos alternativos para aquellos casos en los que no sea posible evitar el scrap de materia prima.

Además, se analizará la posibilidad de **planificar la compra de materia prima**, dado que la mayoría de las veces se realizan los pedidos cuando se termina el stock de cierto tipo de material. El problema está en que transcurre un cierto tiempo desde que se pide la materia prima al proveedor hasta que llega a las

instalaciones, lo que genera una mala imagen de la empresa al no poder cumplir con los plazos de entrega pactados con el cliente.

Actualmente la marmolería funciona en una nave industrial, que si bien se encuentra dentro del mismo predio que la nave donde se realiza la producción de baldosas, ambas no funcionan en la misma dependencia edilicia. Para su mejor comprensión se presentarán en el desarrollo del proyecto los planos correspondientes de cada unidad de negocio.

Con la realización de este trabajo se pretende **lograr la optimización de la utilización del espacio físico donde se fabrican las baldosas**, analizando la posibilidad de trasladar la marmolería hacia dicho sitio. La unificación del espacio físico para uso común, lograría integrar los equipos de trabajo, facilitando la supervisión de los mismos y optimizar el control sobre los procesos productivos.

Se estudiará entonces la posibilidad de realizar un layout combinado, considerando las medidas de higiene y seguridad correspondientes; además, se evaluarán distintas alternativas para adquirir maquinaria moderna destinada al proceso de corte de la marmolería.

3 OBJETIVOS PARTICULARES

Por motivo de un entrañable afecto hacia la empresa bajo estudio, se convierte en objetivo del autor de este proyecto realizar un aporte individual que contribuya al desarrollo y crecimiento de la misma, mediante la aplicación de los conocimientos y herramientas adquiridas como estudiante de esta apasionante carrera, ingeniería industrial.

II DESARROLLO

1 ROKA ARGENTINA S.A. – HISTORIA

ROKA Argentina es una Pyme dedicada principalmente a la actividad industrial. Se encuentra ubicada en la ciudad Gral. Pico, provincia de La Pampa. Cuenta con distintas unidades de negocio: marmolería, fabricación y comercialización de baldosas de cemento, florería, comercialización de grifería, piletas de cocina, muebles de cocinas y baños, entre otras cosas.

En los inicios del emprendimiento, la zona en la que se emplazó no estaba totalmente urbanizada, por lo que se podían instalar empresas de carácter industrial. Con el pasar de los años, esta zona se convirtió en residencial, destinada casi exclusivamente a viviendas. Debido a las ordenanzas municipales vigentes no se autoriza la disposición de empresas dedicadas al ramo de la construcción en esta zona urbana residencial. Una de sus principales características es que se encuentra ubicada frente al cementerio de la ciudad.

La empresa nace en el año 1987 con el objetivo de construir nichos y mesadas, en un precario galpón donde el fundador de la misma, sin formación técnica previa, comienza a practicar el oficio del corte de mármoles y granitos. Por su ubicación estratégica, años después, surge una unidad de negocio completaría, la florería, que toma el mismo nombre comercial de la marmolería “LUAM MARMOLERIA - LUAM FLORERÍA”.

A continuación, se presenta una pequeña reseña histórica de la empresa fraccionada en las últimas 4 décadas.

DÉCADA DEL '80

Finalizando los años '80, Luis Alberto Kress y Amelia Rosa Kruzliak, deciden comenzar un emprendimiento, sin siquiera imaginar la magnitud que tendría este proyecto con el pasar de los años. Sus esfuerzos por concretar su sueño de crear su propia empresa comenzaron a tener fruto rápidamente.

En el año 1987 nace la marmolería en un predio alquilado con una precaria estructura edilicia. Años más tarde se adquiere este predio y se construye un galpón de grandes dimensiones y otros más pequeños en las cercanías al mismo.

Dedicándose principalmente a la actividad de la marmolería, nace LUAM, empresa que comienza a crecer rápidamente en el mercado local y regional. Como se mencionó anteriormente, los principales productos de esta unidad de negocio eran los nichos y mesadas.

DÉCADA DEL '90

En este periodo se agrega como unidad de negocio estratégica la florería. Comenzaron a comercializarse productos relacionados con el negocio fúnebre: coronas, placas, floreros para nichos. De este modo se buscó complementar la actividad relacionada con la marmolería.

En esta etapa se incrementaron las ventas en la marmolería de productos tales como mesadas destinadas a casas, edificios, oficinas. Gracias a la calidad de sus productos, la atención directa y la capacidad comunicativa, logró afianzarse en el rubro y establecerse como una empresa con buena imagen, lo que le permitió posicionarse en el mercado, siendo esto fundamental para permanecer en el mismo dentro de las economías regionales.

Pocos años después, comenzó a comercializar productos relacionados con las viviendas y el hogar, como piletas para baños/cocinas, muebles sobre/bajo mesada y muebles para baños.



Imagen 2.1 – LUAM; Gral. Pico, La Pampa, 1992. -

DÉCADA DEL '00

Comenzó con la fabricación de baldosas, como un complemento a la actividad industrial y comercial. LUAM se transformó en una Sociedad Anónima llamada ROKA Argentina S.A, la que comprende múltiples actividades relacionadas al rubro de la construcción. Comienzan a comercializarse griferías, sanitarios, bañeras, cerámicas para pisos y paredes, entre otros.

Hasta el año 2006, la empresa contaba con un predio de 10000 m². Debido a la ubicación del mismo, (a su izquierda se encuentra el cementerio municipal y a su derecha el cementerio parque privado) la cooperativa de electricidad de General Pico CORPICO, que brinda a sus asociados el servicio de sepelio, compró 1500 m² del inmueble para construir salas velatorias.



Imagen 2.2 – ROKA Argentina S.A.; Gral. Pico, La Pampa, 2006. -

ACTUALIDAD

Bajo la denominación ROKA Argentina S.A., la empresa bajo estudio cuenta con cuatro unidades de negocio que se complementan entre sí, desarrollando las actividades de marmolería, fabricación de baldosas, florería y comercialización de productos varios.

Tiene una reducida planta de personal permanente (7 empleados), lo cual es una ventaja para toda Pyme ya que poseer una estructura pequeña, le permite cambiar rápidamente de estrategia productiva y comercial, en caso de variar las necesidades del mercado.



Imagen 2.3 – ROKA Argentina S.A.; Gral. Pico, La Pampa, 2016. -

1.2 Productos

ROKA Argentina S.A. comercializa una gran variedad de productos. Se dedica a la fabricación y comercialización de baldosas de terminación rústica, con diversos dibujos. Además, para complementar esta rama del mercado, comercializa baldosas con cualidades atérmicas y antideslizantes para piscinas, solárium y superficies expuestas a altas temperaturas. Se dedica a la transformación y comercialización de productos de mármol, granito y Silestone, destinados a la construcción y decoración. Con estos materiales diseña y fabrica mesadas, vanitorys, molduras, nichos y monumentos. En cuanto a la florería, comercializa flores artificiales y naturales, nacionales e importadas. Se dedica al arte funerario realizando coronas y arreglos fúnebres.

Cuenta con un salón de ventas donde, además de los productos mencionados, comercializa piletas para cocinas y baños, placas recordatorias de bronce y accesorios de acero inoxidable y broncearía.

A continuación, se presentan los productos pertenecientes a las unidades de negocio de ROKA Argentina S.A en base a las que se desarrollará el proyecto, junto con una breve descripción de sus características principales, de modo que sea más fácil comprender los procesos productivos que se presentarán más adelante.

1.2.1 Fábrica de baldosas

Por un lado, se producen baldosas de terminación rústica, con 3 motivos distintos y pueden variar sus colores, siendo los que se muestran a continuación los que generalmente selecciona el cliente (gris y marrón claro). Estas losetas de alta resistencia al uso e intemperie, están destinadas a exteriores de alto tránsito, plazas, patios, galerías.

Las baldosas son micro-vibradas, lo que asegura alta resistencia a la flexión-compresión y baja porosidad. Son fabricadas con áridos, cemento Portland y pigmentos de diferentes colores.



Imagen 2.6 – Modelos de baldosas. -

1.2.2 Marmolería

Los productos de este rubro pueden realizarse con materiales naturales (mármol y granito) o bien, con materiales artificiales (Silestone, Dekton). La información que se presentará en esta instancia del proyecto fue obtenida de bibliografía especialmente desarrollada para la asignatura optativa “Mármoles y granitos. Técnicas de diseño y ejecución”, perteneciente a la carrera de Arquitectura, Plan 2008, brindada por la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Los autores en los que se basó la misma se presentan en la bibliografía anexa a este proyecto.

Materiales Naturales – Mármol y Granito

Mármol y granito son dos piedras naturales con distinta composición, que el cliente confunde permanentemente, dado que ambos materiales presentan superficies pulidas con apariencias al tacto y a la vista análogas. Esta confusión, muchas veces deriva en la especificación de un material que no es el más adecuado para el uso que se le pretende dar, ya que ambos materiales tienen distintas propiedades físicas. Actualmente, a los materiales de origen natural se les suman los de origen artificial, producidos por aglomeración y/o por sinterización, con las mismas características al tacto y a la vista que los primeros.

Lo que diferencia a los mármoles de los granitos es su base: la cal o la sílice. Esta diferencia química determina las propiedades mecánicas de cada material, en términos de maleabilidad y performance en el tiempo.

Por un lado, el mármol es un material relativamente blando, cuyas propiedades permitieron darles formas plásticas a las esculturas más famosas del siglo XVI, formas que no se hubieran logrado de haberse tallado sobre un bloque de granito. Por otro lado, una de las principales aplicaciones del granito fueron los antiguos pavimentos de adoquines, debido su alta resistencia y durabilidad. Si en lugar de granito se hubiese utilizado mármol para pavimentar las calles ya no quedaría nada de ellas por la abrasión mecánica, los agentes atmosféricos y la contaminación ambiental.

La característica diferencial de estos dos materiales es la **dureza**, definida ésta como la resistencia que opone un cuerpo a dejarse penetrar por otro. La **porosidad**, que es la característica opuesta a la **compacidad**, es a su vez inversamente proporcional a la dureza. Siendo el mármol un material poroso y el granito un material compacto, este último es más resistente a la compresión que el primero. La consecuencia práctica de esto es que la dureza determina que la superficie de mármol se raye y desgaste con facilidad, mientras que eso no sucede con la del granito.

La escala de Mohs es una relación de diez minerales ordenados por su dureza, de menor a mayor. Se utiliza como referencia de la dureza de una sustancia. Se basa en el principio de que una sustancia cualquiera puede rayar a otras más

blandas, sin que suceda lo contrario. Mohs eligió diez minerales, a los que asignó un determinado número equiparable a su grado de dureza, estableciendo así una escala creciente. Empezó por el talco, que recibió el número 1, y terminó con el diamante, al que asignó el número 10. Cada mineral raya a los que tienen asignado un número inferior a él, y lo rayan aquellos que tienen un número superior al suyo.

Tabla de dureza de Mohs

Dureza	Mineral	Se raya con / raya a
1	Talco	Se puede rayar fácilmente con la uña
2	Yeso	Se puede rayar con la uña con más dificultad
3	Calcita	Se puede rayar con una moneda de cobre
4	Fluorita	Se puede rayar con un cuchillo de acero
5	Apatita	Se puede rayar difícilmente con un cuchillo
6	Ortoclasa	Se puede rayar con una lija para el acero
7	Cuarzo	Raya el vidrio
8	Topacio	Rayado por herramientas de carburo de wolframio
9	Corindón	Rayado por herramientas de carburo de silicio
10	Diamante	El material más duro en esta escala (rayado por otro diamante).

La cal con el tiempo se transforma en calcita por carbonatación, que es el mineral más estable que existe de carbonato de calcio (CaCO_3). Este es el principal componente del mármol y tiene dureza 3 en la escala de Mohs. Comparativamente, el feldespato y el cuarzo, componentes de los granitos, tienen dureza 4.5 y 7, respectivamente. Para una mejor comprensión de cómo influye la dureza en las propiedades de los materiales mencionados anteriormente, se presentarán sus principales características a continuación.

El **mármol** tiene como elemento característico de su composición la cal. Proviene de la transformación de rocas eruptivas o sedimentarias que, sometidas a elevadas temperaturas y presiones durante varios millones de años, alcanzaron un alto grado de vitrificación y compacidad. El componente básico del mármol es el carbonato de calcio (CaCO_3), cuyo contenido supera el 90%; los demás componentes, considerados impurezas, son los que dan la gran variedad de colores en los mármoles, pueden producir veteados o salpicaduras coloreadas entrelazadas y, además, definen sus características físicas.

Los mármoles se utilizan para lugares selectos tales como toiettes, pisos de tránsito bajo y otros lugares de interiores ya que, además de que se pueden rayar con mayor facilidad que los granitos o materiales artificiales, son atacables por muchos componentes químicos, incluyendo los ácidos tan débiles como el jugo de limón o el vinagre y hasta algunas bebidas gaseosas. Tras un proceso de pulido por abrasión, el mármol alcanza alto nivel de brillo natural, es decir, sin ceras ni componentes químicos.

El mármol tiene un peso específico máximo de 2.75 toneladas por m³, lo que significa que una tabla de mármol de 2.0cm de espesor –medida comercial más difundida en Argentina- tiene un peso promedio de 55 kg/m².

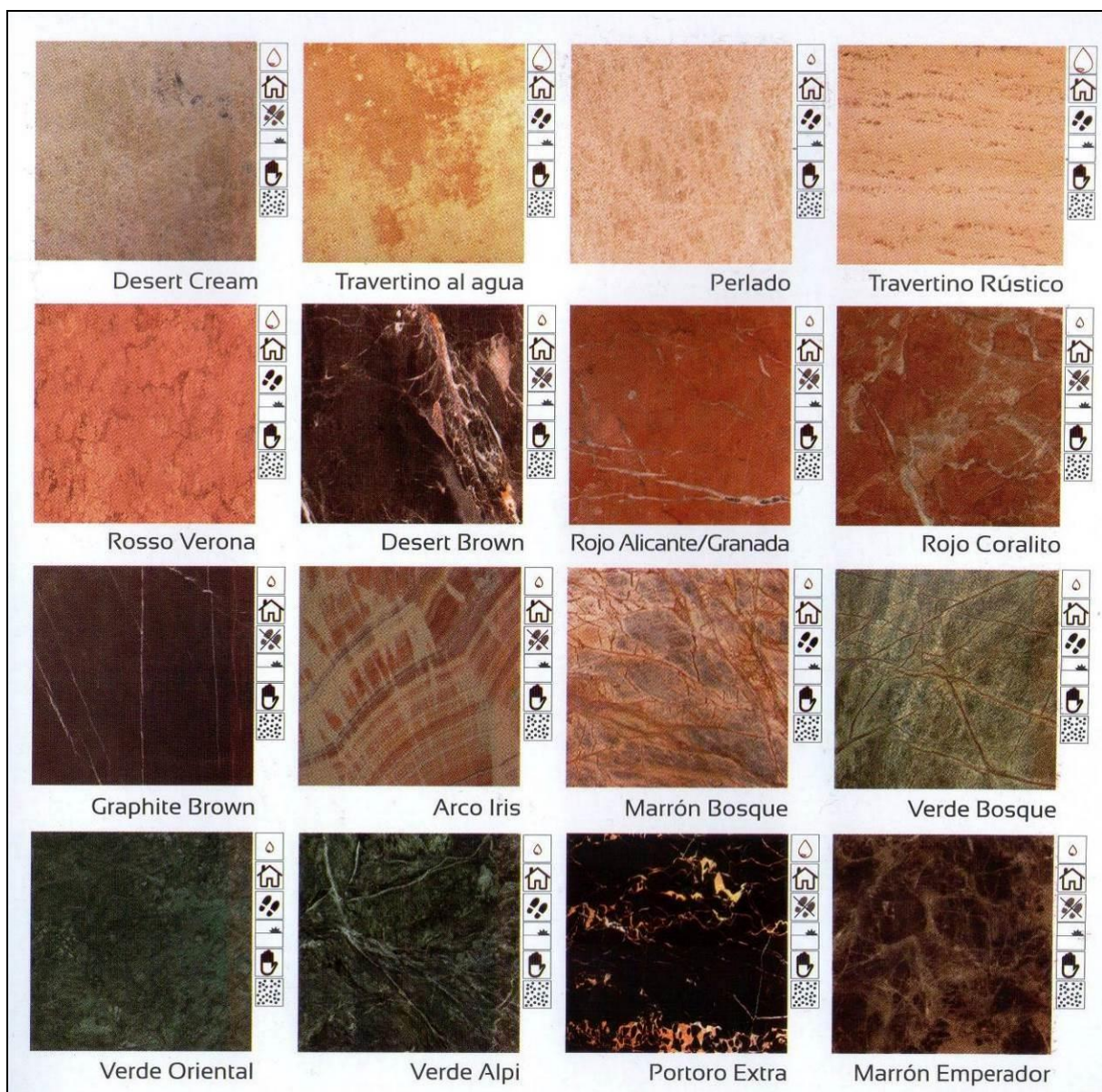


Imagen 2.7 – Mármoles. –

En nuestro medio los mármoles más conocidos son, probablemente, los Carrara y Travertinos. El mármol de Carrara proviene de la provincia de Massa y Carrara, en la región Toscana, Italia, en la que centenares de canteras lo extraen, cortan, pulen y exportan a todo el mundo en bloques o en planchas. El mármol proveniente de estas canteras se caracteriza por ser un mármol blanco que llega a ser extremadamente puro (98% carbonato de calcio), característica muy apreciada por los escultores ya que la ausencia de impurezas no sólo es una cuestión estética sino técnica. Una impureza constituye potencialmente un punto en el cual realizar un trabajo conlleva a resultados diferentes e imprevisibles. Sin embargo, a pesar de la fama de los mármoles italianos, principalmente los de Carrara, los más puros provienen de la región de Ática, en Grecia, donde se esculpió el frontis del Partenón, monumento histórico.



Imagen 2.8 – Partenón, monumento histórico de Grecia. -

Por otro lado, el **granito** es una piedra con base de sílice, compuesto por cuarzo, feldespato en proporciones variables y un tercer componente, la mica. Los granitos con mayor porcentaje de cuarzo son los más duros, en cuanto los granitos micáceos son los menos idóneos porque se alteran con la humedad disgregándose. La dureza del granito y su durabilidad lo hace una opción popular como material de construcción.

El peso del granito es igual o superior al del mármol, 2.7 a 2.9 toneladas por m^3 , lo que implica entre 54 y 58 kg/m^2 para el granito de 2.0cm de espesor y de 67.5 a 72.5 kg/m^2 para el de 2.5cm de espesor –las medidas comerciales más difundidas en el medio local-.

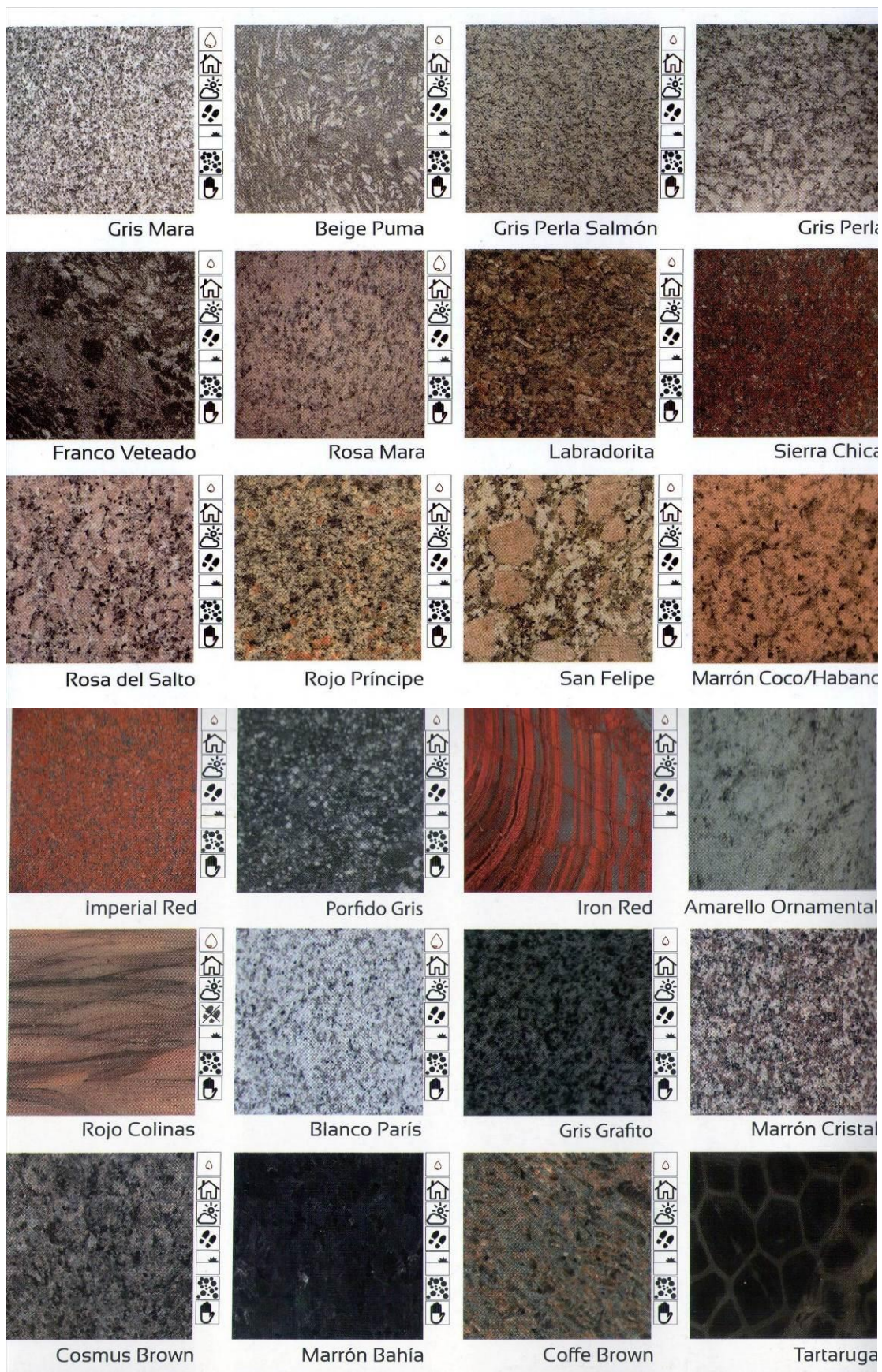


Imagen 2.9 – Granitos. -

La porosidad del mármol frente a la compacidad del granito es lo que determina que presenten una performance distinta frente a los factores a los que se hallan expuestos. De ahí que, cuando se efectúa la especificación de un material para revestimiento, para piso, o para ser utilizado como superficie de trabajo -mesadas para cocinas, sanitarios, laboratorios, consultorios, mostradores, etcétera- la elección del material adecuado depende de la correcta consideración de los elementos a los que estará sometido (acción de la radiación UV, calor, esfuerzos mecánicos, químicos, abrasión, métodos de limpieza, etcétera).

Las superficies pueden estar expuestas a agresiones físicas y/o químicas, a veces impredecibles e inevitables, pero que, si no se consideran en el proyecto, pueden producir efectos indeseados a corto plazo. La experiencia demuestra que el empleo de mármoles debería reservarse para revestimientos no excesivamente expuestos a estos agentes.

En pisos, la condición interior o exterior es determinante, ya que en un piso interior –de cualquier material- la abrasión que produce el tránsito está comparativamente atenuada en comparación con un piso exterior. Debe tenerse en cuenta que no es lo mismo un piso en uso residencial, en la que el tránsito es reducido, respecto de un espacio comercial o institucional, donde es intenso. Sin embargo, lo que más afecta a un piso de mármol es la acción del sol, el agua, y otros elementos químicos como el CO; CO₂; NO₂; O₃; y los más agresivos que pueden provenir de los productos y métodos de limpieza (cloros, detergentes, sulfatos, hidrolavado, etcétera).

Muchos productos de limpieza, incluyendo las pastas dentales, contienen entre sus componentes el mármol, como agente abrasivo. Es decir que si empleamos un limpiador que contiene un material de igual o mayor dureza que la que tiene la superficie que pretendemos limpiar, la consecuencia será la pérdida progresiva del brillo superficial por rayado.

El campo de aplicación de los granitos en la construcción es mucho más amplio que el de los mármoles. De hecho, el granito puede utilizarse casi en todos sus tipos para pavimentos, pisos interiores y exteriores, escaleras, superficies de trabajo (mesadas para cocinas, sanitarios, laboratorios), y revestimientos. Se debe tener en cuenta que su mayor dureza, que lo hace apto para todas estas aplicaciones, lo hace más difícil de trabajar, por lo que la ejecución de molduras en granito es más dificultosa y costosa que en mármol, y los acabados superficiales pueden presentar diferencias de brillo con el de las superficies planas.

No debería usarse mármol en mesadas de cocina, donde por ser un material blando y poroso es sensible al rayado que producen los elementos cortantes y los implementos de acero y es propenso a absorber definitivamente aceites, grasas, café, yerba mate, vinos y pigmentos.

Al momento de seleccionar un material natural y especificar un trabajo es recomendable verificar lo que el mercado ofrece, dado que las condiciones de éste son extremadamente variables. En cuanto a la disponibilidad de este tipo de

material, se debe tener en cuenta que hay materiales que desaparecen temporal o definitivamente del mercado a causa del abandono de una explotación, el agotamiento de una cantera, o la exportación de toda la producción. La composición de cada piedra particular es lo que puede determinar variaciones sensibles en la compacidad y la dureza de un mismo material en el tiempo. Esta situación está cambiando a causa de la introducción de materiales sintéticos.

Dado que los mármoles y granitos son piedras naturales están comercialmente disponibles en el color que provee su propia composición y que, en general le otorga su denominación comercial. A su vez, el nombre también puede estar vinculado con el lugar de procedencia, o puede ser una combinación de ambos.

Argentina tiene una extensa variedad de granitos, todos de excelente calidad, que incluyen negro (de la provincia de La Rioja), una amplia gama de grises y rosa (de las provincias de Córdoba y San Luis), y rojo (rojos de Sierra Chica, de Olavarría, provincia de Buenos Aires). El mercado se completa tradicionalmente con granitos importados.

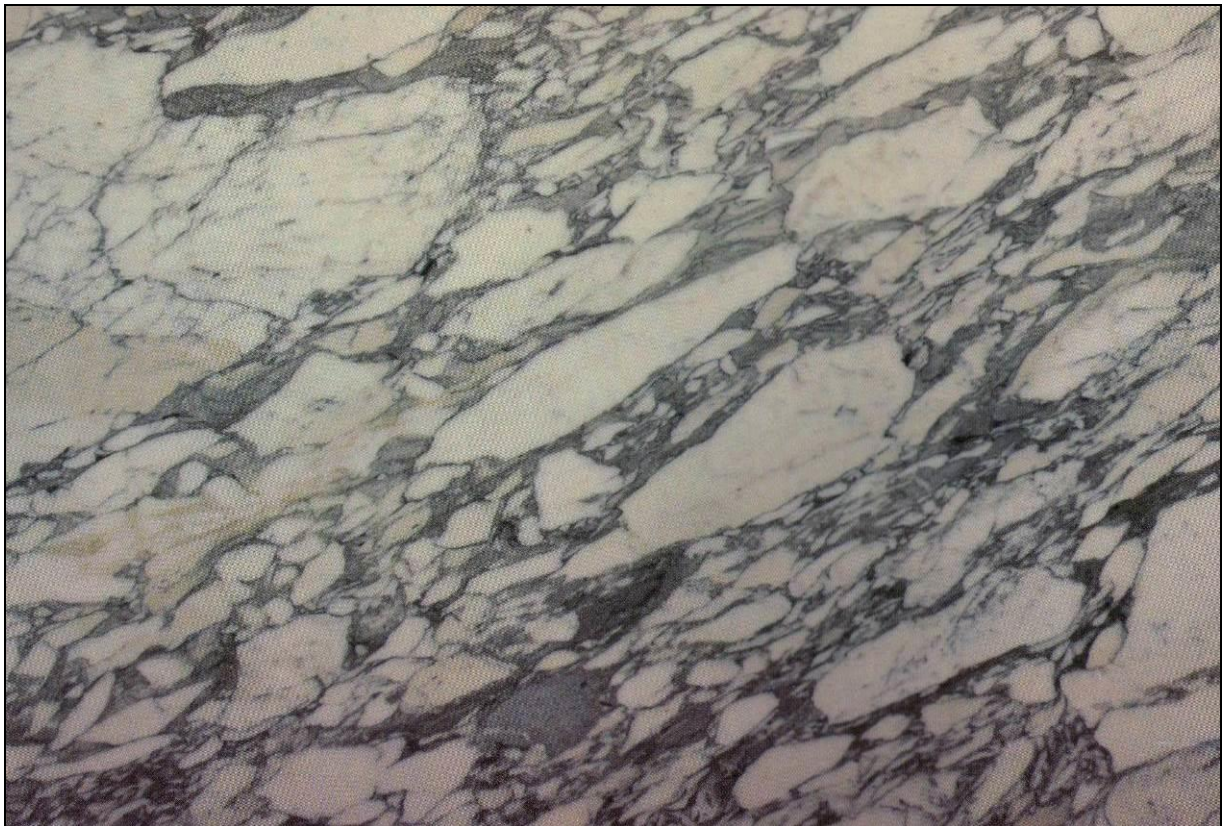


Imagen 2.10 – Granito Avocatus. -

Materiales artificiales – Silestone y Dekton

Silestone es la denominación comercial de un producto que desarrolló Cosentino, una empresa familiar española. Se trata de un compacto micro prensado compuesto de hasta un 94% de cuarzo natural (lo que le proporciona una alta resistencia y dureza) y un 6-7 % de resina poliéster que incluye el pigmento y una protección bacteriostática. Se produce mediante la vibro compactación del material. El material es micro prensado para quitar todo el aire, de modo que donde no hay cuarzo hay resina, y donde no hay resina hay cuarzo. Con este procedimiento se obtiene un compacto que no posee poros, en el que no penetran los líquidos, es decir que se comporta como un vidrio.

Esta composición le otorga sus dos características fundamentales: su propiedad antibacteriana, que lo hace extremadamente apto para superficies de trabajo en cocinas y laboratorios, y una gama de colores homogéneos o heterogéneos que no existen en los materiales naturales.

Ese 6-7 % de resina poliéster, cuya función es aglomerar el cuarzo, es materia orgánica y, por lo tanto, Silestone es un material que tiene excelentes propiedades mecánicas, pero que no tiene resistencia al calor ni a la radiación UV. Eso lo hace poco apto para exteriores, ya que se degrada, modificándose su color original. Además, la resina se quema cuando es sometida a calor intenso (por ejemplo, si se apoya una olla recién sacada del fuego, la resina se quema químicamente, poniéndose blanca, y ese cambio no puede revertirse).

Silestone reproduce artificialmente las cualidades de las piedras naturales, y en muchos casos las mejora. Se produce en tablas rectangulares estandarizadas de 3,20 x 1,44 m, medida que permite un máximo aprovechamiento del material, particularmente en la producción de mesadas de cocinas, dado que la medida 1,44 m permite obtener dos mesadas de medidas estándar con sus correspondientes zócalos.

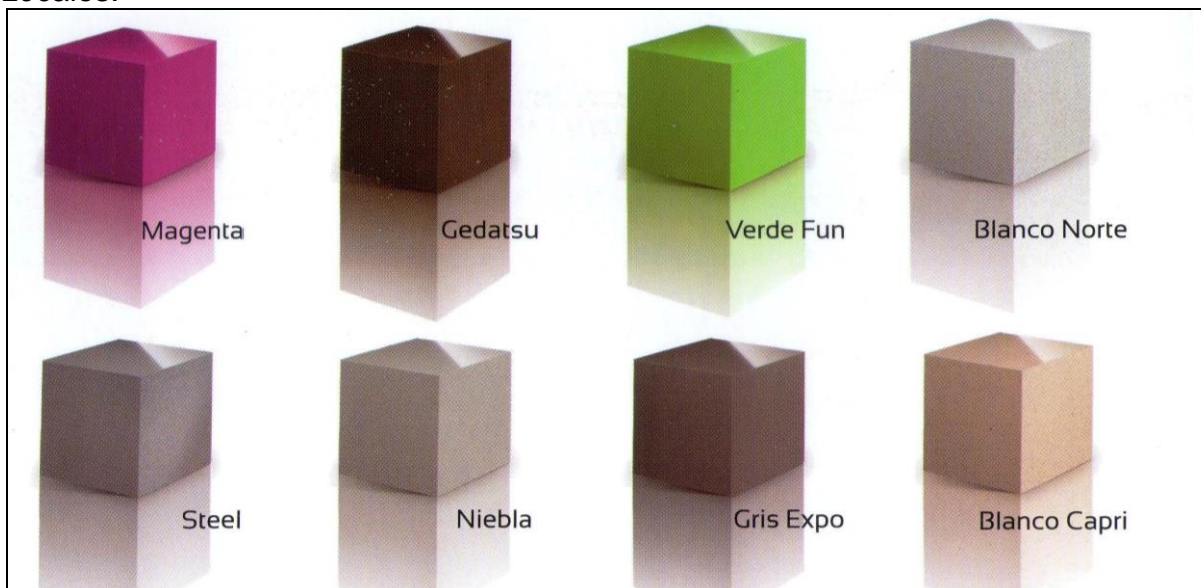


Imagen 2.11 – Silestone. -

Dekton es el nombre comercial de un producto que desarrolló Cosentino y cuya comercialización se inició en el año 2013. Es una superficie ultra compacta, compuesta por una sofisticada mezcla de materias primas que se utilizan para fabricar vidrio, porcelanas y superficies de cuarzo. Cada color que se pretenda fabricar lleva un porcentaje de cuarzo, vidrio, zirconio (Zr), arcilla, pigmento, que se combinan de acuerdo al material que se quiera obtener.



Imagen 2.12 – Dekton. -

A diferencia de Silestone, Dekton es un ultra compacto que excluye toda presencia de materia orgánica. Logra la aglomeración de los componentes por sinterización, un proceso que se produce sometiéndolos a altísima presión y temperatura. De este modo se obtiene un material diferente con características mecánicas sobresalientes. Dekton tiene una resistencia a la abrasión diez veces mayor que Silestone.

Se fabrican con un proceso tecnológico exclusivo que supone una versión acelerada de los cambios metamórficos que sufre la piedra natural al exponerse durante milenios a alta presión y temperatura. La microscopía electrónica permite apreciar la nula porosidad del material, consecuencia del proceso de sinterización y ultra compactación que brinda la tecnología utilizada. La porosidad cero y la inexistencia de micro defectos -causante de tensiones o puntos débiles-, generan la característica diferencial de Dekton.

Debido a sus propiedades, es un material único en el mundo, ya que posee una alta calidad y características técnicas superiores entre los materiales de construcción existentes en el mercado. Tiene infinidad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.

Dekton se introdujo al mercado argentino recién a finales del año 2015, y la empresa objeto de estudio aún no lo tiene incorporado en la grilla de materiales que ofrece. Esto es porque aún no es un material conocido entre el público y es muy caro comparativamente con el resto de los materiales presentados anteriormente.



Imagen 2.13 – Propiedades del Dekton. -

1.3 Mercados

General Pico es la segunda ciudad más grande de la provincia de La Pampa, después de su capital, Santa Rosa, la que se encuentra a 120Km. Cuenta con aproximadamente 60.000 habitantes y está en constante crecimiento. ROKA comercializa sus diversos productos principalmente en la ciudad de General Pico y pueblos vecinos, en un área aproximada de 100 Km a la redonda.

Hay 6 marmolerías en la ciudad, aunque ROKA es la que más tiempo lleva presente en el rubro y se destaca de entre las otras por su trayectoria, por brindar productos de calidad y por realizar las entregas en el tiempo especificado. Sólo hay una marmolería que puede ser considerada como competidora en el mercado local, dado que no sólo comercializa productos derivados de la marmolería, sino que también produce y comercializa baldosas de cemento, y son más fuertes en este rubro.

Una característica importante del proceso productivo de la marmolería es que la mayoría de los trabajos se realizan a medida, con ajustes en obra, lo cual restringe el mercado dificultando la entrada de productos en las localidades vecinas que ya cuentan con marmolerías, dado que la toma de medidas y los ajustes en obra repercuten en la competitividad de los productos ofrecidos incidiendo en el precio de los mismos. Los productos de la marmolería son muy pesados, por lo que deben ser manipulados por dos o más personas, además de ser trasladados con sumo cuidado ya que pueden romperse con facilidad ante cualquier golpe.

El mercado de las baldosas es reducido ya que la fabricación de las mismas comenzó a ser consistente en los últimos años. La producción no responde a una estrategia de ventas, no se desarrollan acciones de promoción del producto ni la correspondiente publicidad para la inserción en el mercado del mismo. Solamente se realizan ventas por el boca o boca o a gente que asiste al local comercial en búsqueda de otro producto y adquiere conocimiento de que se comercializan también las baldosas.

1.4 Proveedores

Los proveedores de materia prima para la fabricación de baldosas, son todos del medio local. En cuanto a la marmolería, ROKA Argentina S.A. posee la totalidad de sus proveedores nacionales. Sus principales proveedores son de Córdoba y Bahía Blanca (Buenos Aires).

Estos aserraderos proveen Dekton, Silestone, mármoles y granitos nacionales e importados, realizándose el transporte mediante camiones, por rutas nacionales y provinciales. La mayoría de las piedras nacionales son suministradas por proveedores de Córdoba, y las piedras importadas son provenientes principalmente de Bahía Blanca.

Manipular piezas tan pesadas requiere de elementos de transporte adaptados a su volumen y a su envergadura. Además, se requieren herramientas seguras para descargar los materiales, con el fin de evitar cualquier tipo de accidente. Por estos motivos, debe prestarse mucha atención al proceso de recepción de estos materiales. Las compras deberían ser cuidadosamente planificadas, como se analizará posteriormente en el desarrollo de este proyecto.

1.5 Estructura física

El predio donde está emplazada la planta industrial es de 2500m² de los cuales se encuentran cubiertos 450m². Junto con el local comercial y las oficinas administrativas el predio suma 5000m², de los cuales, aproximadamente 1000m² están cubiertos.

Existen dos naves fundamentales, una en la que se encuentra el flujo productivo de la marmolería y un pequeño almacén ocupando una superficie de 116 m², y otra en el que se realiza la fabricación de las baldosas de 300 m². Existen otras áreas que son auxiliares a las principales, como el taller, la galería donde se almacenan los productos terminados, el predio donde se almacena la materia prima y la zona donde se acumula el scrap.



Imagen 2.14 – Estructura física de ROKA Argentina S.A. -

1.6 Organización

Según Chiavenato (1998), la estructura organizacional es la división de todas las actividades de una empresa, las cuales luego se agrupan para formar áreas o departamentos. Se establecen autoridades y a través de la organización y coordinación, se buscan alcanzar los objetivos de la empresa.

La estructura organizacional es fundamental en todas las empresas: define muchas características de cómo se va a organizar, tiene la función principal de establecer autoridad, jerarquía, cadena de mando, organigramas y departamentalizaciones, entre otras.

Los organigramas son representaciones gráficas, donde se representan la división del trabajo, las líneas de autoridad y comunicación. En pequeñas empresas, como ROKA, la estructura organizacional es lineal; la autoridad proviene de un nivel superior y cada subordinado es responsable sólo ante su superior jerárquico. La ventaja de esto es que se establece una disciplina laboral y no hay conflicto de autoridad ni fuga de responsabilidad. A continuación, se presenta el organigrama de la empresa bajo estudio.

El presidente de la empresa ROKA Argentina S.A. es Luis Alberto Kress, uno de sus fundadores. Es quién toma las decisiones finales y además, es el encargado de gestionar el sector productivo. Como asesora legal y asistente en asuntos de recursos humanos, se desempeña Amelia Rosa Kruzliak.

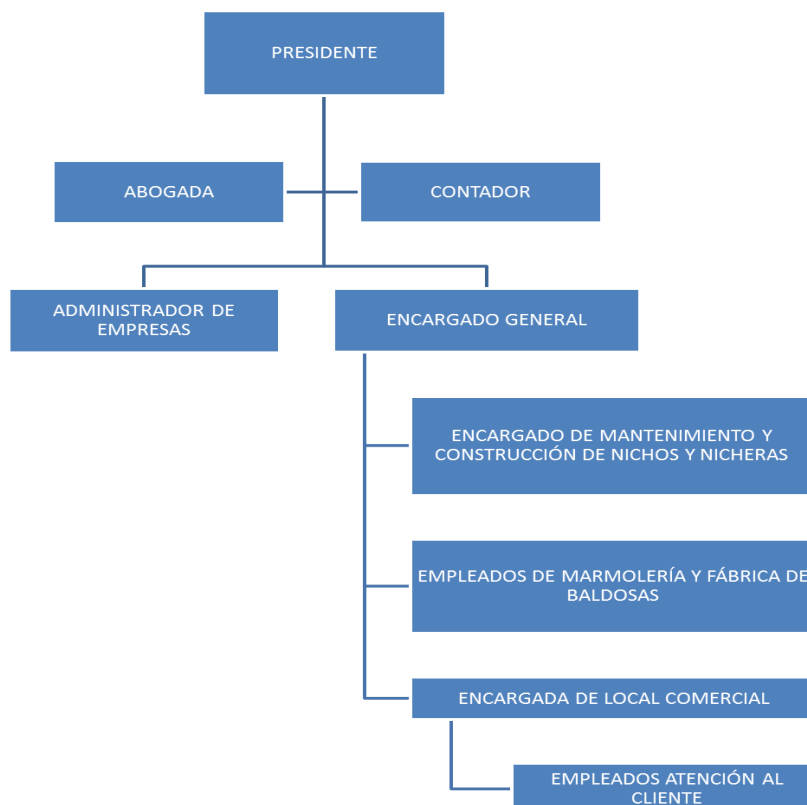


Imagen 2.15 – Organigrama de ROKA Argentina S.A. –

2 UNIDAD DE NEGOCIO: MARMOLERÍA

La labor de la marmolería es principalmente artesanal. Los trabajos se realizan a medida y deben cumplir ciertas características especificadas por el cliente.

2.1 Flujo productivo

A continuación, se presenta un esquema simplificado del flujo productivo de esta nave, junto con una breve descripción de cada una de las tareas principales:

I. Diseño

En esta fase se definen las características del producto, lo que implica la correcta e inequívoca especificación del mismo y un conocimiento elemental de los métodos de producción. Se emplea el metro como instrumento de medición, instrumento que es inexacto si se pretende precisión a escala de milímetros, pero adecuado cuando se trabaja con materiales como la piedra con tecnologías de corte convencionales, tales como las que aplica ROKA.

Las marmolerías emplean como materia prima tablas de mármol o granito cuyas medidas aproximadas son 2.7m x 1.5m, (4m² de superficie) y 0.02m de espesor nominal. Silestone y Dekton se comercializan en medidas estándar de 3.20m x 1.44m (4,6m² de superficie) y 0.02m de espesor.

Cuando se trazan marcas sobre el material se emplean marcadores indelebiles al agua, ya que las cortadoras emplean agua para enfriar o conducir el elemento cortante (disco de diamantes) y a la misma vez, eliminar el polvo. El agua que se emplea en el corte se recicla. Las marcas son suficientemente gruesas como para que se produzcan variaciones significativas, de donde las tolerancias deben estar en el rango de los 0.005m, algo que debe preverse en el mismo diseño.

En consecuencia, las medidas –con la única excepción de los espesores del material, ya que los espesores comerciales son nominales- deben especificarse siempre en centímetros con tolerancias de ± 0.5 cm. El corte de una piedra nunca es suficientemente preciso como para admitir variaciones de milímetros cuando se utilizan cortadoras convencionales.

Existen limitaciones en las medidas máximas que puede tener una pieza en función de los largos de las tablas de material. Si se requiere una medida especial, es necesario anticiparse lo suficiente como para intentar obtener un material de cantera que se ajuste a ese requerimiento. Pero más allá de las limitaciones que impone el material virgen, las dimensiones y pesos de las piezas deben estar en función de las reales posibilidades de manipulación de las mismas. El traslado del material implica uno de los dos momentos de mayor riesgo de rotura de una pieza. El otro momento es el de la colocación en obra. En ambas situaciones los elementos están expuestos a las tensiones que provoca la manipulación por parte de personal, que no siempre está calificado para hacerlo, y aún con personal experto los riesgos

siempre están presentes. Además, las dimensiones máximas tienen relación con las posibilidades de acceso a la obra.

A las dimensiones de los elementos, debe adicionarse el problema del peso, que se incrementa proporcionalmente con la medida. Por ejemplo, una pieza de granito de 0,02 m de espesor, con medidas superficiales de 1.40m x 0.60m pesa 45.36 kg. Es decir que eventualmente una sola persona podría llegar a manipularla, pero no podría equilibrar las tensiones que se producen cuando el material no es izado en forma pareja, exponiéndolo a la rotura. Esta situación se agravaría aún más si la pieza del ejemplo fuese de mármol, cuya mayor fragilidad la expondría a una rotura segura en esas condiciones.

Si algo caracteriza por igual a mármoles y granitos es su rigidez. Soportan grandes esfuerzos de compresión –de hecho, se han formado en esas condiciones- pero no resisten la flexión. La rotura se materializa por los lugares donde la pieza es más débil. Es el caso clásico de la mesada de cocina, donde la rotura se produce inexorablemente donde la sección se encuentra debilitada por la presencia de la pileta y los orificios para las griferías. Una pieza horizontal debe seguir siempre una regla básica, deben ser apoyadas en forma pareja para evitar tensiones que el material no tiene capacidad para soportar sin romperse.

Una vez colocada la pieza en obra esta no admite rectificaciones. Si se deben hacer cortes, los cortes in situ se efectúan mediante una cortadora de mano –amoladora- que no posee la precisión de la cortadora de banco y que al cortar en seco provoca una enorme dispersión de polvo, además de un alto nivel de ruido.

II. Confección del plano

Una vez especificado el trabajo a realizar, se procede a la confección de un plano en escala, que contiene un esquema del producto con sus correspondientes medidas. Además, se especifica el material a utilizar (nombre de la piedra), se indican los laterales que deben ser pulidos y las perforaciones de piletas y griferías. Siempre deben indicarse los bordes que deben ser pulidos. La ausencia de una indicación explícita es siempre interpretada como un corte que no debe ser pulido.

El plano es enviado a la nave de producción, donde el encargado de corte lo recibe e inicia el proceso de transformación del producto. A continuación, se muestra a modo de ejemplo el plano de una mesada de cocina con sus respectivos zócalos y pileta.

MESADA DE COCINA
1,00m x 0,60m
Con zócalo. Bacha izquierda
Traforos de diámetro 2cm

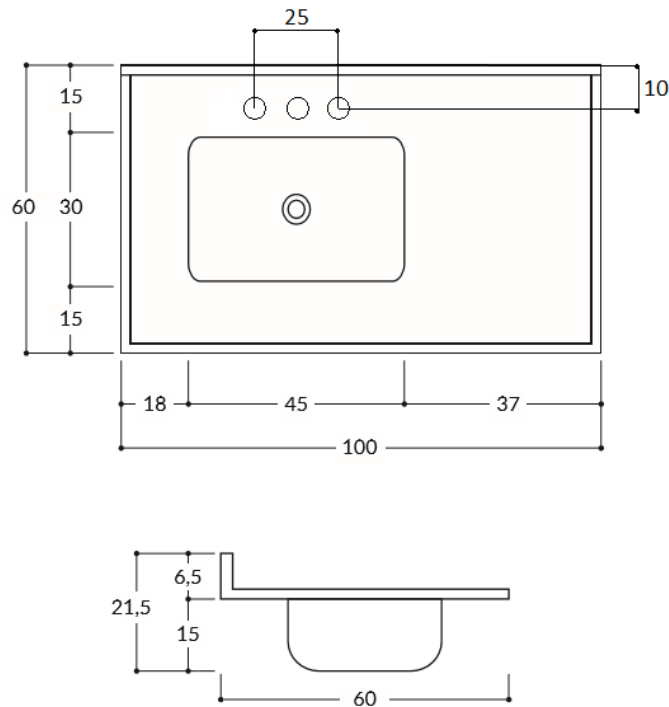


Imagen 2.16 – Plano para realizar una mesada. –

III. Corte

Antes de cortar la pieza (Imagen 2.17), el operario selecciona la materia prima del material indicado (1) y la coloca sobre la mesa cortadora. Luego procede a dibujar sobre la superficie del material el plano en escala real con los marcadores correspondientes. Se realizan los cortes exteriores (2).

La pieza es trasladada hacia donde se encuentran las máquinas perforadoras y proceden a realizar las perforaciones interiores (3) -traforos-. Los recortes sobrantes del material se colocan en las zonas destinada para tal fin, clasificadas de acuerdo a su tamaño. Una vez que se realizaron los traforos, se coloca nuevamente la pieza sobre la mesa de la máquina cortadora y se realizan los cortes internos. Luego, sobre unas mesas, se pulen los bordes indicados en el plano (4).

Se define como **traforos** a las perforaciones interiores que se realizan para posteriormente realizar los cortes internos donde se colocarán las piletas o canillas de las mesadas.

Para cortar estas tablas y producir mesadas se emplean máquinas con tecnologías de corte convencional, llamadas cortadoras de banco, las cuales funcionan con discos de corte diamantados. La precisión de la medida de corte

depende de la destreza del operador, del tipo de cortadora, del material y del tipo de disco que se emplea, (ya que los hay específicos para cortar los mármoles más blandos y para cortar los granitos más duros).



Imagen 2.17 – Flujo productivo de la marmolería. -

De la composición de un mármol o un granito dependerá también la posibilidad de un corte perfectamente recto y exacto en su medida, ya que un material heterogéneo, que contiene cristales más duros, puede desviar al disco de su recorrido, o un material muy blando, puede disgregarse al paso del mismo. La velocidad adecuada de corte es también un factor determinante.

Todos estos procesos de corte en taller son por vía húmeda. El agua sirve para enfriar el disco y al mismo tiempo para eliminar el polvo. El agua que se emplea en el corte se recicla. Tanto la máquina cortadora como la que realiza los traforos poseen canaletas por las que circula el agua que utiliza cada proceso. Esta se dirige a una fosa séptica donde se separa por decantación la materia sólida (polvo derivado del proceso). La fosa séptica posee 3 cámaras, para que el agua que luego se recirculará por el proceso mediante una bomba esté lo más limpia posible.

3 UNIDAD DE NEGOCIO: FÁBRICA DE BALDOSAS

Si bien pueden adoptar distintas formas o colores, las baldosas se fabrican con medidas estándares, que son las que proporciona el tamaño del molde a utilizar: 0.4m ancho x 0.4m alto y 0.02m de espesor. La producción no se realiza a pedido sino que se genera un stock y se reactiva la producción cuando se consume el mismo.

Las empresas pueden operar con dos sistemas de costos, diferenciando si los trabajos son por procesos o por pedidos. En una industria pueden coexistir ambos sistemas, como es el caso de ROKA Argentina S.A.

En el caso de la fábrica de baldosas, como la oferta es anterior a la demanda (se produce para almacenar) y la producción es repetitiva con pequeñas variantes, se utiliza el método de costo histórico. Se acumulan los costos en cada proceso por el cual circula el producto durante un cierto periodo, y luego se prorratea sobre las unidades que han circulado. Es decir, se concretan los consumos y en función de estos se determinan los costos.

En cambio, en la marmolería, el trabajo es por pedido. La demanda es anterior a la oferta y el precio de venta está prácticamente cerrado al inicio del trabajo. El método de costeo utilizado es por costo predeterminado, es decir, los costos se calculan en función de costos estimados.

3.1 Flujo productivo

Los moldes para producir las baldosas se encuentran ubicados en bandejas que los contienen, apilados unos sobre otros (Imagen 2.18). Estas bandejas contenedoras están almacenadas dentro de la nave y son trasladadas al puesto de trabajo mediante carretillas hidráulicas (1).

Luego de acercar los moldes hacia el puesto de trabajo se procede a la aplicación de desmoldante a los mismos (2), uno a uno, y se colocan sobre una mesa. Se procede a la preparación de la mezcla de materia prima en una hormigonera (3). Con un dosificador que contiene las medidas específicas de material que lleva cada molde, se vierte manualmente la mezcla sobre los mismos (4).

Se coloca cada molde (Imagen 2.19) sobre una vibradora (5) durante 1,5 minutos para homogeneizar la distribución de la mezcla. Posteriormente se colocan sobre la bandeja que los contiene y se transportan al lugar que tienen destinadas para su almacenamiento dentro de la nave (6). Se deja reposar la baldosa durante 3 días en temporada primavera-verano y 1 semana en otoño-invierno.

Luego de transcurrido el tiempo especificado se desmoldan (7), las baldosas se estiban (8). Se dejan reposar en esta posición durante al menos 15 días en primavera/verano y 30 días en otoño/invierno; pasado este lapso pueden ser transportadas a la obra. En caso de no ser vendidas durante ese tiempo, actualmente se almacenan en el mismo lugar en que se depositan inicialmente.

Dado que las baldosas se colocan dentro de la misma nave en la que se fabrican ocupando una gran cantidad de espacio, durante el desarrollo de este proyecto se analizará la posibilidad de palletizar estos productos para ser almacenados. El espacio que actualmente ocupan será destinado para instalar la marmolería en su traslado hacia este espacio físico. En la realización del nuevo layout se tendrá en cuenta la gestión de estibado y posterior almacenamiento de estos productos, a modo de optimizar el espacio físico de las instalaciones.

A continuación, se muestra una secuencia que representa el proceso productivo de la fabricación de baldosas de cemento.

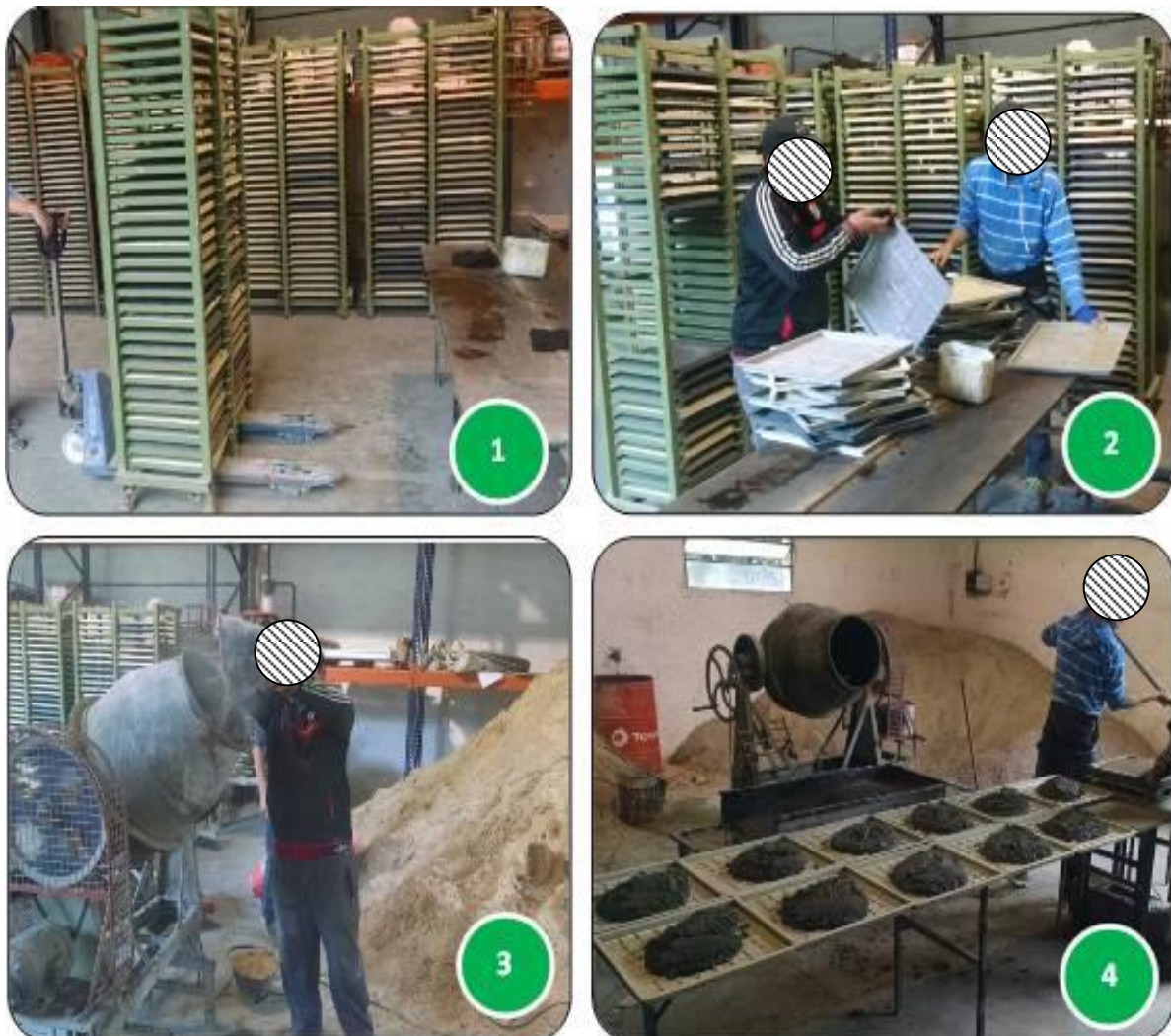


Imagen 2.18 - Flujo productivo de la producción de baldosas (1). -



Imagen 2.19 - Flujo productivo de la producción de baldosas (2). -

Las baldosas se almacenan en estibas que llegan hasta los 4m de largo y 15m de ancho, sin superar las 5 filas de altura. Esta forma de almacenamiento no es la más conveniente, dado que se ocupa una superficie cubierta total de 60m².

4 LEAN MANUFACTURING

Lean Manufacturing es conocido como un modelo de fabricación esbelta, encaminado a mejorar la productividad de las empresas mediante la simplificación de las operaciones y la reducción de costos. Tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota.

Consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, entendidos estos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Lean identifica los desperdicios derivados de la cadena productiva y tiende a eliminar todo lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor para el cliente.

Los siguientes apartados son desarrollados con base en los conceptos brindados por Hernández Matías (2013).

4.1 Principios del sistema Lean

Los principios más frecuentes asociados al sistema Lean, desde el punto de vista del “factor humano”, de la manera de trabajar y pensar son:

- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinares.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Utilizar sistemas “Pull” para evitar la sobreproducción.
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.
- Crear un flujo de proceso continuo, que permita ver los problemas.

4.2 Conceptos de despilfarro vs valor añadido

El valor se añade cuando todas las actividades tienen el único objetivo de transformar la materia prima desde el estado en que se ha recibido a otro de superior acabado. El valor añadido es lo que realmente mantiene viva a toda empresa, su cuidado y mejora debe ser la principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva.

Se define como **desperdicio** a todo aquello que no añade valor al producto o que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Cabe señalar que existen actividades necesarias para el sistema o proceso, aunque no tengan un valor añadido. En este caso los desperdicios deberán ser asumidos. Eliminando los despilfarros, las empresas disponen de la herramienta más adecuada para mejorar sus costos.

En el entorno Lean la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo apartarse de todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido. Este método recibe el nombre de Hoshin (Brújula) y consiste en:

1. Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de los procesos.
2. Actuar para eliminar el desperdicio.
3. Estandarizar el trabajo con mayor carga de valor añadido para, posteriormente, volver a iniciar el ciclo de mejora.

MUDA es un término japonés que significa “inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro”. Los 7 muda son conceptos aplicados inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del JIT en el sistema de producción Toyota.



Imagen 2.20 – Los 7 muda. -

A continuación, se identifican las principales características de los 7 MUDA, indicando cuales son las posibles causas que derivan en despilfarros, así como las acciones que propone el sistema Lean para su eliminación.

Inventario

El exceso de almacenamiento de productos presenta la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos, hasta el punto que muchas veces se denomina al stock la “raíz de todos los males”. Se refiere al stock

acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales, como a piezas en proceso y producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. El inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y emplea espacio valioso.

A menudo, un stock es una fuente de pérdidas por productos que se convierten en obsoletos, hay posibilidades de que sufran daños, tiempo que se invierte en recuento y control, entre otros.

El despilfarro por almacenamiento es el resultado de tener una mayor cantidad de existencias que las necesarias para satisfacer las necesidades más inmediatas. El hecho de que se acumule material, antes y después del proceso, indica que el flujo de producción no es continuo.

a) Características:

- Excesivo espacio ocupado en el almacén.
- Contenedores o cajas demasiado grandes.
- Rotación baja de existencias.
- Costos de almacén elevados.
- Excesivos medios de manipulación.

b) Causas posibles:

- Procesos con poca capacidad.
- Previsiones de ventas erróneas.
- Sobreproducción.
- Problemas e ineficiencias ocultas.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Nivelación de la producción.
- Fabricación en células.
- Cambio de mentalidad en la organización y gestión de producción.

Sobreproducción

El desperdicio por sobreproducción es el resultado de fabricar más de la cantidad requerida o producir algo antes de que sea necesario. La sobreproducción es un desperdicio crítico porque no incita a la mejora ya que parece que todo funciona correctamente. Además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita para nada, lo que representa claramente un consumo inútil de material que a su vez provoca un incremento de los transportes y del nivel de los almacenes. En muchas ocasiones la causa de este tipo de desperdicio radica en el exceso de capacidad de las máquinas. Los operarios, preocupados por no disminuir las tasas de producción, emplean el exceso de capacidad fabricando materiales en exceso.

- a) Características:
- Gran cantidad de stock. Necesidad de espacio para almacenaje.
 - Tamaños grandes de lotes de fabricación.
 - Falta de equilibrio en la producción.
- b) Causas posibles:
- Procesos no capaces y pocos fiables.
 - Reducida aplicación de la automatización.
 - Tiempos de cambio y de preparación elevados.
 - Respuesta a las previsiones, no a las demandas.
 - Falta de comunicación.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
- Flujo pieza a pieza (lote unitario de producción).
 - Implementación del sistema Pull mediante Kanban.
 - Acciones de reducción de tiempos de preparación SMED.
 - Nivelación de la producción.
 - Estandarización de las operaciones.

Tiempos de espera

La espera es el tiempo durante la realización del proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos.

En términos fabriles estaríamos hablando de los “cuellos de botella” cuando se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar.

- a) Características:
- El operario espera a que la máquina termine.
 - Paradas no planificadas.
 - Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
 - Tiempo para ejecutar reprocesos.
 - Un operario espera a otro operario.
- b) Causas posibles:
- Métodos de trabajo no estandarizados.
 - Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
 - Desequilibrios de capacidad.
 - Falta de maquinaria apropiada.
 - Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.
 - Producción en grandes lotes.
 - Baja coordinación entre operarios.
 - Tiempos de preparación de máquinas elevados.

- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
- Nivelación de la producción. Equilibrado de la línea.
 - Layout específico de producto. Fabricación en células en U.
 - Automatización con un toque humano (Jidoka).
 - Cambio rápido de técnicas y utillaje (SMED).
 - Adiestramiento polivalente de operarios.

Transporte y movimientos innecesarios

Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz al 50%, habría que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, y también aumenta los plazos de entrega.

Además, hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado, y para evitarlo se asegura el producto para el transporte, lo cual también requiere mano de obra y materiales. O el material puede ser ubicado en un espacio inadecuado de forma temporal, por lo que se deberá volver a mover en un corto periodo de tiempo, lo que ocasionará nuevamente mano de obra y costos innecesarios.

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Estos desperdicios hacen un aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas dorso lumbares y demás dolencias, así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.

Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventarios. En este sentido es importante optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores.

- a) Características:
- Los contenedores son demasiado grandes, difíciles de manipular.
 - Exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.
- b) Causas posibles:
- Layout obsoleto.
 - Gran tamaño de lotes.
 - Procesos deficientes y poco flexibles.
 - Programas de producción no uniformes.
 - Tiempos de preparación elevados.
 - Excesivos almacenes intermedios.

- Baja eficiencia de los operarios y las máquinas.
 - Reprocesos frecuentes.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
- Layout del equipo basado en células de fabricación flexibles.
 - Cambio gradual a la producción en flujo según tiempo de ciclo fijado.
 - Trabajadores polivalentes o multifuncionales.
 - Reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados.

Defectos, Rechazos y Reprocesos

Los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que se consumen materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo porque pueden provocar insatisfacción en el cliente. Es preferible, por lo tanto, prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos.

Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que debemos eliminar, y es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del reproceso no sabe que lo está haciendo. Por ejemplo: limpiar dos veces, o simplemente, hacer un informe que nadie va a consultar.

Debemos preguntarnos el por qué un proceso es necesario y por qué un producto es producido. Una vez realizada esta reflexión, es importante eliminar todos los procesos innecesarios.

- a) Características:
- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
 - Planificación inconsistente.
 - Baja motivación de los operarios.
 - Flujo de proceso complejo.
 - Recursos humanos adicionales necesarios para reprocesos.
 - Espacios y técnicas extra para el reproceso.
 - Maquinaria poco fiable.
- b) Causas posibles:
- Movimientos innecesarios.
 - Proveedores o procesos no capaces.
 - Errores de los operarios.
 - Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
 - Técnicas o utillajes inapropiados.
 - Proceso productivo deficiente o mal diseñado.
- c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:
- Automatización con un toque humano.
 - Estandarización de las operaciones.

- Implantación de elementos de aviso o señales de alarma.
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.
- Control visual: Kanban, 5S y andón.
- Mejora del entorno del proceso.
- Producción en flujo continuo para eliminar manipulación de las piezas de trabajo.

Potencial humano subutilizado

Algunos autores consideran el desaprovechamiento del talento humano como el octavo desperdicio. Esto se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Se puede dar por diferentes causas:

- Una cultura y política de empresa anticuada que subestima a los operadores.
- Insuficiente entrenamiento o formación a los trabajadores.
- Salarios bajos que no motiven a los trabajadores.
- Un desajuste entre el plan estratégico de la empresa y la comunicación del mismo al personal.

Toda empresa debería enfocarse en aprovechar el conocimiento del operario que manipula todos los días la máquina y conoce cómo se comporta, más que el ingeniero o titulado que ocupa un puesto intermedio. Es importante garantizar un flujo de información de arriba a abajo y de abajo a arriba.

Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista en la eliminación de desperdicios, para lo cual la dirección de la organización debe propiciar un ambiente que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

4.3 Técnicas Lean

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea. Las técnicas están agrupadas en tres grupos distintos, a modo de obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las mismas.

En un primer grupo están aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier circunstancia de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier

empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistémica de Lean.

- **Las 5S.** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones de trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **Estandarización.** Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación o puesta a punto de máquinas.
- **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de paradas de máquinas.
- **Control visual.** Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y el avance de las acciones de mejora.

En un segundo grupo están aquellas técnicas que, aunque son aplicables a cualquier situación exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios.

- **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.
- **Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos.
- **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un tercer grupo se encuentran las técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. Precisamente son aquellas que se han asociado al éxito de las técnicas JIT en la industria del automóvil. Son técnicas más avanzadas, que exigen recursos especializados para llevarlas a cabo.

- **Heijunka.** Conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo, y que permiten a la evolución hacia la producción en flujo continuo, pieza a pieza.

- **Kanban.** Sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas.

Se realizará una aproximación detallada de cada herramienta a medida que se vayan utilizando en el desarrollo de este proyecto. Así, con la ayuda de algunas de éstas técnicas, se buscará brindar posibles soluciones a los problemas planteados inicialmente en la empresa ROKA Argentina S.A.

Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa para invertir en su personal y promover la cultura de la mejora continua. El pensamiento Lean implica una transformación cultural profunda, de manera que empezar con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas, incluso solo una, para generar un mini-éxito es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento e implantación de las otras de las técnicas Lean. De cualquier forma, cualquier plan de acción debe plantearse a largo plazo, persiguiendo un cambio cultural que pase a formar parte de saber hacer de la empresa.

III REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA

Anteriormente se mencionaron los desperdicios en los que pueden incurrir las empresas. Estos no aportan valor añadido al producto o servicio que paga el cliente, por lo que representan un costo directo. Su reducción lleva a una mejora de costos y por lo tanto a ser más competitivos, brindando una mayor flexibilidad y eficacia al proceso productivo.

En esta instancia del proyecto se atacarán parte de los desperdicios en los que incurre la empresa bajo estudio: **defectos, rechazos y reprocesos**, conceptos que fueron identificados como parte de los 7 muda. Cabe destacar que, hay actividades que son necesarias para el sistema o proceso, aunque no agreguen valor al producto, las cuales generan desperdicios que deberán ser asumidos.

Uno de los problemas actuales que tiene la empresa ROKA Argentina S.A. es que, en la marmolería, los procesos de corte son ineficientes. Por una parte, el operario debe tener en cuenta la distribución del material con el fin de optimizar la utilización de materia prima y, por otra, valorar el material del que se dispone (en existencias), como ser restos de otros trabajos, tratando siempre de aprovecharlos con el fin de no acumular recortes. Se detectó que hay una mala utilización de la superficie de materia prima, por lo que se analizarán las causas y se brindarán posibles soluciones a dicho problema, para reducir de esta manera los costos y rentabilizar el material.

A esto se le suma que, dadas las características del proceso, se produce una gran cantidad de scrap inevitable, que actualmente no es aprovechado. Esto se ve como una oportunidad para la empresa ya que el mismo tiene un valor económico, por lo tanto, se analizarán distintas alternativas para reutilizarlo.

Además, se detectó un desgaste prematuro de los discos de corte y un mal uso de los mismos, por lo que también se buscará una solución a dicho problema.

Anteriormente fueron mencionadas las acciones Lean que se proponen para estos tipos de desperdicios. Para el caso particular de la empresa bajo estudio, se aplicarán en las soluciones las siguientes acciones:

- Mejora del entorno del proceso
- Aseguramiento de la calidad en el puesto
- Estandarización de las operaciones
- Mantenimiento preventivo
- TPM: Mantenimiento Productivo Total
- Control visual
- Producción en el flujo continuo

La reducción de costos busca mejorar la productividad, definida esta como un indicador que relaciona los recursos empleados para la obtención de una cierta cantidad de productos o bienes; cuantos más bienes obtengo a partir de la misma cantidad de recursos empleados, mayor es la productividad.

1 DESPERDICIOS POR ERROR HUMANO

1.1 Desperdicios derivados del proceso de corte

Las tablas de granito, material más utilizado para la producción en la marmolería, tienen una medida aproximada de 2.7m largo, 1.5m alto y 0.02m ancho. Desde una tabla de material virgen se pueden realizar varios trabajos, por lo que a la hora de realizar el corte el operario debe pensar estratégicamente como acomodar las piezas sobre la superficie de las mismas para obtener la mínima cantidad posible de desperdicio. A continuación, se muestran las planchas de granito y la disposición de su almacenamiento.



Imagen 3.1 – Playa de almacenamiento de granitos. -

El operario encargado de realizar el corte recibe el plano con las piezas del trabajo y sus medidas. Luego, debe seleccionar el material sobre el que confeccionará el plano en escala real antes de proceder al corte. Dadas las características del proceso productivo, a la hora de la selección, se tienen dos opciones: tomar la plancha entera o identificar entre los recortes que han sobrado de trabajos anteriores, una pieza que sirva para realizar el producto actual.



Imagen 3.2 – Almacenamiento de recortes. -

Analizando el proceso productivo mediante charlas con los operarios, su supervisor y a través de la observación directa y por cámaras de seguridad, se determinaron las posibles causas por las que se realizan cortes en los que la materia prima se utiliza de modo ineficiente:

1. Se observa que los cortadores no siempre logran visualizar la mejor alternativa o estrategia de ubicación de los planos en el material disponible para evitar el desperdicio.
2. A la hora de seleccionar el material sobre el que van a trabajar, optan por tomar una plancha entera, probablemente porque les resulta más sencillo que revisar las planchas fraccionadas para verificar que el producto pueda ser realizado con las mismas.
3. Algunas veces, los operarios incurren en mala interpretación de los planos a la hora de realizar los traforos para piletas o canillas. Otras veces, se equivocan al marcar las medidas de las piezas, lo cual implica un desperdicio total de ese material ya que, por lo general, se tiene que realizar el trabajo nuevamente.

Se proponen dos alternativas como **mejoras en el entorno del proceso** para solucionar el problema de la ubicación de los planos sobre el material: el uso de un software optimizador de corte y/o el uso de plantillas de goma como moldes para realizar una distribución previa a la marcación del plano en escala real de las piezas sobre el material.

A. Software optimizador de corte: CUTMASTER 2D

En primer lugar, se plantea el uso del software CUTMASTER 2D, un optimizador de corte que permite maximizar el uso del material asignado, generando las disposiciones de las piezas requeridas para realizar el trabajo. Este es un sencillo programa, en el cual se ingresan por un lado las medidas del material disponible a transformar y, por el otro, las medidas de las piezas que se necesitan para realizar el producto. Este software posiciona los cortes dentro de la superficie del material, organizándolos automáticamente de tal modo que se reducen al mínimo los desperdicios de materia prima, registrando el exceso eficientemente.

Una limitación de este software es que sólo calcula disposiciones rectangulares del corte, aunque sigue siendo muy útil para las necesidades actuales de la empresa en cuestión, ya que la mayoría de los trabajos son piezas rectas.

Como se observa en la siguiente imagen, en la parte izquierda del programa se ingresan los datos la materia prima a transformar. En la sección derecha se colocan las medidas de las piezas, indicando las dimensiones de las mismas además de la cantidad que se necesita de cada una. Se pueden cargar varios materiales como input, aunque tengan distinto tamaño, por lo que es una buena opción para reutilizar los recortes sobrantes de otros productos.

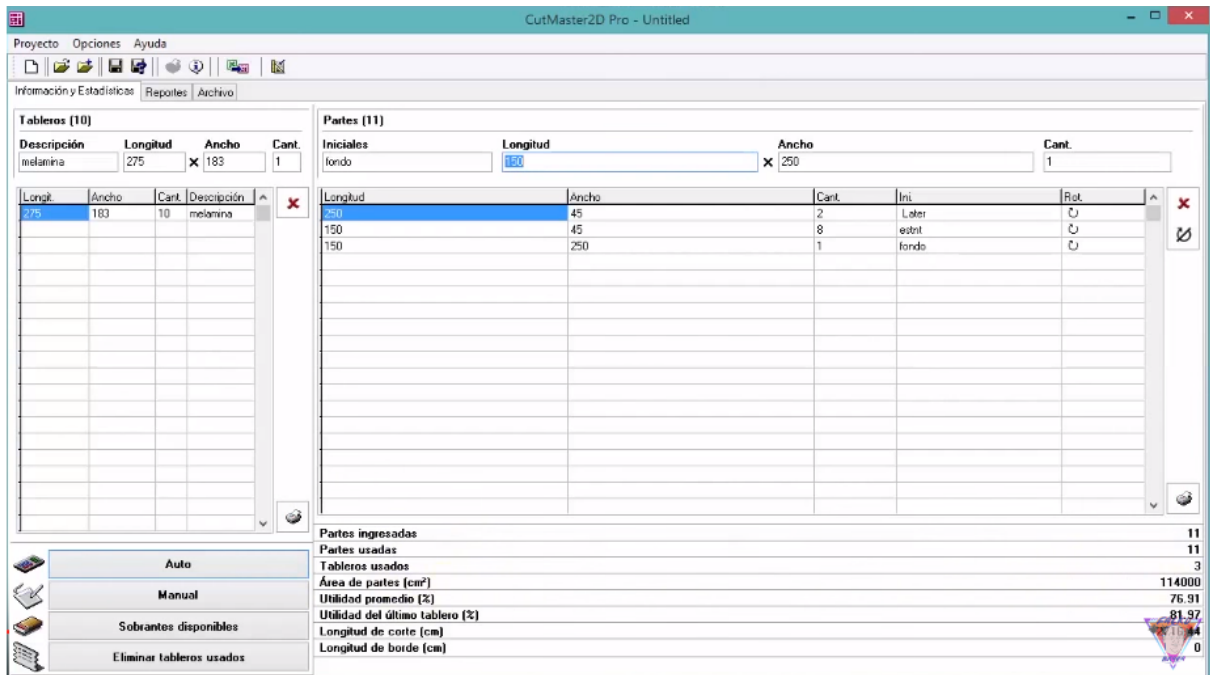


Imagen 3.3 – Ingreso de datos en el programa CUTMASTER 2D. –

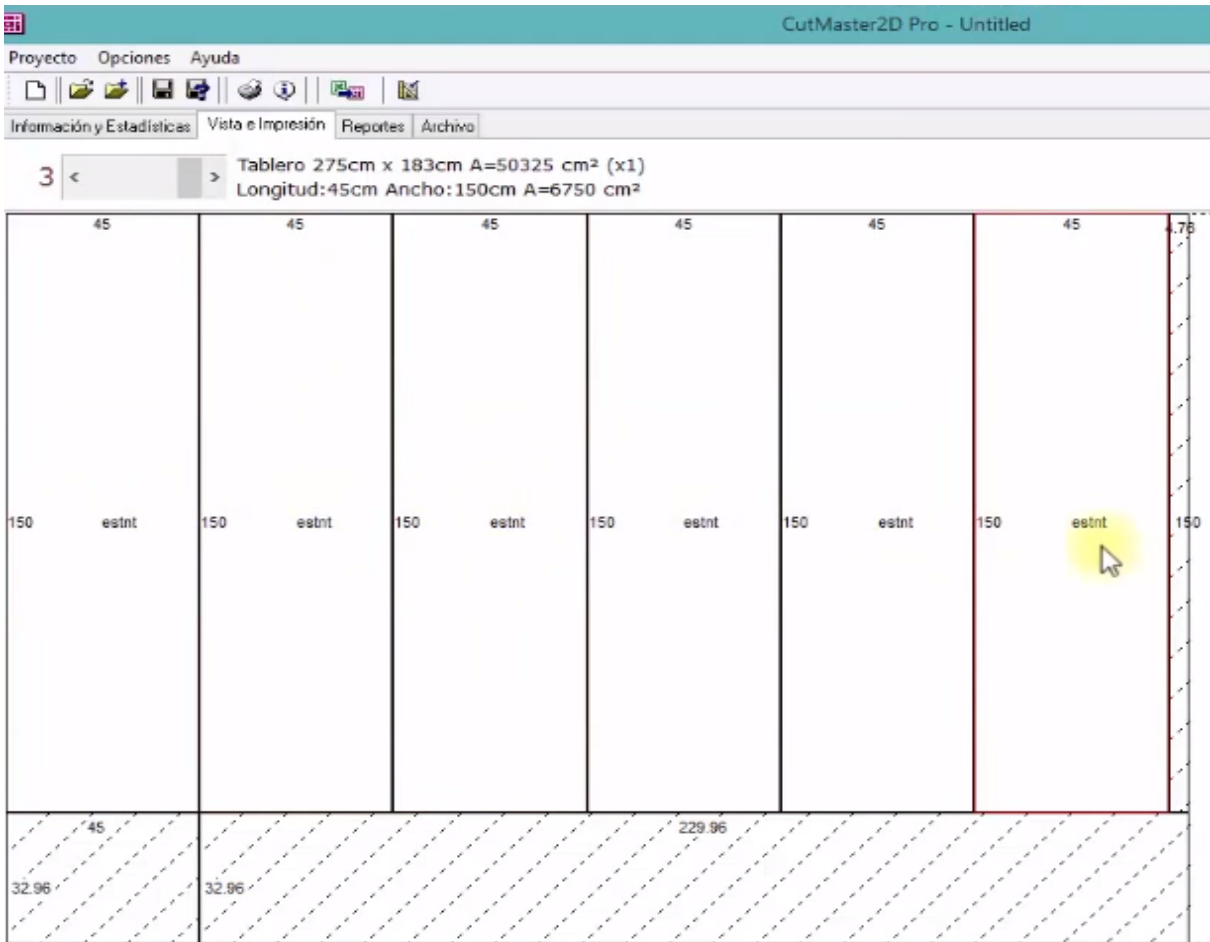


Imagen 3.4 – Salida de datos; las áreas con líneas punteadas representan el material sobrante.

El programa registra el material que dispone y luego, en base a esto, determinará cual es la mejor distribución que minimiza el desperdicio. Podemos observar en la imagen anterior un ejemplo en el que se disponen las piezas solicitadas. Los segmentos que aparecen con línea punteada son el material sobrante, y los cuadros en blanco son las piezas acomodadas sobre la superficie del material sobre la que se realizará el corte.

El costo del programa es muy bajo -\$69- comparado con los beneficios que brinda, tanto en la disminución de desperdicio de materia prima como en la reducción de horas mano de obra que se requieren para analizar las disposiciones.

Es planteada como una excelente solución a este problema ya que maximiza la productividad, ahorrando tiempo para analizar las disposiciones sobre la materia prima por parte de los operarios y evitando posibles errores que deriven en el desperdicio de material. Además, la entrada de información es clara y sencilla, por lo que cualquier persona podría utilizarlo fácilmente. Esta alternativa debería ir acompañada por un previo ordenamiento y clasificación por tamaños de los recortes para facilitar su utilización. Es por esto que se propone realizar un inventario y colocar en una base de datos informática las medidas y tipo de material de los recortes que se disponen. Esta base de datos debería actualizarse diariamente al mismo tiempo que se realizan los trabajos.

B. Moldes o plantillas de medidas estandarizadas

La otra alternativa que se propone para mejorar el entorno del proceso productivo -en caso de que no se lograra implementar la opción anterior- es armar el plano en escala real sobre la superficie del material, previamente a marcar las piezas, mediante la utilización de plantillas de goma de distintos tamaños. Se propone realizar con estas plantillas una distribución que permita visualizar cual es la mejor opción que minimice el desperdicio de materia prima.

El ancho de las mesadas tiene una medida estándar de 0.6 m, en la mayoría de los casos. La limitación de este método es que sólo puede utilizarse para este tipo de encargos. Las plantillas de goma deberían tener como ancho ese valor estándar, y variar sus largos.

Se propone la adquisición de 15 planchas de goma con las siguientes medidas, las cuales se pueden combinar de distintas formas, lo cual dependerá de la estrategia que adopte el operario:

- 2 unidades de 0.6 m x 1.5 m = 1.80 m²
- 4 unidades de 0.6 m x 1.0 m = 2.40 m²
- 2 unidades de 0.6 m x 0.5 m = 0.60 m²
- 2 unidades de 0.6 m x 0.3 m = 0.36 m²
- 2 unidades de 0.6 m x 0.2 m = 0.24 m²
- 3 unidades de 0.6 m x 0.1 m = 0.18 m²

De este modo se obtiene una superficie de 5.58 m², con lo que se cubre totalmente la superficie de una plancha de material estándar de 2.7 m x 1.5 m, o sea, 4 m².

Estos moldes serían de caucho antideslizante, ya que este material le brindaría una adherencia sobre la piedra pulida y no se moverán fácilmente como lo haría un molde de cartón o papel. Las mismas llevarían gravadas sobre sí sus medidas, y están perforadas y dispuestas con ojales metálicos, ya que se colocarían en el puesto de trabajo, colgadas y clasificadas por tamaño.



Imagen 3.5 – Caucho antideslizante, material para realizar los moldes. -

De las dos alternativas propuestas, se recomienda la utilización del software CUTMASTER 2D. Esta opción es más eficaz y le permite al operario ahorrar tiempo en el análisis de las disposiciones de las piezas.

Actualmente, el operador encargado de realizar el corte es quien selecciona el material sobre el que se va a trabajar. Se observó que, en ciertas oportunidades, esta persona toma una tabla de material entera sin revisar si entre los recortes existentes, hay piezas que puedan servir para completar el producto actual.

Se propone para este problema capacitar adecuadamente a una persona (que no sea el mismo operario que realiza el corte) y asignarle la responsabilidad de

seleccionar el material adecuado para realizar el trabajo, disponer los cortes con soporte del programa CUTMASTER 2D y marcar el plano en escala real sobre la superficie de material a utilizar. De este modo, se busca también atacar el problema de la mala interpretación de los planos, incorporándose un doble control de la correspondencia del mismo, ya que será el encargado de realizar el corte quién deberá corroborar que las piezas están correctamente marcadas.

Estas acciones se incorporarían como método para **asegurar la calidad en el puesto** y eliminar la posibilidad de errores que deriven en rechazos o reprocesos.

Desgaste prematuro de los discos de corte

Se detectó también que los discos de corte son descartados antes de que finalice su vida útil y que, en algunos casos, hay un desgaste prematuro de los mismos. Estos son discos diamantados importados, los cuales tiene un alto costo, por lo que se vio la necesidad de analizar esta situación. Se observó que los discos sufren un desgaste prematuro debido a que, en algunas ocasiones, no son colocados correctamente en la máquina cortadora.

Se propone realizar una **estandarización de las operaciones**, técnica Lean que plantea la realización de descripciones escritas o gráficas, las cuales deben aportar información que ayude a comprender las técnicas de una operación, proveyendo los conocimientos necesarios sobre máquinas, materiales, métodos, mediciones e información.

Se plantea realizar una ayuda visual en la que se muestren dos imágenes, una en la que se observe el modo correcto de colocación de los discos de corte y otra en la que se evidencie el modo incorrecto. Así, el operador podrá corroborar mediante la observación de la imagen cuándo el disco está mal colocado en la máquina, evitando el desgaste prematuro del mismo.

A esto se le suma que, actualmente, los discos son cambiados de la máquina por el mismo operador; es él quién quita el disco cuando considera que es necesario, y debe entregárselo al administrador de la empresa para que se le conceda uno nuevo. Quién recibe el disco no conoce en profundidad el proceso productivo, por lo que se identifica que no es la persona indicada para realizar esta tarea, dado que no nota si el disco realmente ha llegado al final de su vida útil.

Se recomienda como método de contención indicarle al operador que solicite a su supervisor directo el cambio de la herramienta, ya que es él quién está interiorizado en el proceso productivo y puede identificar si el disco realmente ha llegado al final de su vida útil. Como acción correctiva o definitiva para terminar con este problema, se propone realizar **mantenimiento preventivo** en las máquinas de corte, involucrando al operario en este proceso.

Conservación de los activos productivos

Se propone implementar **TPM: Mantenimiento Productivo Total**, para mantener el buen funcionamiento general de los equipos. Estas son un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta el personal operativo.

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la empresa es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

El TPM promueve la concientización sobre el equipo y el auto-mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieran habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente.

Uso excesivo de masilla

Se detectó que hay veces que el operario pega las piletas a las mesadas utilizando un exceso de masilla, y se interpretó que el motivo de dicho problema es que no tienen en claro cuál es la cantidad correcta de pegamento necesaria. Para solucionar este problema se propone realizar una ayuda visual, en la que se muestra una imagen con la operación realizada correctamente comparada con una imagen en la que la operación no está desarrollada de modo correcto. Se le estaría brindando al operario una herramienta para realizar **control visual**.

1.2 Reducción de desperdicios: Costos y Beneficios asociados

Se utilizará como criterio de evaluación para tomar la decisión de invertir en la reducción de desperdicios de materia prima el indicador Relación Beneficio/Costo. Este indicador financiero expresa la rentabilidad en términos relativos, es decir, la interpretación de los resultados es por cada peso que se ha invertido.

Según el autor Sapag Chain (2007), la relación Beneficio/Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable ($TAR=r$).

El índice TAR, denominado tasa de descuento, responde a la rentabilidad que exigirá el inversionista a su inversión al haber renunciado a otro uso alternativo de los recursos involucrados en la misma. La estimación de este indicador se hace a

partir del costo de oportunidad (CO), dado por la rentabilidad que se deja de obtener por no implicar el capital en una inversión alternativa factible. A este costo se le agrega un valor adicional que se le exigirá a la inversión, conocido como premio por riesgo (PR), que expresa la ganancia adicional que recompensa al inversionista asumir el reto de llevar a cabo el proyecto con la incertidumbre del logro de los resultados esperados. Entonces:

$$\text{TAR} = r = \text{CO} + \text{PR}$$

La rentabilidad exigida a un proyecto no puede ser menor que el CO del capital invertido, por esta razón puede tomarse como TAR mínima este valor.

Los beneficios actualizados son todos los ingresos actualizados del proyecto, aquí tienen que ser considerados desde ventas hasta recuperaciones y todo tipo de “entradas” de dinero; y los costos actualizados son todos los egresos actualizados o “salidas” del proyecto desde costos de operación, inversiones, pago de impuestos, depreciaciones, pagos de créditos, intereses, etc. de cada uno de los años del proyecto. Su cálculo es simple, se divide la suma de los beneficios actualizados de todos los años entre la suma de los costos actualizados de todos los años del proyecto.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C}{(1+r)^t}}$$

B _t	Beneficios del periodo t (ingresos)
C	Costo del periodo t (egresos)
r	Tasa de descuento
n	Cantidad de periodos

De acuerdo con este criterio, la inversión en un proyecto productivo es aceptable si el valor de la Relación Beneficio/Costo es mayor o igual que 1.0. Al obtener un valor igual a 1.0 significa que la inversión inicial se recuperó después de haber sido evaluado a una tasa determinada, y quiere decir que el proyecto es viable, si es menor a 1 no presenta rentabilidad, ya que la inversión del proyecto jamás se pudo recuperar en el periodo establecido evaluado a una tasa determinada; en cambio si el proyecto es mayor a 1.0 significa que además de recuperar la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvo una ganancia extra, un excedente en dinero después de cierto tiempo del proyecto.

A continuación, se calculará la Relación Beneficio/Costo para la alternativa que se aconseja aplicar para reducir los desperdicios de materia prima, CUTMASTER 2D. El proyecto se analiza para el periodo de 1 año (n=1). Se toma como TAR mínima el valor del CO, que en el caso de este proyecto es poner el dinero en un plazo fijo, con una tasa del 22% anual (r=0,22)

Para determinar el impacto del programa CUTMASTER 2D en la reducción de desperdicios, se realizó un ensayo de 10 muestras, en el cual se le solicitó a un operario que realizara la distribución de las piezas que requerían mesadas con distintas medidas, sobre una tabla de material. Luego, se realizaron las distribuciones de los 10 modelos de mesadas solicitadas con el programa CUTMASTER 2D. Se distinguieron los trozos sobrantes que podrían ser utilizados para realizar otros trabajos y se midió la cantidad de material que, por sus dimensiones, es considerado scrap. Se detectó que, cuando el operario realiza las distribuciones, se desperdicia aproximadamente un 15% de la tabla de material. Mediante los resultados que arrojó el ensayo realizado, se estima que con la utilización del programa CUTMASTER 2D se reducen los desperdicios a un 5% de la tabla de material.

El costo promedio de una tabla de granito/mármol (material que más trabaja la empresa) es de 1000\$/m². Mensualmente se venden alrededor de 40m². El programa CUTMASTER 2D tiene un precio de \$69.

Desperdicio actual [m²]: 15% de 40 m²/mes = 6 m²/mes

Desperdicio actual [\$]: 6 m² x 1000 \$/m² = 6000 \$/mes

Desperdicio con CUTMASTER [m²]: 5% de 40 m²/mes = 2 m²/mes

Desperdicio con CUTMASTER [\$]: 2 m² x 1000 \$/m² = 2000 \$/mes

Al reducirse un 10% los desperdicios hay una disminución de costos aproximada de 4000\$/mes, lo cual significa un ahorro de \$48000 anuales; esto se ve plasmado en los beneficios.

B _t	48000 \$/año
C	69 \$/año
r	0.22
n	1

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{48000}{(1+0.22)^t} \right)}{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{69}{(1+0.22)^t} \right)}$$

$$B/C = \$695.65$$

Se obtuvo una Relación B/C= \$695.65, lo que significa que, por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$694.65.

Siendo el Resultado Económico la diferencia entre lo que ingresa durante un periodo con lo que se invierte:

$$\text{RESULTADO (B-C)} = \$48000 - \$69 = \$47931$$

Este valor indica que durante el primer año que se aplique el proyecto se obtendrá una ganancia de \$47931.

2 DESPERDICIOS PROPIOS DEL PROCESO

2.1 Scrap

Ligado a las características propias del proceso hay una cantidad de scrap inminente, que surge principalmente de las operaciones de traforos para piletas de cocina y traforos para canillas. Este desperdicio es inevitable, pero se analiza la posibilidad de reutilizarlo para lograr productos alternativos que puedan incorporarse al mercado.

También hay una cantidad mínima de scrap que surge de las tablas de mármol que llegan desde el proveedor con fallas, tales como rajaduras, manchas naturales de la piedra que desmerecen la estética del trabajo. Además, hay scrap derivado de cortes realizados, que tienen tales medidas que lo hacen inutilizable para realizar otro trabajo.



Imagen 3.6 – Scrap reutilizable proveniente del proceso de corte. -



Imagen 3.7 – Almacenamiento de scrap reutilizable. -

Como se muestra en las imágenes anteriores, actualmente estos desperdicios se disponen en pallets y se sitúan dentro del predio de la empresa al aire libre, donde no se protegen del sol, lluvia o golpes que los puedan dañar. Estos materiales no están separados por tipo, color ni tamaño, lo cual impacta negativamente a la hora de intentar clasificarlos para brindarle un uso alternativo.

Otra clasificación del scrap producido durante el proceso de corte es la del desperdicio que, por sus características, no tiene ninguna posibilidad de ser transformado en un producto alternativo. Este residuo es descartado a medida que se va acumulando.



Imagen 3.8 – Disposición del scrap descartable proveniente del proceso de corte. -

Se propone transformar en productos alternativos aquel scrap reutilizable, es decir, aquellos recortes que por sus dimensiones pueden ser reprocesados. Algunos de los subproductos que se podrían lograr son:

- Mesas pequeñas
- Pisos
- Revestimientos

Para las mesitas se transformarían las piezas más grandes, y para pisos o revestimientos se utilizarían los trozos más pequeños, como ser los retazos que sobran de los cortes internos que se realizan para lograr los centros de piletas. Esta transformación requerirá mano de obra extra, por lo que queda en consideración del encargado de la empresa la decisión de contratar a un nuevo operario para realizar este trabajo, o bien, utilizar la mano de obra actual, estableciéndoseles realizar este trabajo en tiempo ocioso o en épocas de baja producción. Más adelante, durante el desarrollo del proyecto, se analizará la posibilidad de adquirir maquinaria moderna automatizada, lo que reduciría los tiempos de mano de obra y aumentaría la productividad.

A continuación, se muestran a modo de ejemplo algunos de los productos que se podrían realizar para ser comercializados en ROKA Argentina S.A.

Las mesas pequeñas se pueden ofrecer para ser usadas en bares, ya que son ideales para este tipo de uso por las características del material. Son elegantes y tienen una alta resistencia a elementos químicos que pueden provenir de los productos y métodos de limpieza.



El scrap de granito podría ser utilizado para hacer pisos, puesto que es un material que ofrece alta resistencia a la abrasión que genera el tránsito de personas; además, es considerado un material de lujo. Como se mencionó en otras ocasiones, este material es fácil de limpiar y resistente a los agentes químicos.



Imagen 3.9 – Revestimientos y pisos de granito. -

Otra alternativa es transformar el scrap de modo que se pueda utilizar para realizar revestimientos. Este producto, en el ámbito de la construcción, es considerado como un material de lujo.

Los más sencillos son aquellos con formas rectangulares, y se pueden crear combinaciones tal como se observa en la siguiente imagen.



Imagen 3.10 – Revestimientos. -

Como otra alternativa, se sugiere utilizar para revestimientos las circunferencias que derivan del proceso de realizar las perforaciones internas para colocar las piletas (traforos).



Imagen 3.11 – Revestimientos. -

Estas circunferencias también pueden ser transformadas en hexágonos, aunque esta alternativa es un poco más compleja que las anteriores y demandaría horas de mano de obra extra.



Imagen 3.12 – Revestimientos. -

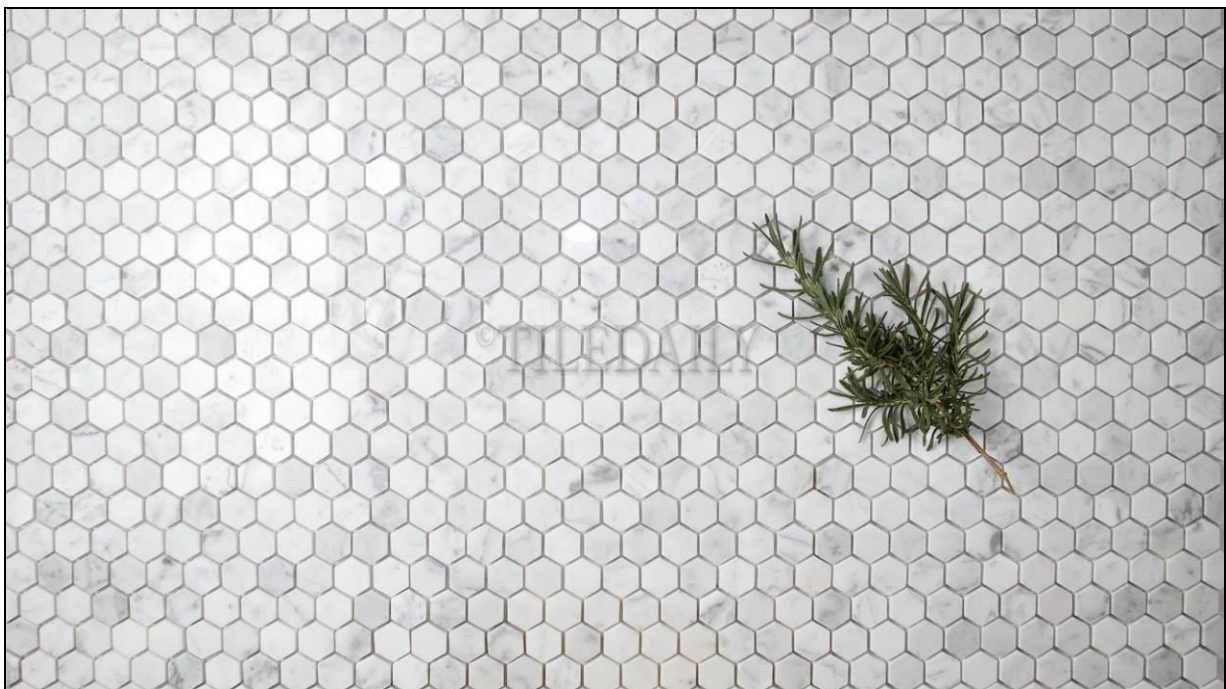


Imagen 3.13 – Revestimientos. -

La clave para que sea más sencillo transformar el scrap en estos subproductos, es que el mismo esté clasificado por tipo de piedra y/o color. Es por

este motivo que se propone organizar la disposición de scrap reutilizable, agregando al flujo productivo carros contenedores en los que el operario coloque los recortes, separándolos por tipo o color a medida que los obtiene, de modo que se sea más fácil identificar el material a la hora de lograr productos como los que se presentaron anteriormente.

Habría carros con ruedas, similares al que se muestra en la siguiente imagen, en los que se colocarían los recortes de aquellos materiales que más se vendieron en el mes. Luego, cuando los operarios dispongan de tiempo ocioso, acercarán los carros hacia la máquina cortadora y procederán a la transformación de los recortes en los subproductos que se mencionaron anteriormente. Estos recortes serían almacenados posteriormente siguiendo una trazabilidad, ya que este tipo de material, por provenir de piedras naturales, presenta distintos tonos o particularidades estéticas que dependen de las características de la cantera de la que fueron extraídos. De este modo, mediante una trazabilidad y clasificación del material, podrían lograrse productos con tonos medianamente uniformes.



También se podría analizar la posibilidad de agrupar aquellos colores que combinados sean agradables a la vista, o bien, se podría llegar a personalizar este tipo de producto y lograr la combinación que solicite el cliente.

2.2 Reutilización de scrap: Costos y Beneficios asociados

Se procederá al cálculo de la Relación Beneficio/Costo, tomando como base la teoría descrita anteriormente para evaluar la conveniencia de invertir dinero en disminuir los desperdicios producidos por cortes ineficientes. De este modo, se

evaluará la conveniencia de invertir dinero para la transformación de scrap en productos alternativos.

En un principio, el análisis se realizará para el scrap que se acumuló en los últimos años y fue almacenado dentro del predio de la empresa. Luego se extenderá para los desperdicios que se generarán mensualmente como producto de la producción normal.

2.2.1 Scrap acumulado

Como se mencionó anteriormente, el costo promedio de una tabla de materia prima es de 1000\$/m². Las medidas promedio de las planchas son: 2.7m largo, 1.5m ancho y 0.02m espesor; cada tabla tiene una superficie de 4.05m² lo que implica un costo total aproximado de 4000 \$/tabla.

Los desperdicios se almacenan en pallets, apilándose horizontalmente hasta una altura de 0,7m como máximo, ya que, debido a su peso, el material que se encuentra por debajo comienza a romperse superando este límite de altura. La medida de los pallets es de 1.2m x 1.2m, lo que significa una superficie de 1.44m².

Como el espesor de las planchas es de 0.02m y se apilan hasta los 0.7m en promedio hay un scrap de 50.4m²/pallet [(0.7m/0.02m) * 1.44m²].

Habiéndose acumulado en los últimos años un total de 46 pallets, el scrap tiene un valor de:

$$\text{SCRAP [m}^2\text{]: } 50.4 \text{ m}^2 / \text{pallet} * 46 \text{ pallets} = 2318.4 \text{ m}^2$$

$$\text{SCRAP [\$]: } 2318.4 \text{ m}^2 * 1000 \text{ \$/m}^2 = \mathbf{\$2318400}$$

MP: Scrap Recuperado

Cada operario tiene capacidad para cortar 5m² por día, 100m² por mes si se consideran 20 días hábiles. Suponiendo que se contratan dos operarios, y que el pago mensual a cada operario de 12000\$/mes. Se conoce el costo en energía eléctrica de la unidad de negocio: 4000\$/bimestre, el costo anual de mantenimiento de máquinas: 1000\$/año. Las principales herramientas que sufren desgaste en la unidad de negocio bajo estudio son la máquina cortadora y las dos perforadoras. El disco de la máquina cortadora tiene un costo de \$3000 y rinde para cortar 160m², las brocas que utilizan las máquinas perforadoras tienen un costo de \$1000 y se desgastan con la misma frecuencia que el disco de corte. Es por esto que el costo que implica la reposición de las herramientas de corte por desgaste es de \$5000 y debe realizarse el cambio de las mismas luego de cortar 160 m² de superficie. Entonces se obtiene que:

$$\begin{aligned} \text{Mano de Obra (MO): } & 2318.4\text{m}^2 / (2\text{op} * 100 \text{ m}^2/\text{mes}) = 11.6 \text{ meses} \\ \text{Mano de Obra (MO): } & 12 \text{ meses} * (2\text{op} * 12000 \text{ \$/mes}) = \mathbf{288000 \$/año} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo de energía eléctrica (CE): } & 4000 \text{ \$/bimestre} * 6 \text{ bimestre/año} = \mathbf{24000 \$/año} \\ \text{Costo anual de mantenimiento de máquinas (CMM): } & \mathbf{1000 \$/año} \end{aligned}$$

Costo de herramientas (CH): $\$3000 + (\$1000 * 2) = 5000\$$ cada 160m²
 $CH: 5000\$ / 160m^2 = 31.25 \$/m^2$
 $CH: 31.25 \$/m^2 * 2318.4m^2/año = \mathbf{72450 \$/año}$

COSTO TOTAL: MO + CE + CMM + CH
 COSTO TOTAL: 288000\$/año + 24000\$/año + 1000\$/año + 72450\$/año
COSTO TOTAL= 385450 \\$/año

Dado que el producto proviene del scrap de materia prima no se considera el costo de la misma en los cálculos anteriores, pero si se considera en el precio de venta ya que así es como se formulan los precios en ROKA.

BENEFICIO (Precio de venta) = $1.5 * (MP + MO + CI)$
BENEFICIO = $1.5 * (\$2318400 + \$385450) = \$4055775$

El proyecto se analiza para el periodo de 1 año (n=1). Se toma como TAR mínima el valor del CO, que en el caso de este proyecto es poner el dinero en un plazo fijo, con una tasa del 22% anual (r=0,22)

B _t	\$4055775
C	\$385450
R	0.22
N	1

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{4055775}{(1+0.22)^1} \right)}{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{385450}{(1+0.22)^1} \right)}$$

B/C= \$10.52

Se obtuvo una relación B/C=\$10.52, o sea, por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$9.52.

Siendo el Resultado Económico la diferencia entre lo que ingresa durante un periodo con lo que se invierte:

RESULTADO = \$4055775 - \$385450 = \$3670325

Aplicando este proyecto que tiene una duración de 12 meses (1 año), suponiendo que se venden todos los productos, se obtendría una ganancia de \$3670325. Se considera que se destinan dos operarios full time durante 12 meses a realizar específicamente esta tarea.

2.2.2 Scrap generado mensualmente

En esta instancia se realizarán los cálculos proyectando durante un año la generación mensual de scrap, suponiendo que los mismos se reducen al 5% de desperdicio por tabla de materia prima utilizando el programa CUTMASTER 2D.

Desperdicio con CUTMASTER [m²]: 5% de 40m²/mes = 2m²/mes
 Desperdicio con CUTMASTER [\$]: 2m² * 1000 \$/m² = 2000 \$/mes
 Desperdicio con CUTMASTER [\$]: 2m² * 12 meses = 24 m²/año
 Desperdicio con CUTMASTER [\$]: 24 m²/año * 1000 \$/m² = **24000 \$/año**

Mano de Obra (MO): 2m² / 100 m²/mes = 0.02 meses
 Mano de Obra (MO): 0.02 meses x 12 meses x \$12000 = **\$2880**

Costo de energía eléctrica (CE): 4000 \$/bimestre * 6 bimestre/año = 24000 \$/año
 Costo anual de mantenimiento de máquinas (CMM): 1000 \$/año

Costo de herramientas (CH): \$3000 + (\$1000 * 2) = 5000\$ cada 160m²
 CH: 5000\$ / 160m² = 31.25 \$/m²
 CH: 31.25 \$/m² * 24 m²/año = **750 \$/año**

No se considerarán los gastos en electricidad y el costo anual de mantenimiento en el cálculo del costo total, dado que son insignificantes para el volumen a transformar y serán absorbidos con la producción mensual.

COSTO TOTAL: MO + CH
 COSTO TOTAL: 2888 \$/año + 750 \$/año
 COSTO TOTAL = **3638 \$/año**

BENEFICIO (Precio de venta) = 1.5* (MP + MO + CH)
 BENEFICIO (Precio de venta) = 1.5* (\$24000 + \$2888 + \$750) = **\$41457**

B _t	\$41457
C	\$3638
r	0.22
n	1

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{41457}{(1+0.22)^t} \right)}{\sum_{t=0}^1 \left(\frac{3638}{(1+0.22)^t} \right)}$$

B/C = \$11.39

Se obtuvo una relación B/C=\$11.39, o sea, por cada peso invertido, dicho peso fue recuperado y además se obtuvo una ganancia extra de \$10.39.

Siendo el Resultado Económico la diferencia entre lo que ingresa durante un periodo con lo que se invierte:

$$\text{RESULTADO} = \$41457 - \$3638 = \$37819$$

Aplicando este proyecto se obtendría una ganancia de \$37819 anuales.

IV GESTIÓN DE STOCK Y ALMACENAMIENTO

Según el autor Ballou (2004), el stock o inventario son los bienes tangibles con los que cuenta una organización. Si la empresa está enfocada a la comercialización, el inventario serán los productos o bienes que se tienen para la venta o el curso ordinario del negocio. Si la empresa se dedica a la actividad industrial, estos son los bienes a ser consumidos en la producción de bienes o servicios, incluyendo materias primas, productos en proceso, materiales de consumo, repuestos de máquinas y el producto terminado para la venta.

La gestión de inventarios abarca la administración de los mismos para lograr maximizar el nivel de servicio de la empresa, minimizando los costos de mantenimiento de stock y las operaciones de manipulación y transporte, como también su control: almacenamiento, conteo y registros de existencias.

Los beneficios de gestionar los inventarios son: optimizar las inversiones en circulante, mejorar la calidad de los productos, optimizar los costos, reducir los tiempos de procesos, mejorar el nivel de satisfacción del cliente, reducir tareas administrativas, desarrollar los procesos logísticos, entre otros.

1 GESTIÓN DE INVENTARIO

En un primer lugar se analizará la gestión de stock en la marmolería. Se entiende que hay una gran contradicción ya que, por un lado, se recomienda no mantener grandes inventarios dado que almacenar tiene costos: financieros, de oportunidad, de espacio, acondicionamiento, limpieza, mantenimiento, protección, seguros, administración, calidad, obsolescencia. Pero a su vez, se necesita una cierta cantidad de stock, dado que hay que tener en cuenta los costos de adquisición (descuentos por comprar cantidad), los costos que generan los faltantes (pérdida de clientes, parar la producción). Además, los costos de pedir y los costos de transportes deben ser amortizados.

Para recomponer el stock eficientemente, se procede a la **planificación de pedidos**. De este modo, la empresa puede enfrentar la demanda, tener flexibilidad frente al cliente, evitar escasez o roturas de stock y obtener una mayor respuesta al cliente. La planificación de pedidos responde a las inquietudes de cuánto pedir (tamaño de lote) y cuándo pedir (punto de pedido).

Los factores a tener en cuenta para planificar los pedidos son: demanda mensual, capacidad física de almacenamiento, stocks controlados, stocks de seguridad, conocer el tiempo de aprovisionamiento (Lead Time), conocer los costos de stocks inmovilizados y conocer la disponibilidad de los proveedores.

Se entiende por ciclo de pedido al tiempo que transcurre desde que el pedido se emite por parte del cliente hasta que recibe los productos solicitados.

Hay dos formas de pedir: por periodo fijo de pedido o por cantidad fija de pedido. La primera estrategia implica controlar los niveles de stocks en intervalos fijos de tiempo y las cantidades se calculan para llegar a un nivel predeterminado. En cambio, la segunda alternativa determina una cantidad que se utiliza en todos los pedidos. En este caso el punto de pedido puede moverse según el consumo.

La marmolería trabaja con productos a pedido y el cliente selecciona el tipo de material que se va a utilizar para realizar el trabajo solicitado, por lo que es necesario contar con una amplia variedad de materiales en la planta. La mayoría de las veces, se realiza el pedido de materia prima cuando se termina el stock de cierto tipo de material. El problema está en que, como el proveedor tiene un Lead Time aproximado de 15 días, cuando se da esta situación, por lo general se pierde al cliente, quién se dirige a otra marmolería que pueda realizar el trabajo de modo más inmediato.

En el costo del transporte viene incluido en el precio del producto; el material que se trabaja en mayor volumen (granito) puede ser almacenado durante años a la intemperie sin sufrir ningún tipo de daño, lo que implica un costo de mantenimiento muy bajo.

Dadas las características del negocio, lo que se recomienda es un **sistema por cantidad fija de pedido**. Se determina una cantidad que es la que se utiliza en todos los pedidos (lote económico). En este caso el punto de pedido puede moverse según el consumo.

Para calcular la cantidad económica de pedido EOQ se supone que:

- Es posible determinar la demanda anual, el costo de almacenar y el costo de pedir un material.
- No existen restricciones para el tamaño del lote.
- No existen descuentos por cantidad.
- El tiempo de suministro se conoce con certeza.
- El nivel promedio de inventario de un material es la cantidad de pedido dividido entre 2 y los materiales se utilizan a tasa uniforme.
- No hay stock de seguridad.
- Se recibe el pedido completo en una vez y los materiales de los pedidos anteriores se han utilizado en su totalidad en ese momento.

Las variables de este modelo de inventario y las respectivas fórmulas para calcular los costos son:

D= Demanda anual de materia prima [un/año]

C= Costo de almacenar una unidad en el inventario por año [\$/año]

S= Costo promedio de hacer un pedido [\$/pedido]

Q= Cantidad de material pedido en cada punto de pedido [un/pedido]

T= Tiempo entre pedidos, como fracción de un año [año]

Costo anual de almacenar: Nivel de inventario promedio por costo de almacenar una unidad.

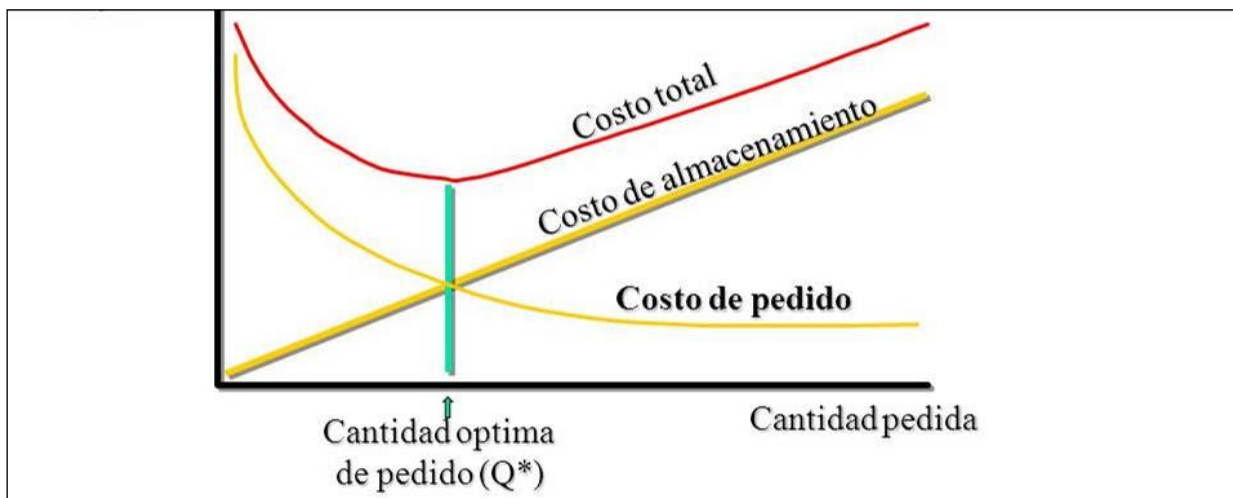
$$(Q/2)C$$

Costo anual de pedir: Pedidos por año x costo de pedido.

$$(D/Q) S$$

Costo anual de posesión: Costo de almacenar + costo de pedir.

$$(Q/2) C + (D/Q) S$$



A continuación, se calcula el lote económico. La cantidad óptima de pedido será cuando el costo de almacenamiento anual sea igual al costo de pedir:

$$(D/Q) * S = (Q/2) * C$$

$$2D * S = Q^2 * C$$

$$Q^2 = (2D*S)/C$$

$$Q = [(2D*S)/C]^{1/2}$$

La empresa bajo estudio tiene una demanda anual de 480m² de granito. El costo de emisión de pedidos en el que incurre es de \$100 por pedido y el costo de almacenamiento anual es el 1% del costo de cada m² de material, el cual tiene un costo promedio de \$1000, por lo que el costo de almacenar un m² de material por año es de \$10:

$$D = 480 \text{ [m}^2\text{/año]}$$

$$C = 10 \text{ [$/año]}$$

$$S = 100 \text{ [$/pedido]}$$

$$Q = [(2D*S)/C]^{1/2}$$

$$Q = [(2*480m^2/año * 100\$/pedido) / (10\$/año)]^{1/2}$$

$$Q = 98 [m^2/pedido]$$

Entonces, solicitando 98m² de material por pedido, se reduce al mínimo el costo de almacenamiento anual y el costo de realizar un pedido, es decir, se reduce el costo anual total.

2 ALMACENAMIENTO

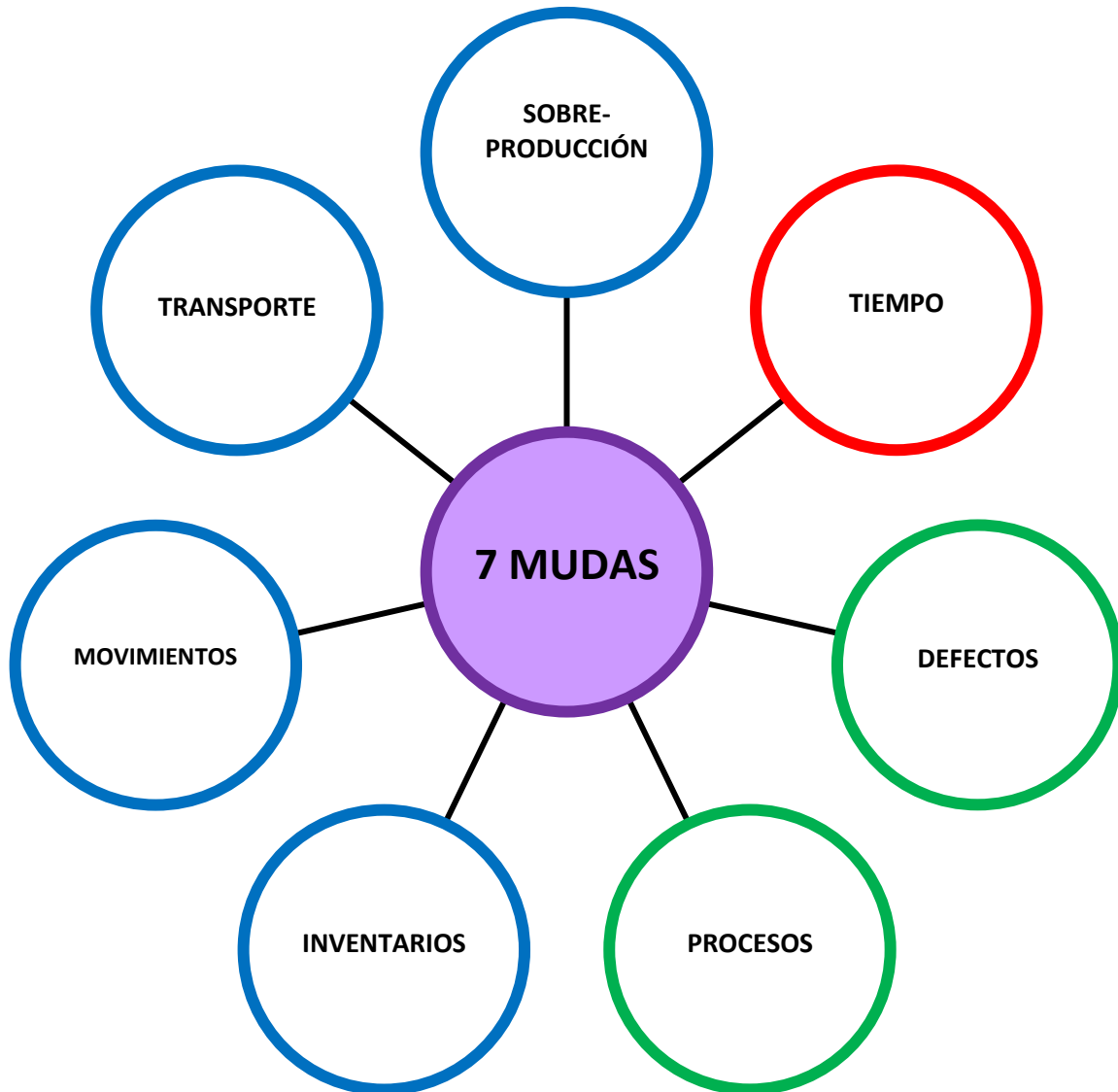
Como ya se mencionó, la producción de baldosas no se realiza por pedidos, sino que se genera un stock y se reactiva la producción cuando se consume el mismo. Las baldosas se almacenan dentro de la misma nave en la que se producen, mediante estibas de no más de 5 filas de altura. Deben permanecer en esta posición como mínimo 15 días para completar su fraguado.

Actualmente, el producto queda en el mismo sitio durante meses, hasta el momento de su venta. El stock máximo ocupa un espacio de 4m de ancho y 15m de largo, una superficie total de 60m². Se analizará la posibilidad de almacenar las baldosas en otro sitio, liberando el espacio que ocupan actualmente, el cual será utilizado para instalar la marmolería. Se determinará cual es la mejor forma de almacenarlas y cuál es el sitio que se destinará para tal fin. A continuación, se muestran imágenes de una parte del estibado de baldosas.



Imagen 4.1 – Almacenamiento de las baldosas. -

En el capítulo anterior se buscó atacar parte de los desperdicios planteados por la teoría Lean en la marmolería: **defectos, rechazos y reprocesos**. En esta instancia, se analizarán los desperdicios que derivan del proceso productivo de la fabricación de baldosas: **sobreproducción, inventario, transporte y movimientos innecesarios**.



La espera es el **tiempo** durante la realización del proceso productivo en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos. En términos fabriles se habla de los “cuellos de botella” cuando se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar. En la empresa bajo estudio no se analizará este tipo de desperdicio dado que por las características de sus procesos no se generan desperdicios significantes por tiempos de espera.

En ROKA Argentina S.A. el método de manufactura adoptado para la fabricación de baldosas es producir en temporada primavera/verano, generando un determinado stock a consumir en el resto del año. El motivo de tal decisión es porque el proceso de fraguado en épocas frías es más lento, y se necesita más tiempo para que las baldosas puedan ser desmoldadas (en primavera/verano 3 días, en otoño/invierno 1 semana). Lo mismo sucede con el tiempo de estibado mínimo que tiene que transcurrir para que se puedan vender al cliente, el cual pasa de ser 15 días a 30.

Además, en esta Pyme existe la falsa creencia de que es preferible producir grandes lotes para minimizar los costos de producción y almacenarlos hasta que el mercado los demande. No obstante, esta mala praxis es un claro desperdicio, ya que se utilizan recursos como mano de obra, materias primas y financieros, que podrían haberse dedicado a otras alternativas más rentables. Esto tiene un impacto negativo en la economía de la empresa, emplea espacio valioso y es una fuente de pérdidas por productos con posibilidades de sufrir daños, además del tiempo invertido en recuento y control.

La **sobreproducción** es un desperdicio que resulta de fabricar más de la cantidad requerida, o producir algo antes de que sea necesario; esto deriva en un exceso de almacenamiento de productos o **inventario**, el cual esconde ineficiencias y problemas crónicos en los procesos y no agrega ningún valor al cliente.

Dado que el proceso productivo de las baldosas implica un estibado forzoso de 15 días como mínimo, se analizará la posibilidad de diseñar un método de almacenamiento, previendo que el espacio donde sean ubicados de forma temporal estos productos sea el adecuado, ya que será necesario volver a moverlos en un corto periodo de tiempo. Se buscará diseñar el nuevo layout previendo un recorrido eficiente, de modo que se tenga en cuenta el transporte de material, ya que esto cuesta dinero, equipos, combustible, mano de obra y también aumenta los plazos de entrega. Así se buscará atacar el desperdicio por **transporte interno de productos**.

Otro de los problemas que se observa es que en el estibado no se tiene en cuenta el modelo de baldosa, por lo que, a la hora de completar un pedido, algunas veces, hay que quitar las baldosas que se encuentran delante para acceder a las posteriores. Esto genera otro desperdicio que se pretende atacar: **movimientos innecesarios**. Se debe minimizar cualquier movimiento redundante, ya que es una acción que no aporta ningún valor añadido al producto. Además, hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado y que se requiere mano de obra y materiales para hacerlo. Personas en la empresa yendo por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, incluso caminando innecesariamente conforman un desperdicio. Estos desperdicios hacen un aumento del cansancio del operario con los consiguientes problemas dorso lumbares y demás dolencias, así como una disminución del tiempo dedicado a realizar lo que realmente aporta valor.

En este apartado se analizarán todas estas situaciones, para tenerlas en cuenta en el diseño del nuevo layout de la nave donde actualmente se fabrican las baldosas, y donde luego se combinarán ambas unidades de negocio.

Sobreproducción e inventarios

Para atacar el desperdicio por sobreproducción de baldosas, el cual genera una gran cantidad de stock y necesidad de espacio para almacenarlas, se propone minimizar los lotes de producción, buscando responder a las demandas y no a las provisiones.

Para lograr reducir los lotes de producción, se propone planificar la cantidad de baldosas a producir por mes, con base en la demanda mensual promedio, en lugar de generar un amplio stock de una sola vez. Dado que el problema está en que la producción se realiza en verano porque en invierno el fraguado del hormigón es más lento, se propone incorporar aditivos a la mezcla de hormigón, materia prima de las baldosas.

Los aditivos para hormigón pueden ser componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo, líquidos, o como emulsiones. Existen distintos tipos de aditivos, los cuales pueden adelantar o retrasar el fraguado y/o las condiciones de fragüe. Los aditivos que aceleran el fraguado son especialmente diseñados para construcciones donde las condiciones climáticas evitan un curado rápido.

Se recomienda entonces, utilizar un aditivo acelerador de fraguado a modo de reducir el tiempo de transición de la mezcla para pasar del estado plástico al rígido, ya que los mismos aumentan la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. También actúan como anticongelantes permitiendo realizar las baldosas a bajas temperaturas. Se utilizarían para conseguir rápidos desmoldes y productos con altas resistencias en tiempo de frío y con heladas, dado que se adquiere en 48-60 horas respectivamente, la resistencia equivalente a un fragüe normal de 7 días.

Estos aditivos se aplican diluyéndolos en el agua del amasado, en proporción variable en función de la velocidad de fraguado requerida. Los tiempos normales de fragüe de hormigones pueden acortarse y adecuarse según la prestación solicitada. Si bien la dosificación recomendada es entre el 0,5 y el 2% del peso del cemento, se deberían realizar ensayos para la determinación de las dosificaciones más adecuadas, en función de la temperatura, de la cantidad y tipo de cemento utilizado.

Actualmente, se produce en primavera/verano un stock de 10000 baldosas de distintos modelos, las cuales cubren una superficie de 1600m². Las mismas se almacenan dentro de la nave, disponiéndose como se mostró en las imágenes anteriores, en filas que alcanzan 4m de largo, las cuales pueden superponerse hasta 5 filas de alto. Esta forma de almacenamiento ocupa una superficie total de 60m².

Dado que las previsiones de venta son 100m² mensuales (625 baldosas), se propone disponer de un stock de seguridad de 200m² (1250 baldosas) y producir mensualmente el stock que se consumió el periodo anterior.

Ya que las ventas no se realizan por pedido sino que se comercializa el stock existente, se pretende contar con una cantidad mínima de cada modelo dentro de las existencias, para que el cliente pueda seleccionar entre ellos el que sea de su agrado. Vale recordar que son 3 las formas que pueden tomar las baldosas de acuerdo a los moldes existentes, las cuales pueden ser de color gris o marrón claro, conformando un total de 6 modelos distintos.

La empresa cuenta con 6 carros contenedores de moldes, de los cuales cada uno contiene 60 moldes. La capacidad productiva está limitada por la vibradora, dado que la empresa dispone de una sola y cada baldosa debe colocarse como mínimo durante 1,5 minuto sobre la misma para homogeneizar la distribución de la mezcla.

Actualmente, los operarios que se encargan de la producción de baldosas son los mismos que trabajan en la marmolería. Por lo tanto, si se procede a producir baldosas mensualmente, hay que organizar la producción de modo que puedan cumplir con ambas tareas. El horario laboral es de 8 horas diarias. Considerando que desde que ingresan al puesto de trabajo hasta que la mezcla de materia prima está lista para ser colocada en el molde transcurre 1 hora y que, la capacidad productiva está limitada por la vibradora, en un día se pueden producir:

$$8\text{hs laborales/día} - 1\text{hs puesta a punto} = 7\text{hs laborales/día}$$

$$7\text{hs laborales/día} / 1,5\text{min vibradora} = 280\text{ baldosas/día}$$

Dado que cuando el operario retira el molde de la vibradora debe colocarlo en el carro contenedor, transcurren aproximadamente 0,5min hasta que vuelve a colocar otro molde sobre la vibradora. Este tiempo debe ser considerado por lo que, la cantidad de baldosas que se pueden producir en un día se reduce a:

$$7\text{hs laborales} / 2\text{min vibradora} = 210\text{ baldosas}$$

Dado que la capacidad productiva de la hormigonera es de 90 baldosas por preparación, éste será considerado el lote de producción. De este modo, en un día laboral, se lograrían producir dos lotes distintos, sumándose un total de 180 baldosas (28.8 m²). Con 8 lotes se producen 720 baldosas (115.2m²), las cuales cubren la producción mensual requerida: 100m² (625 baldosas).

Se producirá el modelo de baldosa que se haya consumido el periodo anterior, para de este modo mantener el stock con la variedad de modelos que se planteó inicialmente.

Transporte y movimientos innecesarios

Como se mencionó en varias oportunidades, actualmente las baldosas se almacenan en el mismo espacio físico en el que se producen, ocupando una superficie aproximada de 60m². Dado que el espacio que ocupan actualmente no está siendo utilizado eficientemente, será destinado para instalar la marmolería, a modo de integrar los equipos de trabajo de ambas unidades de negocio para facilitar la supervisión y control de ambos procesos productivos. Se analizará cual es el sitio que se consignará para almacenar las baldosas y se estudiará un método eficiente de almacenaje para las mismas.

Se observó que el layout actual de la nave donde se fabrican las baldosas no es el adecuado. Se propone una reordenación y reajuste de las instalaciones para facilitar los movimientos de los empleados, el cual se analizará en la siguiente unidad. En este nuevo diseño se considerará la gestión de estibado y posterior almacenamiento de las baldosas, analizando la posibilidad de que, una vez que estos productos completen su fraguado, sean colocados en pallets y posteriormente almacenados en racks.

El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra y cada vez que se mueve un material puede ser dañado. Si las baldosas se ubican en un espacio inadecuado de forma temporal para completar su fraguado, volverán a moverse en un corto periodo de tiempo, lo que ocasionará nuevamente mano de obra y costos innecesarios. Habrá un exceso de operaciones de movimiento y manipulación de materiales.

Dado que las baldosas pueden almacenarse al aire libre siempre y cuando no estén expuestas al sol, se propone colocar las mismas en la galería anexa a la nave de la fábrica de baldosas, la cual se observa en Imagen 4.2. Dicha galería está techada y cuenta con 5 metros de alto, 6 metros de ancho por 20 metros de largo. Actualmente, una parte de la misma se utiliza para almacenar los mármoles y Silestones, ya que los mismos también deben ser protegidos del sol.



Imagen 4.2- Galería que une ambas naves. –

Como esta galería se encuentra anexa a la nave donde se fabrican las baldosas, se propone abrir una entrada que conecte ambos espacios e integrar esta zona en el flujo productivo de la fabricación de baldosas, tal como se muestra en la siguiente imagen. Así, una vez que las baldosas estén listas para ser desmoldadas, serán trasladadas en los carros contenedores hacia la galería y se desmoldarán y estibarán en el espacio que se les destinará. Ahí completarán su fraguado y posteriormente, se colocarán en pallets.



Imagen 4.3- Galería donde se estibarán las baldosas. –

Los pallets que se seleccionan para almacenar las baldosas medirán 1.2m x 1.4m. Las mismas se agruparán en 9 atados de 10 baldosas (75kg) y 9 atados de 11 (82.5kg) de modo similar como el que se muestra en la imagen 4.4. Se agrupan de este modo para que sea más fácil su manipulación, ya que en caso de tener que completar un pedido, los operarios manipularán estos grupos en lugar de manipular las baldosas individualmente. Luego, se colocarán en los pallets, logrando un total de 189 baldosas (30.24m^2), dado que la media de cada pedido son 30m^2 , la medida estándar de una vereda. Cada pallet tendrá un peso aproximado de 1418 kg y medirá de alto 0.5m en total.



Imagen 4.4- Baldosas agrupadas, para luego ser colocadas en pallets. –

La empresa bajo estudio cuenta con 4 racks selectivos, cuyas medidas son: 1,2m de profundidad, 3m de ancho y 6m de alto. Se puede determinar la distribución y altura de las estanterías en función a los elementos de almacenamiento. La ventaja de estos racks es que se optimiza al máximo el espacio de carga horizontal y vertical. Admiten un peso para pallets de 3000kg de carga por plano.

Se considera que se contará con un stock de seguridad de 200m² de baldosas aproximadamente, lo que suma un total de 7 pallets. Si determinamos la altura de las estanterías en 1m, un solo rack tiene capacidad para almacenar 10 pallets, 2 por plano, dado que la carga máxima que soporta cada plano son 3000kg. Se utilizarán para almacenar las baldosas los estantes de arriba, y en los estantes inferiores se almacenarán las bolsas de cemento, materia prima necesaria para la producción de baldosas.

Colocando la nueva entrada que unirá la nave de producción con la galería, se prevé un recorrido eficiente del operario a la hora de desmoldar las baldosas para realizar las estibas. Este espacio es adecuado para colocar las baldosas de modo temporal hasta que se complete su fraguado, ya que están cerca de los racks en los que se depositarán una vez que se hayan colocado en los pallets. Aplicando estas acciones, se reduciría el desperdicio por **transporte interno de productos**.

Como se planteó anteriormente, en el estibado no se tiene en cuenta el modelo de baldosas, lo que genera que, algunas veces, haya que quitar las que se encuentran delante para acceder a las posteriores, o bien, quitar toda una fila para acceder a las que se encuentran en la fila de abajo, provocando **movimientos innecesarios** que pueden dañar al material y disminuyen el tiempo que el operario dedica a realizar tareas que aportan valor.

La superficie que será destinada dentro de la galería para estibar las baldosas hasta que completen su fraguado es de 33m² (5,5m de largo por 6m de ancho). Considerando que se producirán mensualmente 720 baldosas (115.2m²) para reponer el stock consumido, si las mismas se colocan combinando dos filas de 2m de largo, separadas por una distancia de 1,5m y con un alto de 2 filas, este espacio es más que suficiente.

Las estibas se realizarán colocando dos filas de cada modelo de baldosas contiguas, separadas de las otras dos filas por un espacio de 1.5m, logrando un acceso eficiente para la manipulación, y disminuyendo la posibilidad de que se produzca un accidente. La altura a la que llegan las estibas será de 2 filas (0.8m). Estas modificaciones se verán plasmadas en el diseño del nuevo layout.

V TRaslado de la Marmolería

1 ANÁLISIS PARA LA ADQUISICIÓN DE NUEVA MAQUINARIA

Actualmente la empresa cuenta con dos cortadoras de banco antiguas, las cuales se adquirieron en el año 1987, cuando comenzó a funcionar la empresa. El dueño de ROKA Argentina S.A. está interesado en remplazar la maquinaria existente por tecnología moderna, con expectativas de aumentar la producción en un futuro y mejorar la calidad de sus productos. Es por este motivo que se analizarán distintas alternativas para la adquisición de maquinaria nueva.

Se presentan tres modelos de distintas máquinas cortadoras, las cuales presentan distinta tecnología y son muy diferentes entre sí.

1.1 Máquina de corte por chorro de agua

El corte por chorro de agua es un proceso de índole mecánica, mediante el cual se consigue cortar cualquier material, haciendo impactar sobre éste un chorro de agua mezclada con abrasivo a gran presión y velocidad.

Se realiza el diseño de la pieza con un software de diseño asistido por ordenador (CAD), al cual se le asignan las medidas del objeto, el espesor y el tipo de material a cortar. Una vez diseñada la pieza a mecanizar, se referencia y se vincula con el programa particular de la máquina del corte por chorro de agua. Se debe tener en cuenta el tipo de corte que se desea obtener, ya estas máquinas permiten una variación desde el más rústico, al más definido, el cual proporciona bordes de corte limpios y sin imperfecciones. Esta especificación dependerá de la utilidad que se le quiera dar a la pieza, la importancia que tenga la misma o el precio que esté dispuesto a pagar el cliente.

Una correcta ubicación de las distintas piezas, en el caso de máquinas con múltiples cabezales de corte, permite trabajar en paralelo y agilizar el proceso de corte, pudiendo trabajar con diferentes encargos de forma simultánea. Luego de ubicar el material, se procede al corte de la pieza, en el que la máquina toma el mando de la operación. Existe la posibilidad de tener que interrumpir el proceso para reajustar la pieza, pero si no hay ningún problema, desde que la máquina inicia el corte hasta el final, el proceso es continuo y proporciona un acabado excelente de la pieza a mecanizar.

La velocidad de corte es de máxima importancia y dependerá de factores tales como la presión de la bomba, capacidad del intensificador, diámetro de la tobera, cantidad y calidad del abrasivo y espesor de la pieza. En referencia a valores de velocidad, todo el sistema de aporte de presión permite que el líquido salga por el orificio a una velocidad de 1000 metros por segundo.

La máquina está dotada de una balsa, sobre la que se proyecta el chorro de agua y la cual sujeta las piezas mediante rejillas. Estas rejillas mantienen el material en la superficie de trabajo, y permiten que la mezcla de agua y material eliminado se deposite dentro de la balsa, evitando así que el líquido proyectado caiga fuera de la zona de corte, pudiéndose reciclar el abrasivo para ser reutilizado.

Entre las ventajas de este tipo de máquinas se puede mencionar que, al no haber herramientas de corte, no existe el problema de desgaste de la misma. Se logra un corte de excelente calidad, en la mayoría de casos no se necesita un acabado posterior. Es apta para mecanizar perfiles intrincados; no se generan tensiones residuales en el material debido a que el proceso no genera esfuerzos de corte. El mecanizado lo puede realizar personal no calificado dado que no se requiere de trabajo manual bruto, simplemente hay que programar la máquina, ubicar la pieza y recogerla una vez terminada.

Dicha maquinaria es muy costosa y demanda un gran espacio, ya que se requiere de una bomba, una tolva de provisión del agua con abrasivo, una pileta de agua debajo de la mesa de corte, un enfriador y un depurador. Sus insumos y repuestos son caros, sumado a que no se consiguen en el mercado nacional. Además, consume mucha energía eléctrica. Son máquinas que deben ser importadas y su precio de mercado supera \$1000000.



Imagen 5.1 – Máquina de corte por chorro de agua. –

1.2 Máquina de corte con puente automático

Las máquinas de corte computarizadas de puente automático son completamente automatizadas. Simplifican y aceleran la tarea de producción disminuyendo notablemente el riesgo de accidentes de trabajo. Cuentan con un banco rebatible hasta 85° y un banco giratorio 360°. Utilizan PLC como sistema de computación, el cual permite grabar hasta 8 cortes mediante el TOUCH-PANEL para que la máquina corte sola y el operario pueda realizar otra función mientras esta corta. Además, tiene un sistema de guía laser, para darle precisión milimétrica al

corte. Se puede montar sobre paredes de hormigón o sobre patas de hierro adquiridas en origen. Puede cortar varias placas de materia prima a la vez.

Esta máquina cortadora tiene un costo de \$535000 si se adquiere nueva y \$470000 si es usada. Los discos de corte que requiere son los mismos que se utilizan para la maquinaria actual.



Imagen 5.2 – Máquina de corte con puente automático. -



Imagen 5.3 – Máquina de corte con puente automático. –

1.3 Máquina cortadora automatizada

Las máquinas cortadoras automatizadas logran un corte preciso y permiten ampliar la capacidad productiva. Todos los movimientos de estas máquinas son controlados por el operario desde un tablero electrónico, por lo que disminuyen el riesgo de que el trabajador pueda sufrir un accidente mientras realiza la tarea de corte. Estos modelos automatizados incluyen un banco de trabajo motorizado apto

para cualquier tipo de materia prima. Cuentan con una elevación y descenso del disco de corte automático. Permiten cortar tablas de material superpuesto a la vez.

Esta máquina tiene un precio en el mercado de \$215000 si se adquiere nueva. Es una buena opción para la empresa en cuestión dado que le permite modernizarse y aumentar la capacidad productiva sin realizar un elevado monto de inversión. Además, es una máquina que no cuenta con herramientas de tecnología sofisticada; el disco de corte es el mismo que se utiliza para la maquinaria actual.

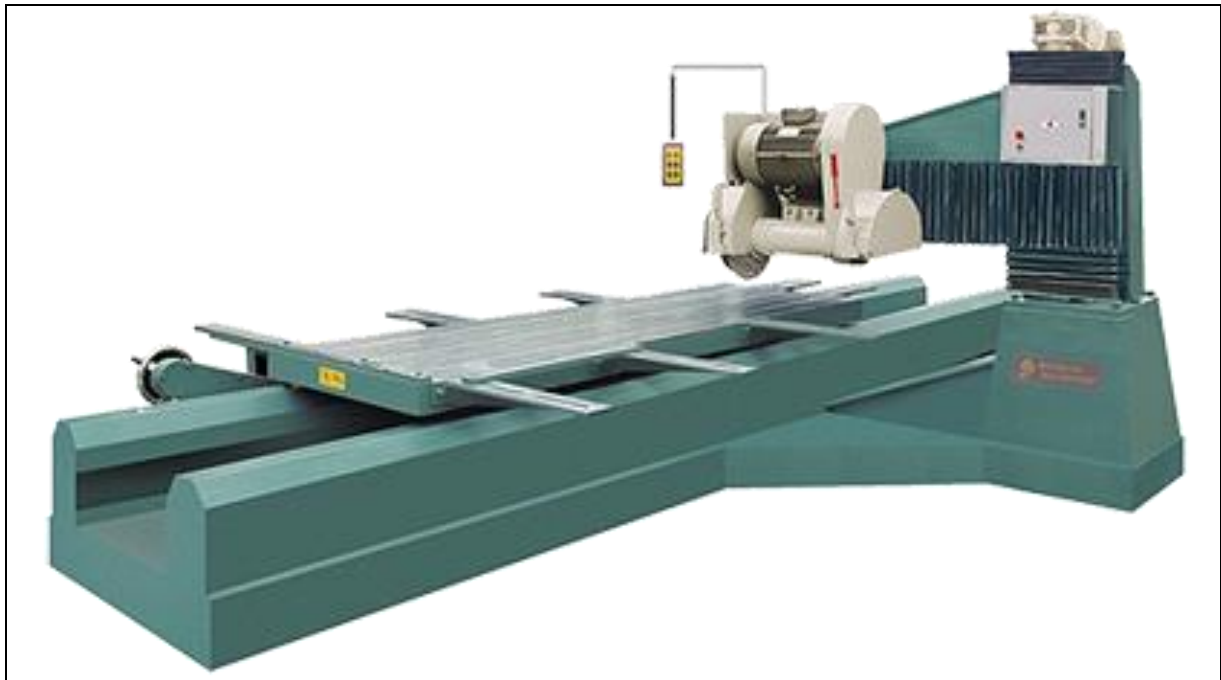


Imagen 5.4 – Máquina cortadora automatizada. -

1.4 Comparación de los tres modelos de máquinas cortadoras

A continuación, se realiza una comparación de las principales características de los tres modelos de máquinas cortadoras presentados.

	Máquina de corte por chorro de agua	Máquina de corte con puente automático	Máquina cortadora automatizada de carrillo
Velocidad de corte	360/900 m/hora	510/750 m/hora	168/450 m/hora
Acabado de la pieza	Excelente. No necesita pulido posterior.	Precisión milimétrica (guía laser).	Corte preciso.

Dimensiones de la máquina	7m largo x 7m ancho (49m ²) – Alto 3m	5,5m largo x 4m ancho (22m ²) – Alto 3m	5m largo x 2,5m ancho (12,5m ²) – Alto 3m
Tecnología	Muy sofisticada.	Sofisticada	Intermedia
Consumo de energía	Muy alto	Alto	Medio
Insumos	Abrasivos y boquillas importadas.	Disco diamantado (igual que actual).	Disco diamantado (igual que actual).
Costo de mantenimiento	Personal calificado (Alto).	Personal calificado (Medio).	Personal no calificado (Bajo).
Repuestos	Sofisticados, importados.	Comunes en el mercado.	Comunes en el mercado.
Personal	No calificado.	No calificado (Automatizada).	Personal calificado para controlar el tablero.
Precio de mercado	> \$1.000.000	\$535.000	\$215.000

Las ventajas de la **cortadora por chorro de agua** son que puede cortar el material con gran precisión y darle una gran variedad de formas, sin que haya necesidad de realizar un pulido posterior del mismo. Además, al no haber herramientas de corte, no existe el problema de su desgaste. Es apta para mecanizar perfiles intrincados y no existen tensiones residuales en el material debido a que el proceso no genera esfuerzos de corte. El mecanizado lo puede realizar cualquier persona que sepa programar la máquina, ya que no requiere de trabajo manual bruto, simplemente hay que ubicar la pieza y recogerla una vez terminada.

Esta máquina es costosa comparativamente con las otras y es muy sofisticada. Sus insumos son caros y difíciles de conseguir en el mercado, ya que los abrasivos, boquillas que utiliza y los repuestos son importados. Además, consume mayor cantidad de energía eléctrica. No se adapta a las necesidades de la empresa ya que, dadas las características de sus productos, no se realizan contorneos elaborados en el material. Además, la capacidad productiva de esta máquina supera ampliamente el mercado que la empresa pretende abarcar.

La **máquina de corte con puente automático computadorizado** tampoco es recomendada para la empresa bajo estudio. Si bien permite que el puesto de trabajo se independice del operario y que no se requiera mano de obra

especializada para realizar las operaciones de corte, cuenta con una tecnología que no es requerida para las necesidades actuales de la empresa. Los costos de mantenimiento son mayores comparado con la máquina cortadora automatizada y el consumo de energía también es superior.

De las tres opciones presentadas anteriormente, la que más se adapta a las necesidades de la empresa ROKA Argentina S.A., es la **máquina cortadora automatizada**. Esta cortadora es una buena opción para modernizar la maquinaria sin que se requiera una gran inversión. Además, los cortes que brinda la misma son de mejor precisión que los cortes que se realizan con la maquinaria actual. Se adapta a las necesidades del mercado, ya que mediante la misma se pueden optimizar los tiempos en la transformación del scrap, dado que esta máquina permite realizar cortes de varias tablas de materia prima superpuestas, operación que no se puede realizar con la maquinaria actual.

En el nuevo LAYOUT que combina la fábrica de baldosas con la marmolería serán consideradas las medidas de la máquina recomendada para que, en caso de adquirirse, pueda ser incorporada a la estructura sin necesidad de realizar cambios en la distribución interior de las instalaciones. Las medidas de esta máquina son: 2.5m ancho x 5m largo x 3m alto.

2 CONSIDERACIONES RESPECTO A LAS CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD

La propuesta de mejora que supone el diseño del nuevo layout se acompaña con una serie de consideraciones a tener en cuenta, respecto a las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo. A continuación, se mencionan a modo de sugerencia los aspectos a considerar en la nueva distribución del espacio, referidos específicamente a las actividades que se realizarán en la nave industrial, junto con la fundamentación teórica correspondiente.

La higiene en el trabajo no está relacionada solamente con la limpieza, sino con que en el ambiente de trabajo no haya contaminantes que produzcan en el tiempo enfermedades crónicas. La seguridad pretende que no haya accidentes de trabajo.

Accidente de trabajo se define como un hecho brusco, generalmente violento, intempestivo, pero no inesperado que produce daño en las personas y/o en los bienes materiales.

Enfermedades laborales son aquellas que se producen como consecuencia de ciertas y determinadas condiciones de trabajo debido a una actividad específica.

Si bien la legislación vigente en materia de prevención de riesgos no le exige a las Pymes un asesor en prevención de riesgos permanente, estas empresas deben cumplir con ciertos requisitos que son obligatorios.

- Entrega de elementos de protección personal (EPP).
- Plan de emergencia y evacuación: el cual incluye señalización, manejo y uso de extintores y verificar las condiciones adecuadas en los lugares de trabajo.
- La empresa debe mantener en los lugares de trabajo las condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñan.

Se observó que la nave donde actualmente se desarrolla la fabricación de baldosas y donde posteriormente se combinarán ambas unidades de negocio, cumple adecuadamente con los requisitos de higiene y seguridad en el trabajo que prevé la legislación vigente. Aun así, el autor de este proyecto analizará de modo general las condiciones que debería cumplir el lugar de trabajo, fundamentándose en la Ley 19587, la cual regula las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo a lo largo de todo el territorio de la República Argentina, y en el decreto 351/79, el cual reglamenta la ley mencionada anteriormente.

El principal daño que puede producir en la salud la actividad relacionada con la industria de la marmolería, se basa en el agente químico contenido en el polvo que se desprende del proceso de corte de granito: la sílice cristalina (dióxido de silicio cristalizado): SiO₂.

El contacto con el polvo de sílice libre cristalina puede provocar irritación en ojos y piel, pero la atención debe centrarse en las consecuencias que puede producir la sílice libre cristalina en el organismo introducida por vía inhalatoria. La inhalación de sílice libre cristalina puede producir:

- **Silicosis.** La silicosis es una enfermedad respiratoria grave, progresiva e irreversible que causa un deterioro permanente que puede provocar no solo la incapacidad laboral sino incluso la muerte. El síntoma más característico es la dificultad para respirar, sobre todo asociado a la realización de un esfuerzo físico. A veces también se presenta tos repentina y dolor torácico. La enfermedad puede cursar sin síntomas que alerten de su evolución. La silicosis diagnosticada a una persona que ha realizado trabajos con exposición a la inhalación de polvo de sílice libre tiene la consideración legal de enfermedad profesional.
- **Cáncer de pulmón.** La Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC) clasifica la sílice cristalina en forma de cuarzo como “cancerígeno para los humanos”.
- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)**
- **Tuberculosis**

La tuberculosis, el cáncer de pulmón y la EPOC, pueden desarrollarse con más probabilidad en quienes ya están enfermos de silicosis. No obstante, las anteriores patologías pueden manifestarse como consecuencia de la exposición a sílice cristalina, sin que al trabajador desarrolle silicosis.

La legislación vigente determina que en todo lugar de trabajo en el que se efectúan procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, deberá disponer de una adecuada ventilación o dispositivos destinados a evitar que dichos contaminantes alcancen niveles que puedan afectar la salud del trabajador. Una apropiada ventilación del ambiente contribuirá a mantener permanentemente en todo el establecimiento las condiciones ambientales y en especial la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles y evitará la existencia de zonas de estancamiento. Los establecimientos deberán ventilarse preferentemente en forma natural. Cuando por razones debidamente fundadas no se lograse una apropiada ventilación, la autoridad competente podrá autorizar el desempeño de las tareas con las correspondientes precauciones, de modo de asegurar la protección de la salud del trabajador.

A continuación, se analizarán los requisitos que debería cumplir la actividad que se desarrolla en la marmolería, se presentarán las actuales condiciones de trabajo, y en caso de no cumplirse con las condiciones requeridas, se brindarán sugerencias para revertir la situación.

2.1 Elementos de protección personal (EPP)

Según la legislación vigente, la ropa de trabajo debe ser de tela flexible, que permita una fácil limpieza y sea adecuada a las condiciones del puesto de trabajo, debe ajustar bien al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Siempre que las circunstancias lo permitan, las mangas deben ser cortas y cuando sean largas, deben ajustar adecuadamente. En lo posible, deben eliminarse elementos adicionales como bolsillos, bocamangas, botones, partes vueltas hacia arriba, cordones y otros, por razones higiénicas y para evitar enganches. Se prohíbe el uso de elementos que puedan originar un riesgo adicional de accidente como ser: corbatas, bufandas, tirantes, pulseras, cadenas, collares, anillos y otros. En casos especiales, la ropa de trabajo debe ser de tela impermeable, incombustible, de abrigo resistente a sustancias agresivas, y siempre que sea necesario, debe dotarse al trabajador de delantales, chalecos, fajas, cinturones anchos y otros elementos que puedan ser necesarios.

Los medios de protección ocular deben ser seleccionados en función de los siguientes riesgos: por proyección o por exposición a sustancias sólidas, líquidas, gaseosas o por radiaciones nocivas. La protección de la vista debe efectuarse mediante el empleo de anteojos, pantallas transparentes y otros elementos que cumplan tal finalidad; sus armaduras deben ser livianas, indeformables al calor, ininflamables, cómodas, de diseño anatómico y de probada resistencia y eficacia. Cuando se trabaje con vapores, gases o aerosoles, deben ser completamente cerradas y bien ajustadas al rostro, con materiales de bordes elásticos. En los casos de partículas gruesas deben ser como los anteriores, permitiendo la ventilación indirecta; en los demás casos en que sea necesario, pueden tener monturas de tipo normal y con protecciones laterales, las cuales pueden estar perforadas para una mejor ventilación. Cuando no exista peligro de impacto por partículas duras, pueden utilizarse anteojos protectores de tipo panorámico con armazones y visores adecuados. Deben ser de fácil limpieza y reducir lo menos posible el campo visual. Las pantallas y visores deben estar libres de estrías, rayaduras, ondulaciones u otros defectos y deben ser de tamaño adecuado al riesgo. Los anteojos y otros elementos de protección ocular deben conservarse siempre limpios. Si el trabajador necesitare cristales correctores, se le deben proporcionar anteojos protectores con la adecuada graduación óptica u otros que puedan ser superpuestos a los graduados del propio interesado.

Los equipos protectores del aparato respiratorio deben ser de tipo apropiado al riesgo, ajustar completamente para evitar filtraciones; se debe vigilar su conservación y funcionamiento con la necesaria frecuencia y como mínimo una vez al mes. Se deben limpiar y desinfectar después de su empleo, y se deben almacenar en compartimentos amplios y secos. Las partes en contacto con la piel deben ser de goma especialmente tratada o de material similar, para evitar la irritación de la epidermis. Los riesgos a prevenir respecto al aparato respiratorio son los originados por la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras y aerosoles.

Si el nivel sonoro supera los valores límites, es obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

Para la protección de las extremidades inferiores, se debe proveer al trabajador de zapatos, botines, polainas o botas de seguridad adaptadas a los riesgos a prevenir. Cuando exista riesgo capaz de determinar traumatismos directos en los pies, los zapatos, botines o botas de seguridad deben llevar la puntera con refuerzos de acero. Si el riesgo es determinado por productos químicos o líquidos corrosivos, el calzado debe ser confeccionado con elementos adecuados, especialmente la suela, y cuando se efectúen tareas de manipulación de metales fundidos, se debe proporcionar al calzado aislación y resistencia de la planta exterior al contacto caliente. Se prohíbe el uso de amianto en cualquiera de sus formas.

La protección de los miembros superiores se debe efectuar por medio de mitones, guantes y mangas, adaptadas a los riesgos a prevenir y que permitan adecuada movilidad de las extremidades.

Cuando exista riesgo de exposición a sustancias irritantes, tóxicas o infectantes, estará prohibido introducir, preparar o consumir alimentos, bebidas y tabaco. Los trabajadores expuestos, deben ser instruidos sobre la necesidad de un cuidadoso lavado de manos, cara y ojos, antes de ingerir alimentos, bebidas o fumar.

La determinación de la necesidad de uso de equipos y elementos de protección personal, su aprobación interna, condiciones de utilización y vida útil, es responsabilidad del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo, con la participación del Servicio de Medicina del Trabajo en lo que se refiere al área de su competencia. En el caso de las Pymes, es una persona ajena a la empresa quién se encarga de realizar esta tarea. Una vez determinada la necesidad del uso de equipos y elementos de protección personal, su utilización será obligatoria de acuerdo a lo establecido en el artículo 10 de la Ley N° 19.587.

Los equipos y elementos de protección personal, deben ser proporcionados a los trabajadores y utilizados por éstos, mientras se agotan todas las instancias científicas y técnicas tendientes a la aislación o eliminación de los riesgos.

Los sistemas de corte por vía húmeda trabajan con aporte de agua a los discos. Si el suministro de agua es el adecuado se minimiza la generación de polvo. La cantidad de agua a aportar puede variar en función del tipo de equipo y operación, por lo que se deben seguir las indicaciones del fabricante del equipo. Actualmente, los caudales para supresión del polvo que se utilizan son los recomendados en el manual de instrucciones de los equipos.

El uso de agua para la reducción del polvo genera un aerosol acuoso que contiene partículas finas de polvo. El trabajador debería evitar permanecer en las inmediaciones de la cortadora, lo que se consigue ubicando los mandos de control alejados del equipo o utilizando equipos automatizados. La maquinaria actual requiere que el operario trabaje junto a la cortadora, lo que se solucionará con la

adquisición de la nueva maquinaria, ya que los movimientos de la misma serán controlados por el operario desde un tablero electrónico.

Dado que el método de captación de polvo por vía húmeda no es un sistema de control cerrado, va a ser inevitable que algo de polvo procedente del corte del granito pase al ambiente. Es por esto que siempre va a existir un nivel de fondo de sílice cristalina en el ambiente, el cual se puede reducir mediante ventilación general. Actualmente, las superficies se limpian mediante aspiración o por vía húmeda (nunca por barrido ni por soplado). Los pisos tienen una inclinación gradual hacia zanjas de drenaje para facilitar la retirada del polvo mediante canaletas.

Para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y reducir la probabilidad de averías o desgastes que puedan generar escapes accidentales de polvo a la atmósfera de trabajo, se propone diseñar y ejecutar un programa de mantenimiento periódico de los equipos (sistema de supresión del polvo con agua de la cortadora, unidades de aspiración localizada, equipos de limpieza).

Se recomienda a la empresa bajo estudio proporcionar un uniforme que contemple los requisitos que se definieron anteriormente, a modo de evitar accidentes de trabajo provocados por uso de vestimenta que no sea adecuada a la actividad que realiza el personal. Una vez determinados los medios de protección ocular correctos en función de los riesgos a los que se expone el operario, los equipos protectores del aparato respiratorio y los medios de protección auditiva, se recomienda hacer entrega formal de los mismos documentando la conformidad de su uso. Además, se debería documentar que se puso en conocimiento al personal del riesgo al que se exponen si no los utilizan. En este mismo acto, se debería instruir a los trabajadores sobre los riesgos de consumir alimentos, bebidas o tabaco expuestos a las sustancias que se desprenden del proceso de corte.

Hoy en día, en los centros de trabajo, hay colocadas señales indicando la obligación de utilizar los equipos de protección individual cuando sean necesarios. Pero, además, se sugiere colocar en la zona de trabajo señalización que alerte del peligro que supone para la salud de los trabajadores respirar polvo de sílice. Así mismo, habría que asegurarse de que el trabajador respete las medidas de protección individual, utilizando los elementos de protección personal (EPP), previendo sanciones para quienes no cumplan con estas exigencias.

2.2 Iluminación

Por lo general, las naves industriales suelen ser lugares difíciles de iluminar ya que son amplias y cuentan con una estructura interna funcional, la que a menudo no favorece la entrada de luz natural. En lo que respecta a la iluminación artificial, los techos altos alejan los puntos de iluminación superiores del suelo. El gasto energético de iluminar una nave industrial suele ser alto, ya que se requieren muchos puntos de luz y potencia.

Está comprobado que la iluminación puede incidir en el estado de ánimo de los trabajadores, en su concentración y productividad. La mala iluminación puede incluso provocar accidentes de trabajo en ciertos espacios.

Según la legislación vigente, la iluminación en los lugares de trabajo debe cumplir con una iluminancia adecuada a la tarea a efectuar, teniendo en cuenta el mínimo tamaño a percibir, la reflexión de los elementos, el contraste y el movimiento. Las fuentes de iluminación no deben producir deslumbramientos, directo o reflejado, para lo que se deben distribuir y orientar convenientemente las luminarias y superficies reflectantes existentes en el local. La uniformidad de la iluminación, así como las sombras y contrastes deben ser adecuados a la tarea que se realice. Cuando las tareas a ejecutar no requieran el correcto discernimiento de los colores y sólo una visión adecuada de volúmenes, es admisible utilizar fuentes luminosas monocromáticas o de espectro limitado.

Actualmente, la empresa cuenta con interruptores e iluminación por fases. Se modula la iluminación, ganando en calidad lumínica y eficiencia energética. Se puede iluminar el espacio necesario y evitar gastos extra. Esto es fundamental en esta empresa dado que la producción de baldosas, por lo general, no se realizará simultáneamente con los trabajos de marmolería, dado que por el momento son los mismos operarios los que realizan ambas actividades.

Para cumplir con estos requisitos se recurrió a la norma IRAM-AADL J 20-06 y se determinó que, en la marmolería, la intensidad mínima de iluminación son 200Lux para la zona de corte y 100Lux para iluminación general. En cuanto a la fábrica de baldosas, para la preparación de arcillas y para llenar los moldes, se requieren 200Lux. La intensidad media de iluminación según la clase de tarea visual recomendada es de 100 a 300Lux, esto es, para tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes. Es por esto que se recomienda lograr una intensidad de iluminación uniforme de 200 Lux. Además, se le sugiere a la empresa en cuestión:

- Mantener las instalaciones en buen estado, ya que uno de los principales problemas en la iluminación son los parpadeos que hacen las bombillas en mal estado, efecto que causa fatiga visual. Las ventanas deberían estar lo más limpias posibles, para que ingrese la luz natural.
- Aprovechar al máximo la iluminación natural. Esto se podría lograr instalando techos que dejen pasar la luz del sol. Se podrían cambiar algunas de las chapas actuales por chapas plásticas translúcidas.
- Actualizar con nuevos sistemas. Aunque de entrada suponga una inversión importante, los nuevos sistemas de iluminación, como las luces LED, iluminan de forma más eficiente y económica.

2.3 Incendios

Es necesario conocer algunos aspectos relevantes acerca de lo que es el fuego (incendio), y las diferentes clases de fuego que existen, las cuales se designan con las letras **A-B-C-D**:



Clase A: Fuego de materiales combustibles sólidos (madera, tejidos, papel, plástico, etc.). Para su extinción requieren de enfriamiento, o sea se elimina el componente temperatura. El agua es la sustancia extintora ideal. Se usan matafuegos Clase A, ABC o AB.



Clase B: Fuego de líquidos combustibles (pinturas, grasas, solventes, naftas, etc.). Se apagan eliminando el oxígeno o interrumpiendo la reacción en cadena que se produce durante la combustión. Se usan matafuegos BC, ABC, AFFF (espuma).



Clase C: Fuego de equipos eléctricos bajo tensión. El agente extintor no debe ser conductor de la electricidad por lo que no se pueden usar soluciones acuosas (matafuegos de agua o espuma). Se usan matafuegos Clase BC o ABC. (Una vez cortada la corriente, se puede usar agua o extintores Clase A o espuma química AFFF).



Clase D: Fuego originado por metales inflamables. Los matafuegos cargados con agente extintor de polvo clase D, son especialmente apropiados para la protección de incendios son haya un riesgo con metales inflamables (sodio, magnesio, potasio, entre otros).



Clase K: Fuego de aceites vegetales o grasas animales. Requieren extintores especiales que contienen una solución acuosa de acetato de potasio que en contacto con el fuego producen un efecto de saponificación que enfría y aísla el combustible del oxígeno.

Según la legislación vigente, debe haber una cantidad y tipo de extintores de incendios adecuados a los materiales y equipos existentes en la planta. Todos los extintores deben estar ubicados en lugares de fácil acceso y además señalizados. Los trabajadores, deben estar capacitados en forma teórica y práctica en el manejo de extintores. Corresponde evaluar la existencia de redes húmedas o secas en el interior de la planta (o en su efecto estudiar la distancia a la que se encuentra el grifo más cercano). En caso de almacenar las materias primas o los productos elaborados en pallets, deben demarcarse pasillos de circulación con líneas amarillas.

Luego de analizar las condiciones de la empresa bajo estudio, se recomienda colocar dos extintores (uno de 5kg cada 200m²), del tipo ABC. Estos deberán estar en lugares de fácil acceso y señalizados.

2.4 Seguridad en máquinas y herramientas

En Argentina, la Ley 19587 sobre higiene y seguridad en el trabajo y su decreto reglamentario, indican las condiciones que deben cumplir las protecciones de máquinas y herramientas:

- **Art. 106 - Protecciones en partes no operativas** (donde el operario no trabaja permanentemente). Las partes de máquinas y herramientas en las que existen riesgos mecánicos y donde el trabajador no realice acciones operativas, dispondrán de protecciones eficaces, tales como cubiertas, pantallas, barandas y otras que cumplirán los siguientes requisitos: eficacia en su diseño, de material resistente, desplazable para el ajuste o reparación, permitir el control y engrase de los elementos de la máquina, su montaje o desplazamiento solo podrá realizarse intencionalmente y no constituirán un riesgo en sí mismas.
- **Art. 107 - Protecciones en partes operativas** (donde el operario trabaja permanentemente). Frente al riesgo mecánico se adoptarán obligatoriamente los dispositivos de seguridad necesarios que reúnan los siguientes requisitos: constituirán parte integrante de la máquina, no entorpecerán la tarea del operario, no interferirán innecesariamente en el proceso productivo normal, no limitarán la visual del área operativa, dejarán libre de obstáculos dichas áreas, no exigirán posiciones o movimientos forzados, protegerán eficazmente las proyecciones, no constituirán riesgos en sí mismas.

Las herramientas pueden ser manuales o por fuerza motriz. En cuanto a las manuales, se sugiere que el trabajador reciba instrucciones precisas sobre su uso correcto a fin de prevenir accidentes, sin que en ningún caso puedan utilizarse para fines distintos al que están destinadas. Según dicha ley, éstas deben estar construidas con materiales adecuados y ser seguras en relación con la operación a realizar. No deben tener defectos ni desgastes que dificulten su correcta utilización, y deben contar con unión firme entre sus elementos a modo de evitar cualquier rotura o proyección de las mismas. Los mangos y empuñaduras deben ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso de ser necesario. Para evitar caídas de herramientas y que se puedan producir daños se deben colocar en porta herramientas, estantes o lugares adecuados.

Las herramientas portátiles accionadas por fuerza motriz deben estar lo suficientemente protegidas para evitar contactos y proyecciones peligrosas. Sus elementos cortantes deben estar protegidos con fundas o pantallas que, sin entorpecer las operaciones a realizar, determinen el máximo grado de seguridad para el trabajador.

Al adquirir maquinaria nueva, se recomienda exigir al fabricante que se suministre con las protecciones adecuadas al trabajo a realizar. En máquinas ya en uso, las protecciones pueden construirse en la misma empresa si son elementos

simples como cubiertas de poleas, engranajes, o bien, pueden ser encargadas a empresas especializadas, si se tratase de sistemas complicados. Como se observa en la Imagen 5.5 y 5.6, las principales máquinas utilizadas tanto para el proceso productivo de la marmolería como para el de fabricación de baldosas, cumplen con estos requisitos.

Las protecciones a colocar deben ser adecuadas, ya que, de lo contrario, pueden perturbar la producción y derivar en que los mismos operarios las quiten por molestas. Se recomienda pintar el interior de las defensas o protecciones de un color llamativo para que se vea desde lejos si están fuera de lugar y se coloquen nuevamente en su lugar.



Imagen 5.5 – Hormigonera.-



Imagen 5.6 – Cortadora de banco.-

2.5 Aplicación de las 5S

Según Arrigoni (2012), 5S es una herramienta Lean que se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: **Seiri**, **Seiton**, **Seiso**, **Seiketsu** y **Shitsuke**, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

El principio de las 5S puede ser utilizado para incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor esencial dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Es una forma indirecta de que el personal perciba la importancia de las cosas pequeñas, de que comprenda que su entorno depende de él mismo y que la calidad

empieza por cosas muy inmediatas. De esta manera se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Este principio se aplicará antes de realizar el traslado físico de la marmolería hacia donde actualmente funciona la fábrica de baldosas, en la siguiente unidad. A continuación, se exponen las principales características de esta herramienta.

1S - Eliminar (SEIRI)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide cuál será su destino: venderlos, desecharlos, cambiarlos de ubicación, entre otros.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Imagen 5.7 – Ejemplo de tarjeta para identificar elementos prescindibles. –

2S - Ordenar (SEITON)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad. Se define e identifica su lugar de ubicación para facilitar su búsqueda y el retorno a la posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa SEITON, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a

convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del SEITON comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo.

3S - Limpieza e inspección (SEISO)

SEISO significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir, anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Debe insistirse en el hecho de que, si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas principales para establecer las acciones correctoras que se estimen oportunas. Otro punto clave a la hora de limpiar es identificar los focos de suciedad existentes (como los lugares donde se producen con frecuencia virutas, caídas de piezas, pérdidas de aceite, etc.) para poder así eliminarlos. Se trata de mantener los equipos en buen estado, optimizando el tiempo dedicado a la limpieza.

4S - Estandarizar (SEIKETSU)

La fase de SEIKETSU permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, ya que sistematizar lo conseguido asegura efectos perdurables.

Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento, donde la organización y el orden son factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo. El principal enemigo del SEIKETSU es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no” lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

5S - Disciplina (SHITSUKE)

SHITSUKE se puede traducir como disciplina, y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S.

3 LAYOUT ACTUAL DE CADA UNIDAD DE NEGOCIO

Para representar el layout actual de las unidades de negocio bajo estudio se consideraron las medidas de sus respectivas áreas, su mobiliario y maquinaria para poder tener la mayor precisión posible. Estas medidas serán útiles para diseñar la nueva distribución

A continuación, se muestra un esquema con vista superior, de la estructura física exterior de ambas unidades de negocio. En la Imagen 5.8 se puede observar la nave donde se realiza la producción de baldosas (1), la galería que une ambas unidades de negocio y en la que se almacenan los productos terminados y los mármoles (2), un depósito de materiales obsoletos (3), la nave donde funciona la marmolería (4) y la playa donde actualmente se almacenan los granitos (5).

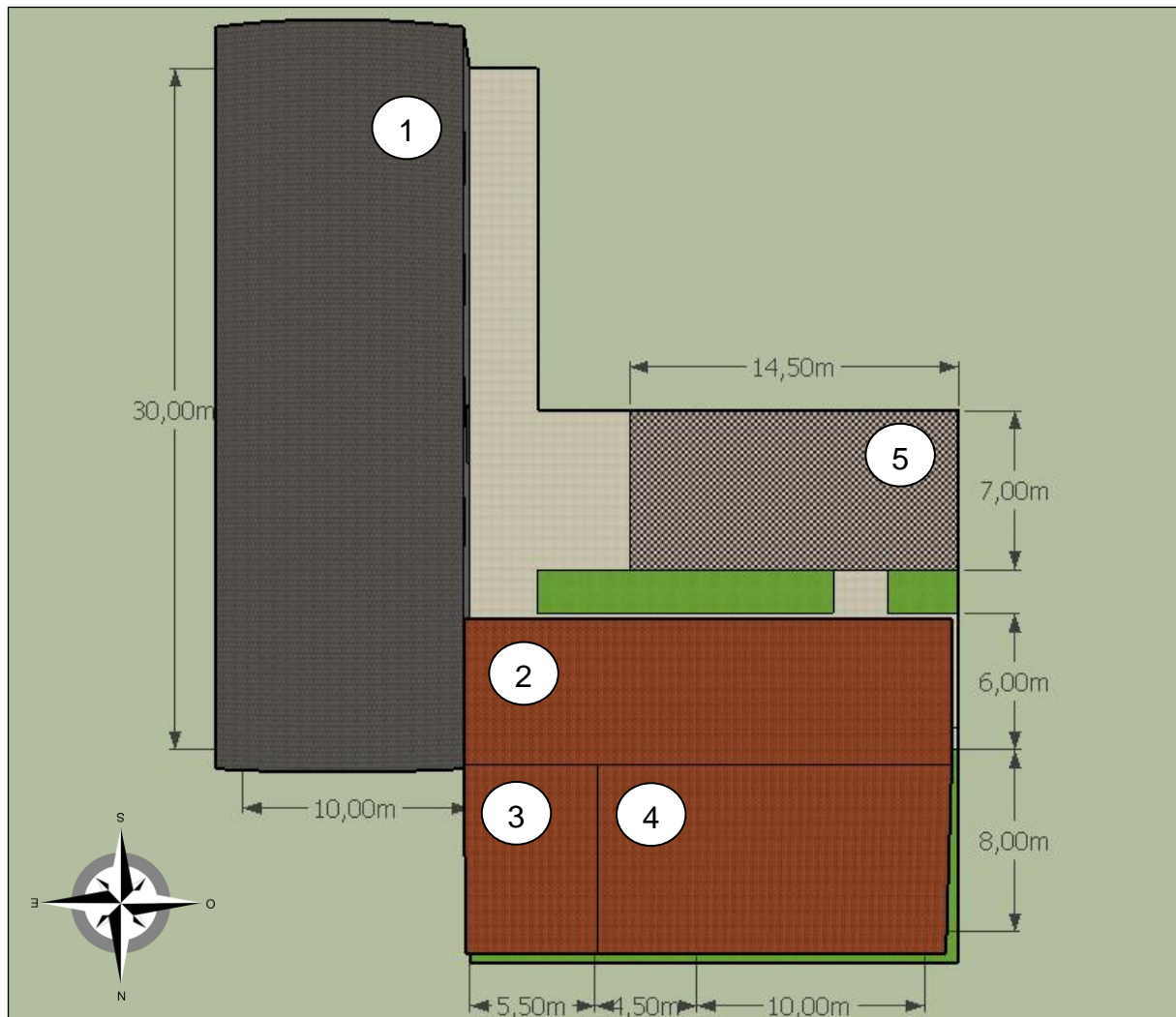


Imagen 5.8 – Esquema de ambas unidades de negocio, vista superior. -

3.1 Marmolería

En la Imagen 5.9 se observa la estructura física donde funciona la marmolería, la cual cuenta con muchas ventanas, lo que es una ventaja dado que proporcionan una gran iluminación por luz natural. Por la entrada número (1) se ingresa a la marmolería y por la entrada número (2) se ingresa a un depósito. La marmolería cuenta con una superficie de 80m² (10m largo por 8m ancho); su altura varía desde los 4 a los 5m.

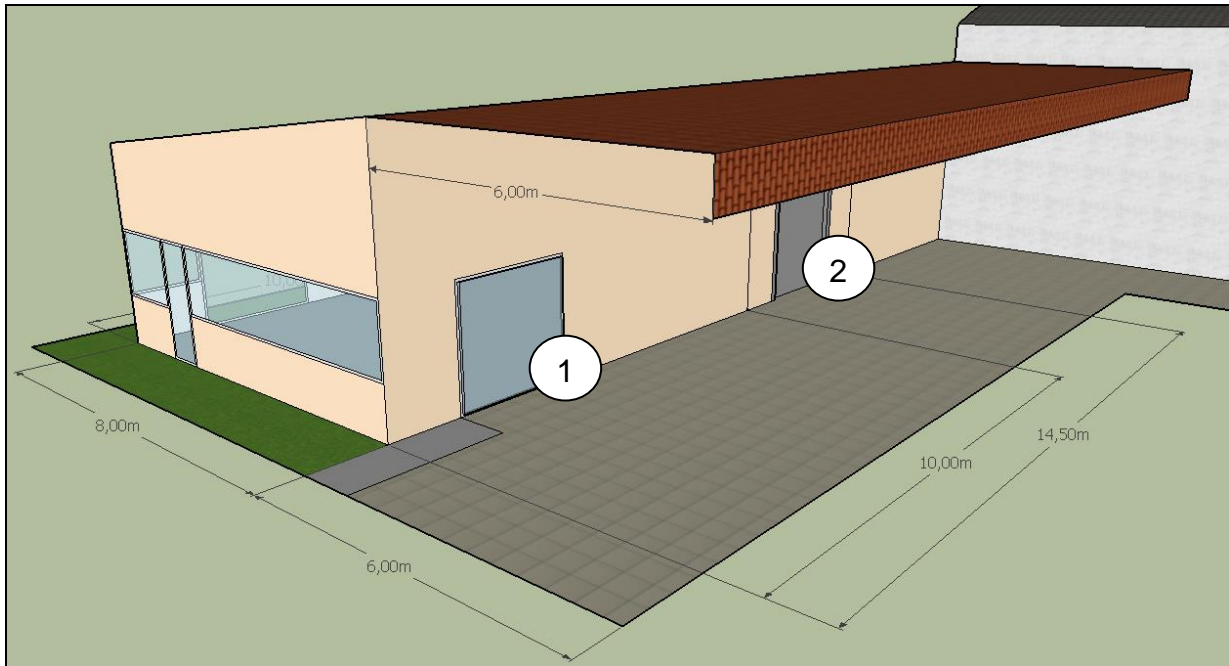


Imagen 5.9 – Marmolería, depósito y galería que une ambas naves. –

Anexa a la misma se encuentra el depósito en el que se almacenan ciertos materiales de construcción y grifería, los cuales están obsoletos (Imagen 5.10).



Imagen 5.10 – Depósito de productos obsoletos. -

Además, a anexa a dichas estructuras hay una galería techada que mide 20m de largo, 6m de ancho y 5m de alto, la cual también está vinculada con la nave donde se producen las baldosas. Actualmente, en la galería hay instalada una cortadora de banco auxiliar, que carece de uso; es aquí donde se colocan los trabajos terminados sobre caballetes y donde se almacenan los mármoles y Silestones que deben ser protegidos de la luz del sol, dado que por las características y orientación del techo hay sombra todo el día.



Imagen 5.11 – Galería, donde se depositan los mármoles y productos terminados. -

En la siguiente imagen se observa la distribución actual de las máquinas y el mobiliario de la marmolería.

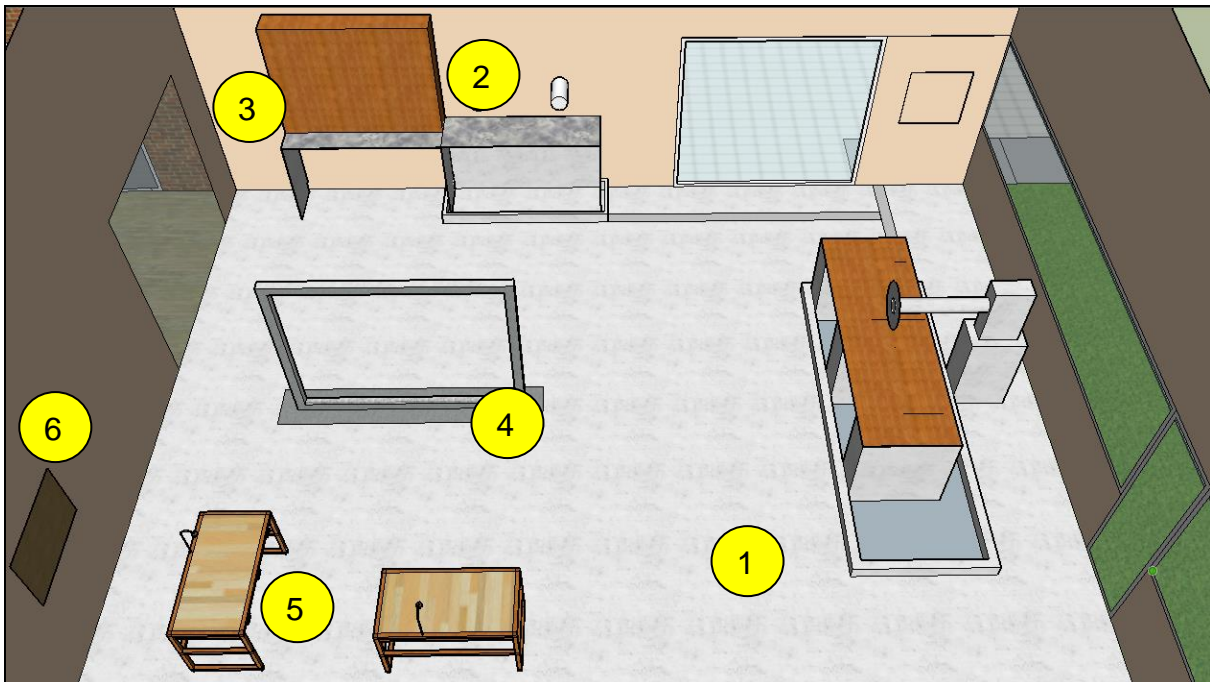


Imagen 5.12 – Distribución de máquinas y mobiliario en la marmolería. -

Luego de la entrada principal (Imagen 5.13), se ubica la máquina cortadora de banco (1). Como se mencionó en otras ocasiones, dicha máquina funciona por vía húmeda, por lo que se encuentra instalada sobre una superficie que recolecta el agua que se utiliza durante el proceso de corte y la envía por medio de un sistema de canaletas a la fosa séptica.



Imagen 5.13 – Cortadora de banco. -

En este proceso el agua se utiliza tanto para lubricar y enfriar la herramienta de corte, como para recolectar el polvo que se desprende del material al ser cortado. Al interactuar el agua con el polvo se forma una mezcla de consistencia pastosa. Esta pasta se dirige a la fosa séptica donde, por decantación, la materia sólida se separa de la líquida, permitiendo que el agua limpia pueda ser reutilizada en el proceso de corte a partir de la recirculación de la misma mediante una bomba.

Lo mismo sucede con las máquinas perforadoras (2), que se utilizan para realizar los traforos en el centro del material. Dado que funcionan por vía húmeda, están instaladas sobre superficies que recolectan el líquido y lo dirigen a través de una canaleta a la misma fosa mencionada anteriormente.

Tanto el reciclaje del agua como los sistemas de canales y recolección de la misma, se consideran buenas prácticas y son positivas para la empresa dado que se protege el medio ambiente y se observa como una medida de seguridad dado que se evita que el operario pueda sufrir un accidente por trabajar sobre el agua que deriva de dichos procesos.



Imagen 5.14- Máquinas perforadoras. -

También se observa un armario sobre la pared (3), junto a las máquinas perforadoras, donde se colocan algunas herramientas. Este es imprescindible para mantener el orden y limpieza del lugar.

La marmolería cuenta con un dispositivo (4) diseñado para colocar las piletas de las mesadas, el cual facilita el trabajo del operario.



Imagen 5.15 – Dispositivo para colocar piletas. -

Este dispositivo, funciona del siguiente modo: se coloca la mesada de forma horizontal evitando que se produzcan tensiones en el material que puedan provocar

su rotura. Luego, se inclina por medio de un sistema neumático permitiendo que el operario pueda colocar y pegar la piletta de modo ergonómico y sencillo. Su funcionamiento es similar al de un carro que se utiliza para trasladar las tablas de mármoles, granitos o Silestones desde su lugar de almacenamiento hacia la marmolería.

También hay dos mesas en el salón (5), las cuales son importantes para completar el proceso productivo ya que sobre estas se realiza el pulido del material.



Imagen 5.16 – Mesas donde pulir. -



Imagen 5.17 – Máquinas pulidoras. -

Se observó una excelente organización de las herramientas trabajo, las cuales se encuentran ubicadas en un panel (6) con sus formas delineadas sobre el mismo. Este panel permite, además de una buena organización de herramientas, notar la ausencia de alguna de ellas.

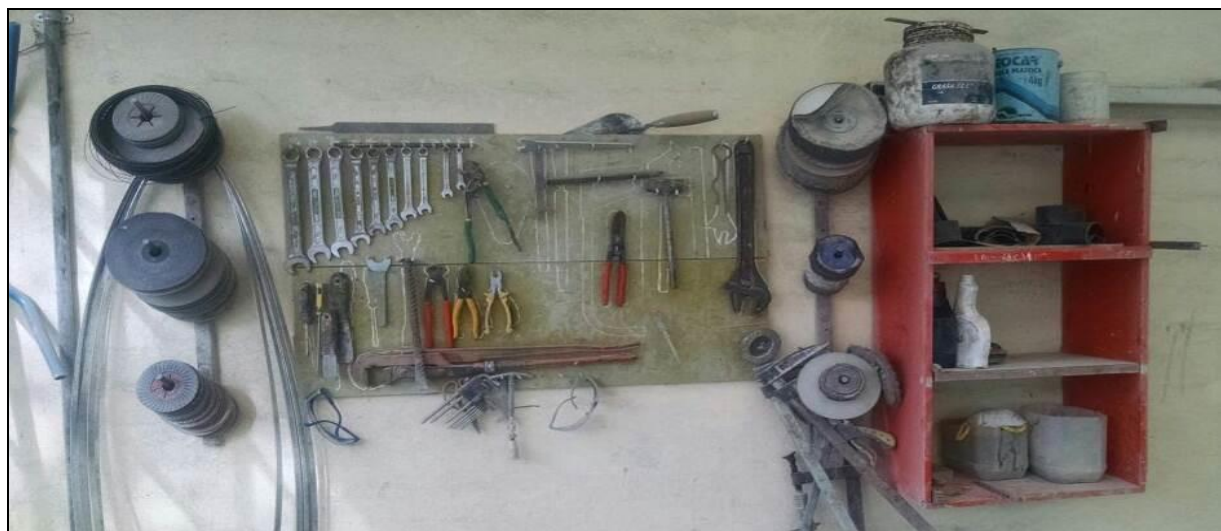


Imagen 5.18 – Panel de herramientas. -

Además, la empresa cuenta con una pinza diseñada para manipular este tipo de materiales, que mediante un adaptador puede colocarse en el montacargas. De este modo, es utilizada para disponer la plancha entera de material sobre un carro, el cual posee inclinación horizontal, lo que facilita la posterior descarga. Es así como la materia prima se traslada desde la playa de almacenamiento hacia la marmolería.



Imagen 5.19 – Manipulación de materia prima. -

Layout de la marmolería

A continuación, se detalla el flujo de materiales del proceso productivo de la marmolería y se esquematiza un diagrama del mismo.

1. Se selecciona el material a utilizar para realizar el producto especificado, el cual se encuentra en la respectiva playa de almacenamiento o en la zona de recortes; se traslada a la marmolería con el carro de inclinación horizontal (carretilla hidráulica) si es que no se puede manipular el material manualmente.
2. El operario ingresa el material y lo coloca sobre la mesa de la máquina cortadora. Toma el plano que contiene el esquema del producto con las especificaciones de las medidas del mismo, las perforaciones requeridas y los laterales a ser pulidos, y procede a realizar el plano en escala real. Luego, realiza los cortes exteriores reduciendo el tamaño de la tabla de materia prima original. El material sobrante que puede ser utilizado para realizar otro producto se coloca en el área de recortes. Los trozos sobrantes se disponen en pallets si son de grandes dimensiones, o bien se desechan.
3. Ya con esta pieza más pequeña y fácil de manipular, se procede a realizar las perforaciones internas.

4. Luego, se coloca la pieza nuevamente en la máquina cortadora y se realizan los cortes internos.
5. Se procede al pulido de los bordes indicados.
6. Se coloca la piletta en caso de que el producto sea una mesada.
7. Una vez que el producto está listo, se coloca sobre caballetes en la zona de almacenamiento de productos terminados. Cuando el cliente los requiere, se realiza la entrega de los mismos y, en algunos casos, cuando se contrata el servicio, se realiza la colocación en obra.

Flujo de materiales del proceso productivo de la marmolería

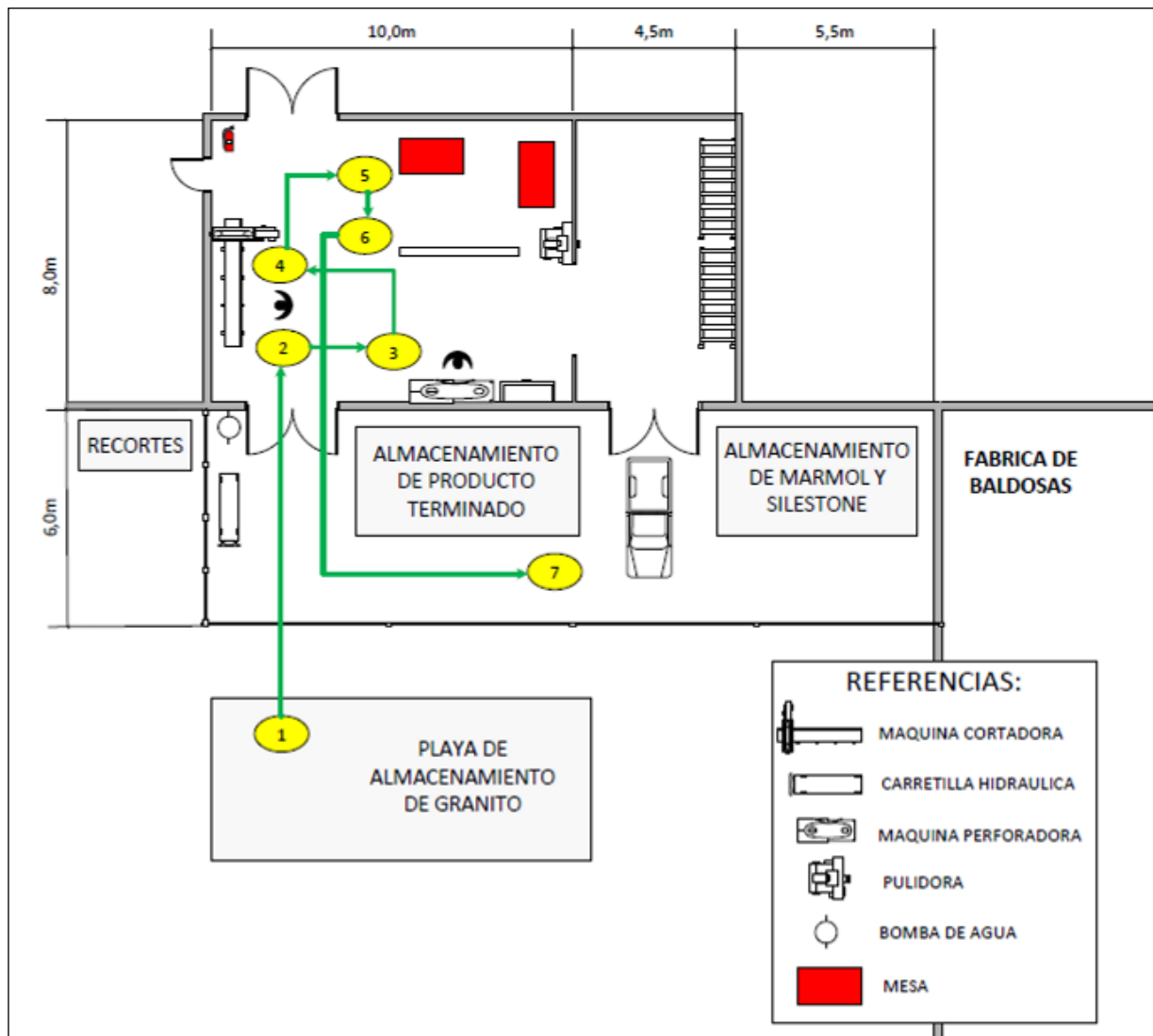


Imagen 5.20 – Flujo de materiales. -

3.2 Proceso de recepción de materia prima de la marmolería

La recepción de materiales más compleja es la de granitos, mármoles y Silestones. Esto es porque dichas piezas tienen grandes dimensiones y son frágiles y pesadas, por lo que se requieren ciertas herramientas específicas para manipular este tipo de material de modo seguro.

En la siguiente imagen se muestran los ingresos al predio de la empresa ROKA Argentina S.A. Actualmente, la recepción de los insumos mencionados anteriormente se realiza por el ingreso 2. En algunos casos, como ser los días de lluvia, la recepción se realiza por el ingreso 4 (portón Este), dado que las dimensiones del respectivo portón permiten que un camión ingrese al salón. Los materiales se disponen dentro de la nave de la fábrica de baldosas provisoriamente hasta que son trasladados a sus respectivos sitios de almacenamiento.

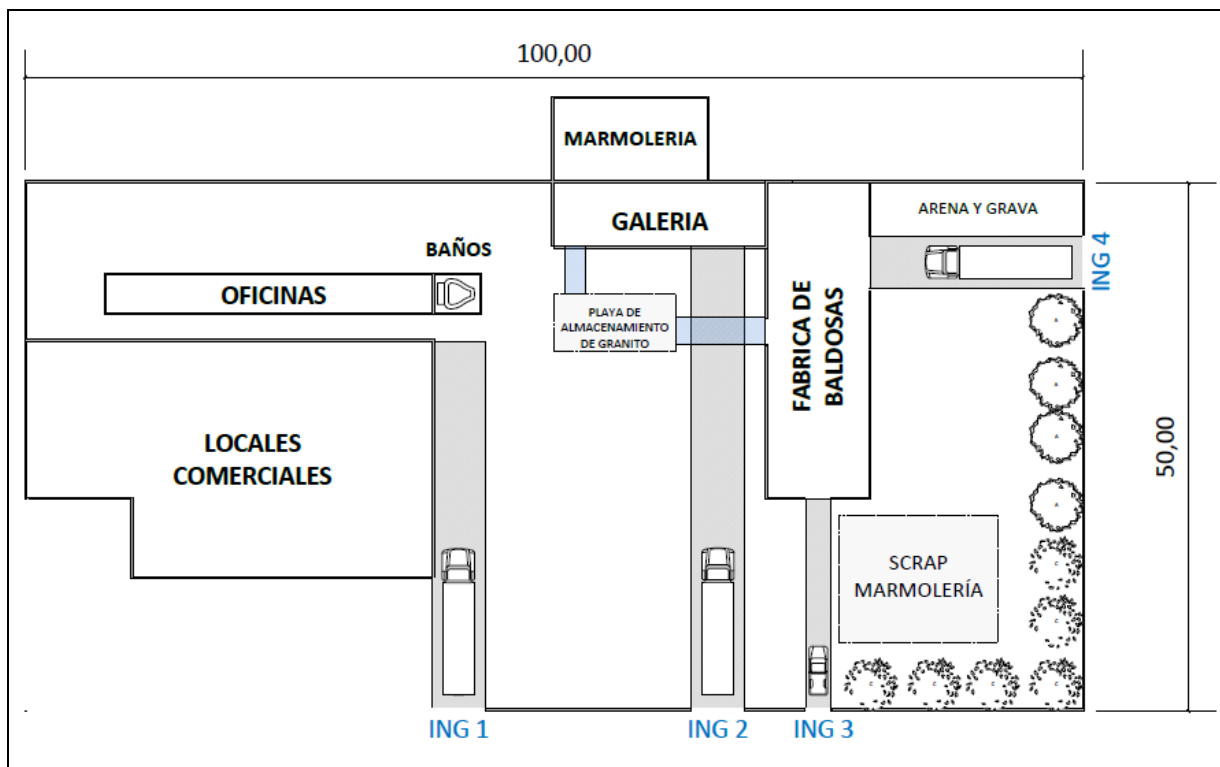


Imagen 5.21 – Ingresos al predio de ROKA Argentina S.A. -

Este tipo de material se transporta en camiones sin acoplado. Por lo general, estos insumos se descargan con elementos de descarga que traen incorporados los transportes, o mediante el autoelevador. Luego se colocan en la playa de almacenamiento respectiva. En el caso de que la descarga se realice dentro de la nave de la fábrica de baldosas, la misma se ejecuta con el puente grúa que se encuentra instalado por encima del portón ESTE, en la nave donde se realiza la producción de baldosas. Este tipo de transporte permite que sea sencilla la descarga y que se realice de modo equilibrado ya que, por el peso de estos materiales, si no se descargan las tablas equilibrando la carga hay riesgo de que se produzca un accidente.

3.3 Fábrica de baldosas

En la siguiente imagen se presenta un esquema de la estructura física exterior de la nave productiva en la que se realiza la fabricación de baldosas y hacia donde, posteriormente, se trasladará la marmolería.

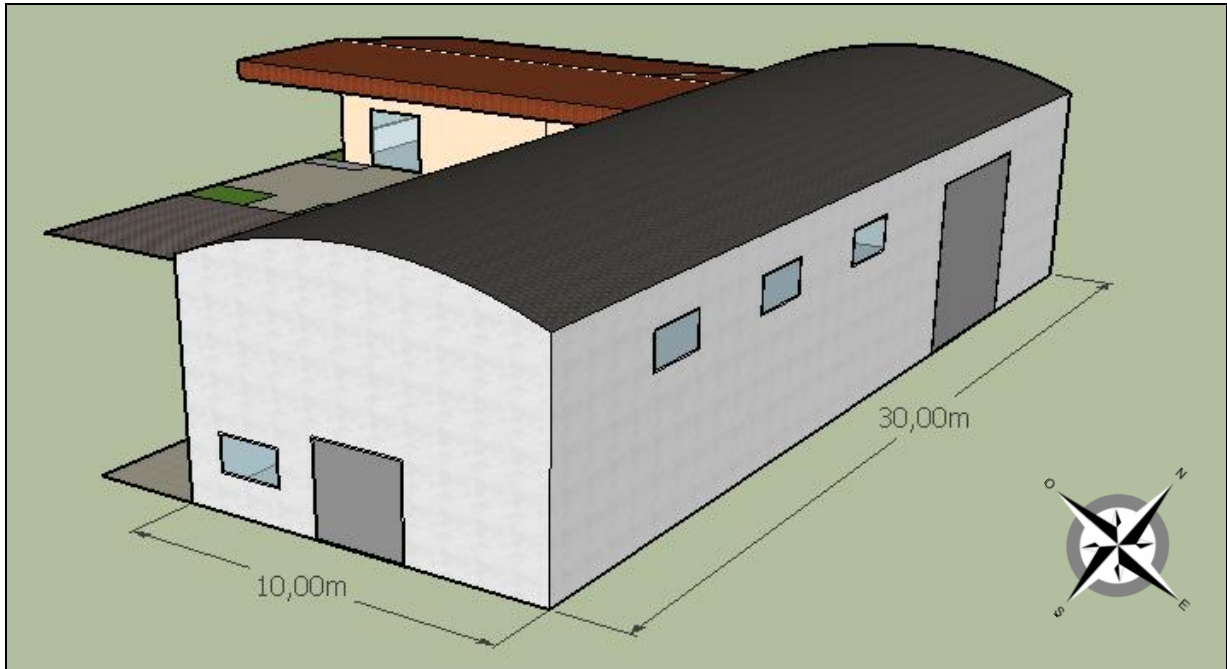


Imagen 5.22- Fábrica de baldosas. -

Como se puede observar, dicha estructura tiene pocas ventanas y están muy altas, lo que es una desventaja porque en el recinto no hay buena iluminación por luz natural. Cuenta con una superficie de 300m² (30m de largo por 10m de ancho); mide 7m de alto. Tiene tres ingresos: dos portones que miden 2.5m x 2.5m y un portón más amplio (portón Este) que mide 5m x 5m, por el cual pueden ingresar camiones para descargar mercadería. En la siguiente imagen se observa la distribución de las máquinas y el mobiliario de la fábrica de baldosas.

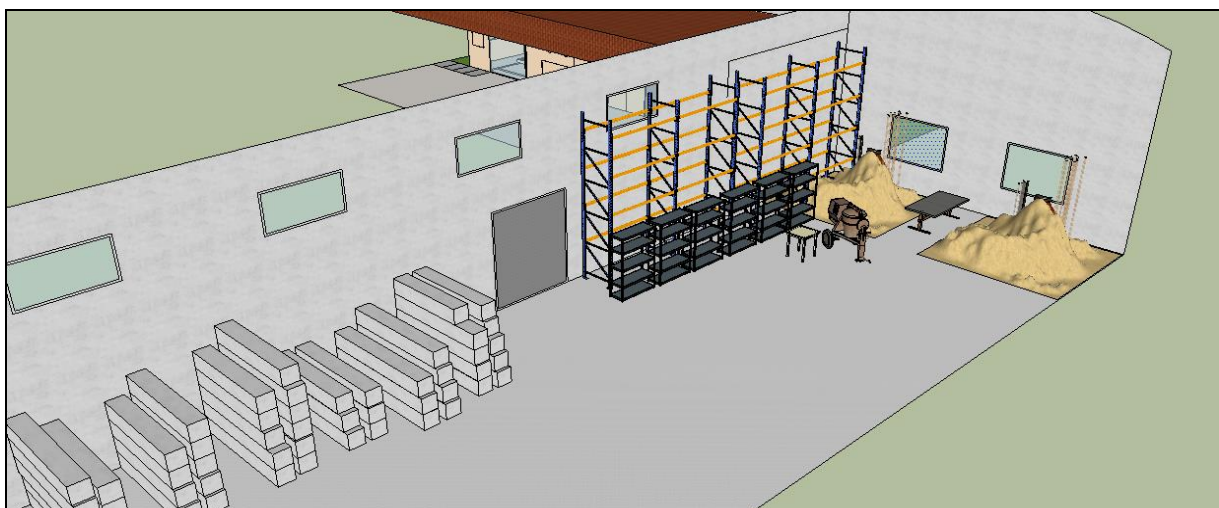


Imagen 5.23 – Distribución de las máquinas y mobiliario de la nave. -

En un extremo de la nave se realiza la producción de baldosas, ocupando una superficie de 100m² aproximadamente. La materia prima necesaria para la producción se encuentra dentro de este espacio, al igual que las máquinas (hormigonera y vibradora), la mesa de trabajo y las bandejas contenedoras de los moldes. Tanto la grava como la arena se encuentran en montículos dentro de la nave, ocupando grandes superficies y generando suciedad en el ambiente.



Imagen 5.24 – Zona donde se producen las baldosas. -

Este espacio físico cuenta con cuatro estanterías industriales, las cuales están diseñadas para soportar grandes cargas, hasta 3000kg por plano. Estos racks están siendo utilizados para almacenar productos que se comercializaban anteriormente en ROKA Argentina S.A. pero que actualmente, son obsoletos.

En el otro extremo de la nave se procede al almacenamiento de las baldosas, el cual ocupa una superficie total de 60 m². Además, parte del espacio está ocupado por materiales que se fueron depositando allí y se acumularon con el tiempo, pero que no son necesarios para el proceso productivo de la fabricación de baldosas.

En dicho salón, se encuentra instalada una máquina pulidora antigua, que, si bien se encuentra en desuso, funciona correctamente. Se dejó de utilizar ya que las máquinas modernas son económicamente más efectivas.

Por encima del portón más grande, se encuentra instalado un puente grúa, el cual se utiliza en algunas ocasiones, para la recepción de insumos de producción para la marmolería. Este portón mide 5m x 5m, lo que permite el ingreso de camiones al salón.

Todo este espacio no está siendo aprovechado de modo óptimo y es por eso que se analiza la posibilidad de trasladar la marmolería hacia este sitio. En la siguiente imagen se muestra un panorama general de la nave.



Imagen 5.25 – Nave de la fábrica de baldosas. -

LAYOUT DE LA FABRICA DE BALDOSAS

A continuación, se detalla el flujo de materiales del proceso productivo de la fábrica de baldosas y se esquematiza un diagrama del mismo.

1. El primer paso consiste en dosificar los materiales a utilizar (arena, grava, cemento, agua) y amasar dichos insumos en la hormigonera.
2. Mientras se realiza el amasado de los materiales dentro de la hormigonera, los operarios distribuyen los moldes que van a utilizar sobre una mesa de trabajo.

3. Se coloca desmoldante sobre los moldes. Con una pala dosificadora los operarios colocan la mezcla de materia prima sobre los mismos.
4. Uno a uno, se colocan los moldes en la vibradora durante 1 minuto y medio. Este proceso se realiza para homogeneizar la distribución de la mezcla sobre el molde.
5. Se colocan los moldes en las bandejas contenedoras y se dejan reposar durante 3 días.
6. Se desmoldan las baldosas y se van apilando en el área que está destinada para tal fin. Se almacenan en este sitio hasta el momento de su venta.
7. Una vez que se venden los productos, se colocan en un carro y se trasladan a la obra.

Flujo de materiales del proceso productivo de la fábrica de baldosas

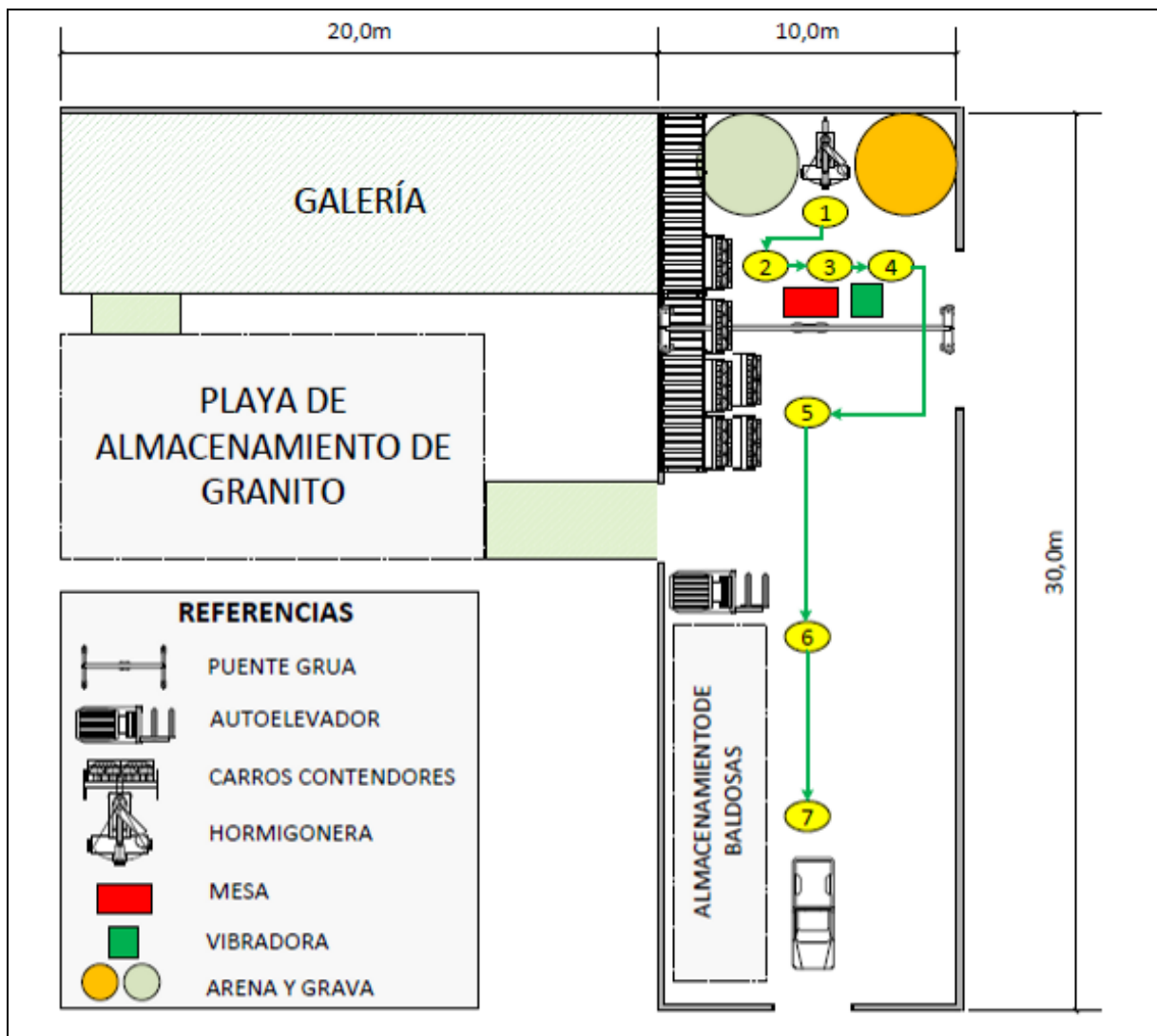


Imagen 5.26 – Flujo de materiales. -

4 LAYOUT DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN

En esta instancia del proyecto, se sugiere un nuevo Layout donde se combinan ambas unidades de negocio, a modo de optimizar la utilización del espacio físico de la nave donde se fabrican las baldosas. La reordenación y reajuste de las instalaciones permite integrar los equipos de trabajo, facilitando la supervisión de los mismos y optimizando el control sobre los procesos productivos.

Como se mostró anteriormente, la distribución actual y el flujo de materiales de ambas unidades de negocio es el siguiente (Imagen 5.27):

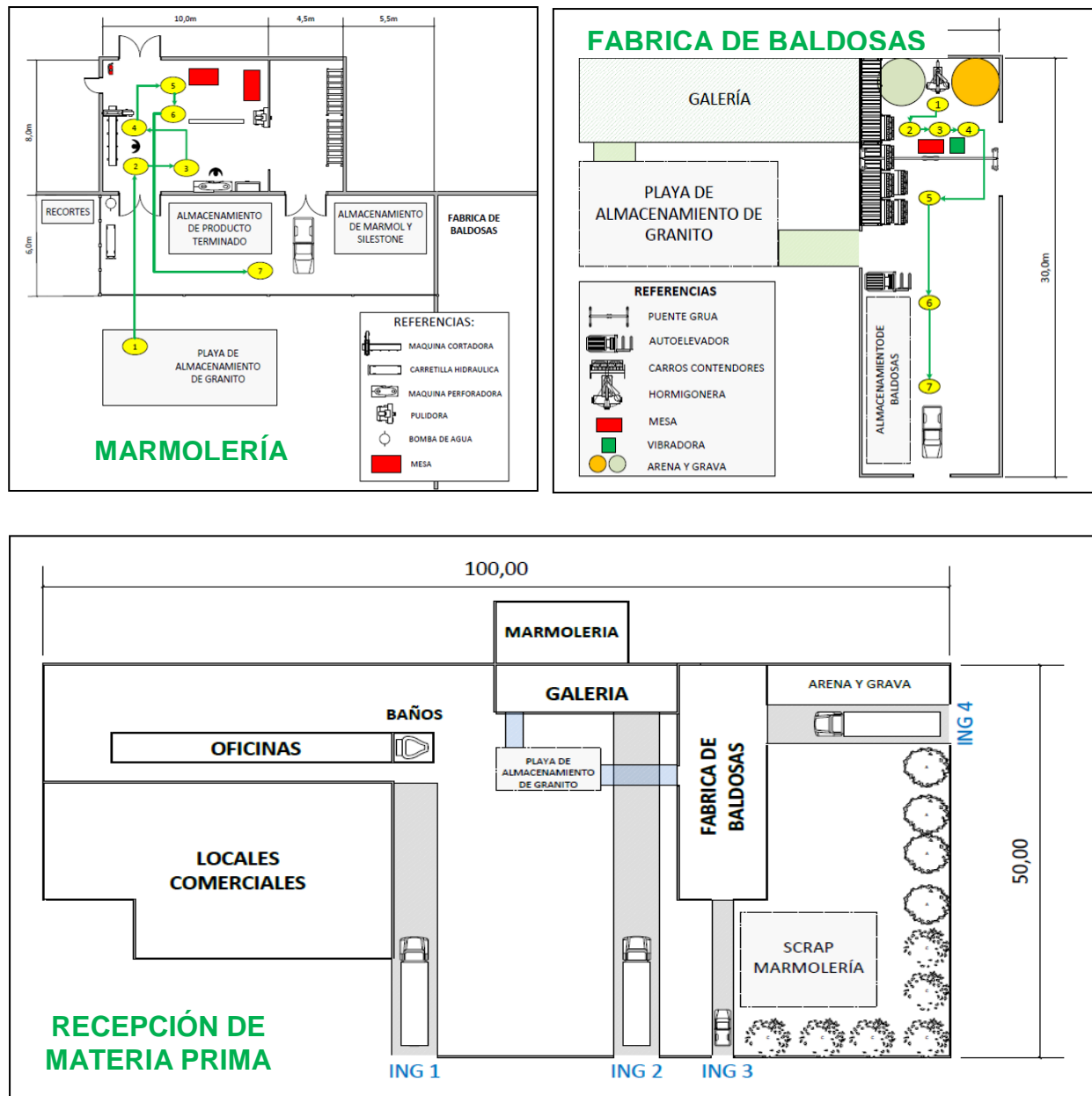


Imagen 5.27 –Distribución actual.-

En la Imagen 5.28 se muestra un panorama general de las instalaciones, donde se observa la nueva distribución de la planta. En primer lugar, se analizarán los cambios generales, y posteriormente se examinarán en detalle la disposición de las máquinas, los trayectos de los operarios, y el flujo de materiales de un puesto de trabajo al siguiente.

Nueva distribución

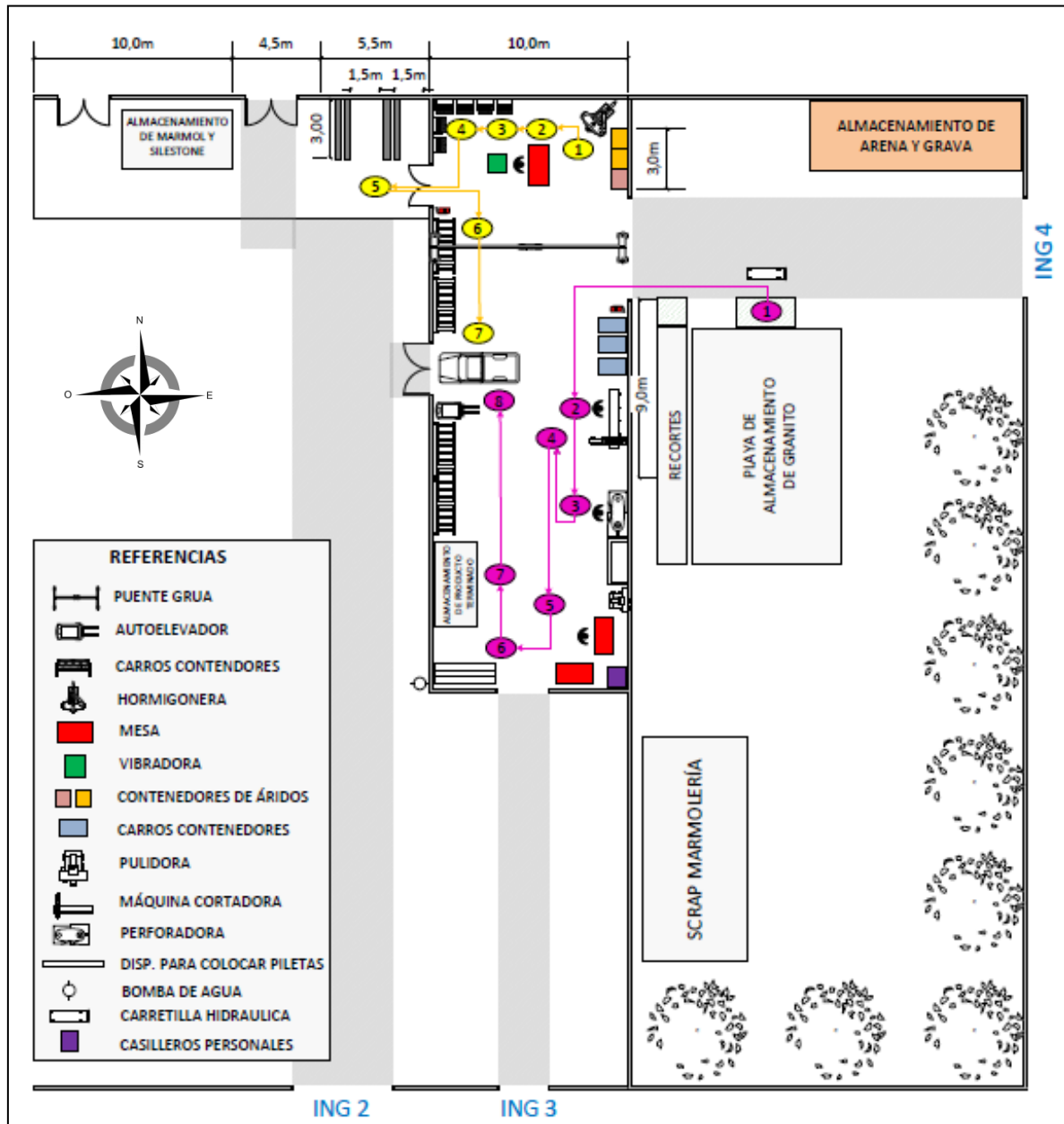


Imagen 5.27 – Nueva distribución. -

Recepción de materia prima

Actualmente, la recepción de la principal materia prima de la marmolería se realiza por el ingreso 2. En el diseño del nuevo layout se propone que la recepción de estos materiales se realice por el ingreso 4, dado que el resto de los ingresos se encuentran sobre la avenida principal de la ciudad y está prohibida la circulación de camiones por esta arteria. Se reubicaría la playa de almacenamiento de granitos y se colocaría junto al portón ESTE. El sitio donde se almacenarán los mármoles y Silestones pasará a ser el espacio donde anteriormente se colocaban los productos terminados de la marmolería, como se observa en la imagen anterior.

Medidas específicas respecto a las condiciones de higiene y seguridad

Antes de realizar el traslado se propone aplicar las **5S**, para que el salón quede lo más limpio, desocupado y ordenado posible. Las 5S se resumen en: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

- 1. ELIMINAR (SEIRI):** implica clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. Entonces, en primer lugar, se separa lo que se necesita de lo que no. Luego, se decide el destino de estos elementos y se separan los que deben ser reubicados, los que se consideran como desecho y deben ser eliminados, y los que pueden ser vendidos o rematados. A continuación, se identifican los elementos o materiales obsoletos que están ocupando espacio en la empresa bajo estudio, tales como:
 - Máquina pulidora antigua, instalada en el salón donde actualmente se fabrican las baldosas.
 - Máquina cortadora de banco auxiliar, instalada en la galería y que prácticamente no tiene uso.
 - Productos obsoletos, almacenados en los racks y en el depósito que se encuentra junto al salón donde funciona la marmolería que se pretende trasladar. Estos son productos que ROKA comercializaba en otra época pero que actualmente no vende más.
 - Materiales que se fueron depositando en la nave donde se fabrican las baldosas, pero que no están involucrados en el flujo productivo de ninguna unidad de negocio.
- 2. ORDENAR (SEITON):** consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad. Se debe definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a la posición inicial. En esta instancia se deben marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y rutas fijas por donde pasar (personas, flujo de productos). Estas actividades se realizarán una vez que se hayan definido los puestos de trabajo en la nueva distribución de la planta.

3. LIMPIEZA E INSPECCIÓN (SEISO): significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos. Su aplicación implica: conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, herramientas), adecuarlos para su uso más eficiente y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. En esta fase lo que se intentará es dejar las cosas como “el primer día”.

Los áridos (arena y grava), materia prima para la producción de baldosas, están dispuestos en montículos. Se propone colocar los mismos en contenedores o bolsones que las contengan, dado que los montículos ocupan mucho espacio y generan mucha suciedad.



Imagen 5.28 – Contenedores metálicos. -



Imagen 5.29 – Bolsa contenedora. -

Información detallada de Big bag obra / áridos 85x85x90cm, para 1000 kg. Asas 40 cm.:

Big bags de rafia, color blanco, para cargar hasta 1000 kg de áridos.

Boca abierta y fondo plano.

Medidas externas: 85x85x90cm

Carga máxima (SWL): 1000 kg

Factor de seguridad (SF): 5:1

Tejido: 120 gr/m²

Volumen interno: 605 litros, aproximadamente.

Por las características de la empresa bajo estudio, se opta por la utilización de “big bags”, dado que su costo es muy bajo en comparación con los contenedores metálicos y cumplen con la finalidad, contener los áridos. Para la producción mensual planificada se requieren aproximadamente 500kg de arena y 250kg de grava, por lo que con dos bolsones de arena y uno de grava alcanza para producir durante cuatro meses. El resto del material sería almacenado a la intemperie, en el predio ESTE de la empresa, como se observa en la imagen

5.27. Las bolsas serían recargadas en este sitio y se trasladarían a la nave por medio del auto elevador, que las levantaría por sus asas especialmente diseñadas para soportar 1000kg de áridos.

4. ESTANDARIZAR (SEIKETSU): Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Dado que un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, se propone plasmar el orden logrado en un documento, papel, una fotografía o un dibujo, el cual debería colocarse a la vista y con acceso a todo el personal.
5. DISCIPLINA (SHITSUKE): se buscará convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada.

Los principios 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa, dado que afectan, decisivamente, en la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones.
- Desorden: pasillos ocupados, embalajes.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales.
- Falta de espacio en general.

En cuanto a la **iluminación** del salón, siguiendo lo que dice la norma, se recomienda lograr una intensidad de iluminación uniforme de 200 Lux como mínimo en toda la nave, para evitar sombras y contrastes. Además, se sugiere:

- Reemplazar 1/3 de las chapas actuales por chapas translucidas, para de este modo aprovechar al máximo la luz natural. En total se deberían cambiar 10 chapas, las cuales miden 12m de largo y 1m de ancho. El costo estas chapas es de 120\$/m y para instalarlas se requieren dos obreros del rubro de la construcción que se estima trabajarán durante 3 días (24hs). Dado que el costo de mano de obra es 90\$/hora, el costo total de la inversión será:

Mano de obra: 24hs x 90\$/hs = **\$2160**

Material: 10 chapas x 12m x 120\$/m = **\$14400**

Inversión total: \$2160 + \$ 14400 = **\$16560**

- Además, se podría actualizar con nuevos sistemas de iluminación, colocando luces LED, a modo de iluminar de forma más eficiente y económica. El costo de esta alternativa es bajo, dado que se deberían reemplazar 4 portalámparas, los cuales tienen un costo de \$50 cada uno; las luminarias a reemplazar también serían 4 las cuales pasarán de consumir 350W a 15W, con un costo por unidad de \$700. El costo total de la inversión será:

Material: 4 lámparas x 700\$/m = **\$2800**
Material: 4 portalámparas x 50\$/m = **\$200**

Inversión total: \$2800 + \$200 = **\$3000**

Por otro lado, relacionado con los **elementos de protección personal**, durante la realización de las tareas serán necesarios EPP como ser medios de protección ocular, guantes para protección de los miembros superiores, calzado de seguridad para la protección de miembros inferiores, equipos protectores del aparato respiratorio y elementos individuales de protección auditiva. Se sugiere brindar un uniforme de trabajo adecuado para prevenir el problema de irritación de la piel y accidentes laborales. Los trabajadores deberán disponer de lugares adecuados para la conservación de los EPP. No se deberían dejar sobre superficies contaminadas ni en posiciones en las que puedan recoger polvo en su interior. Es por este motivo que se colocarán casilleros con cerraduras personales para que cada operario pueda guardar sus elementos de protección.

En la zona de trabajo se deberá colocar señalización que alerte del peligro que supone para la salud de los trabajadores respirar polvo de sílice y se deberán colocar señales indicando la obligación de utilizar los equipos de protección individual, cuando sean necesarios, tal como se hace en las instalaciones actuales.

Los pisos deberían tener una inclinación gradual hacia zanjadas de drenaje para facilitar la retirada del polvo mediante canaletas, dado que las superficies se deberían limpiar mediante vía húmeda o por aspiración para que el polvo no se disperse (nunca por barrido o soplado), tal como se dispone en las instalaciones actuales.

Se instalarán los sistemas de canales y recolección de agua, no solo para que el puesto de trabajo sea limpio y prolijo sino para evitar que el operario pueda sufrir un accidente al trabajar sobre el agua que deriva de los procesos de corte y perforación. Se diseñará otra fosa séptica donde se separarán los sólidos del líquido, buscando recircular el agua que como se hacía anteriormente.

Se colocarán dos **extintores**, uno en cada acceso, dado que por reglamentación debe haber un extintor cada 200m². Estarán en lugares de fácil acceso y estarán señalizados. Los extintores serán del tipo ABC de 5kg, ya que estos son los adecuados a los materiales y equipos existentes en la planta.

Se transformará en una **salida de emergencia** el portón OESTE de la nave. Este tiene una ubicación ideal porque se encontrará en el medio de las dos unidades de negocio. Las puertas de emergencia estarán provistas de medios mecánicos de fácil apertura, con barras de pánico (también llamadas barras de choque), y abrirán siempre hacia afuera. Deberán permanecer libres de obstrucciones por objetos como mesas, cajas, macetas, entre otras cosas y sobre todo estarán libres de candados u otra clase de bloqueos que impidan su apertura. Además, las instalaciones deberán tener carteles con señales de salida que conduzcan a ella.

Layout interno de la nueva instalación

A continuación, se analizará el diseño de la nueva distribución de la nave, mediante el cual se buscó organizar los puestos de trabajo de modo que se faciliten los movimientos de los operarios, previendo un recorrido eficiente para la manipulación del material. Se intentó optimizar la disposición de las máquinas y los trayectos de los suministradores.

Como se analizó en el capítulo anterior, se buscó la reducción de los desperdicios por transporte interno de productos y movimientos innecesarios, lo que se ve plasmado en el diseño de la nueva distribución de la planta. Las máquinas y las líneas de producción se colocaron lo más cerca posible, de modo que los materiales fluyan directamente desde una estación de trabajo a la siguiente.

En primer lugar, se analiza el flujo de materiales de la unidad de negocio que se dedica a la fabricación de baldosas. Como se observa en la imagen 5.30, la producción de baldosas posee un flujo de materiales continuo en la nueva distribución. Se fija y delimita un espacio para colocar la grava y arena, ya que ahora esta materia prima se dispondrá en las bolsas contenedoras, las cuales ocuparán un espacio total de 2.5m de largo si se colocan contiguas, junto a la pared Este del salón. Se pintará en el suelo la superficie que se dispone para que se coloquen dichas bolsas, la cual será de 3m². A continuación de dicho espacio se colocará la hormigonera, donde se preparará la mezcla de materiales (1).

Próximo a la hormigonera se ubica la mesa en la cual se dispondrán los moldes y posteriormente se colocará la mezcla (2). De ahí los moldes pasarán a la vibradora (3) y posteriormente se colocan en las bandejas contenedoras (4). Se dejarán reposar durante dos días y luego se desmoldarán (5). Se propone desmoldar las baldosas en la galería que está anexa al salón donde se producirán, dado que como se mencionó anteriormente, pueden almacenarse al aire libre siempre y cuando no estén expuestas al sol. Se colocaría una puerta de doble hoja para conectar ambos espacios e integrar esta zona en el flujo productivo de la fabricación de baldosas. Así, una vez que las baldosas estén listas para ser desmoldadas, serán trasladadas en los carros contenedores hacia la galería. En el diseño de esta nueva entrada, se considerarán las medidas para que por la misma pueda ingresar el auto elevador.

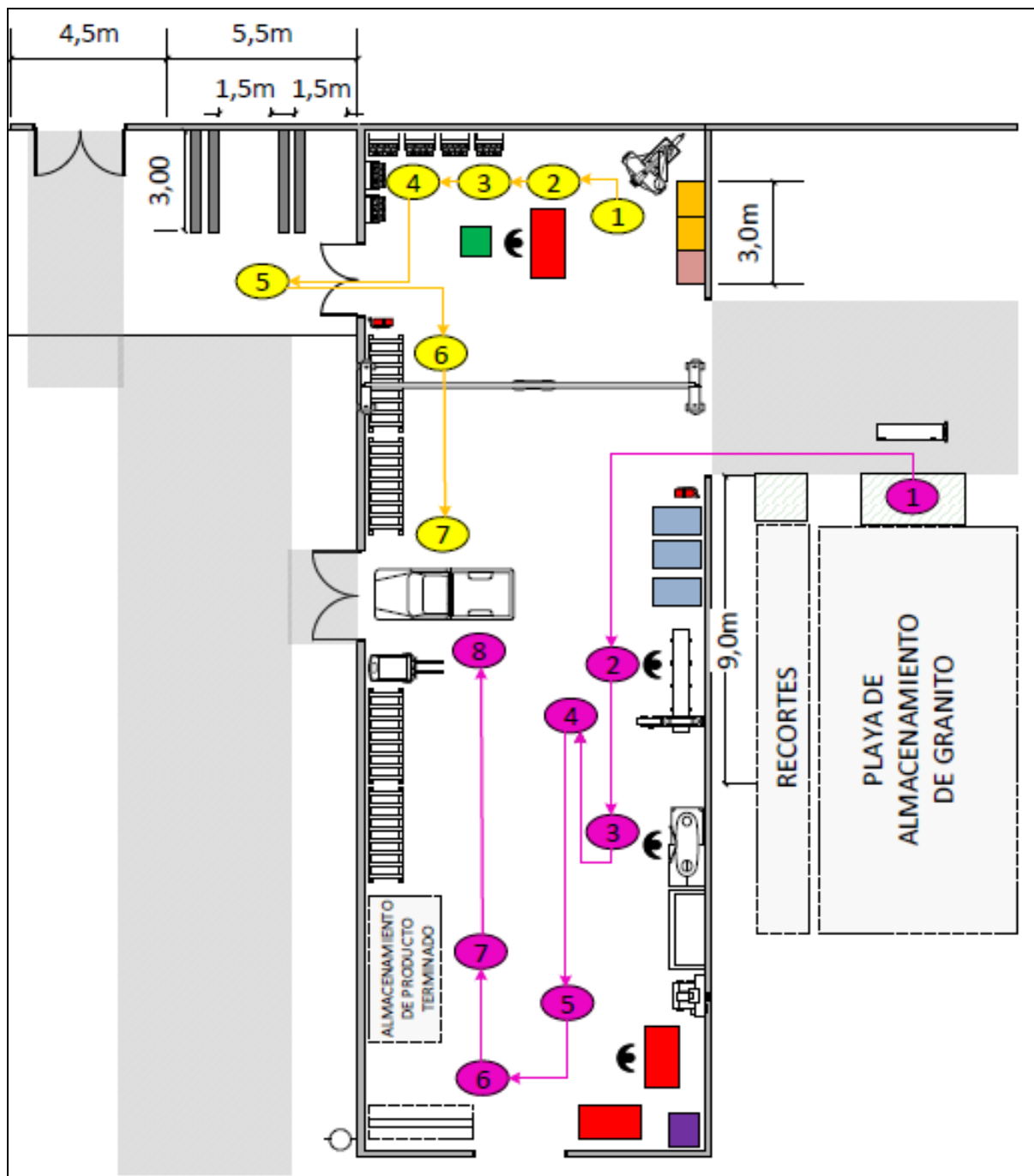
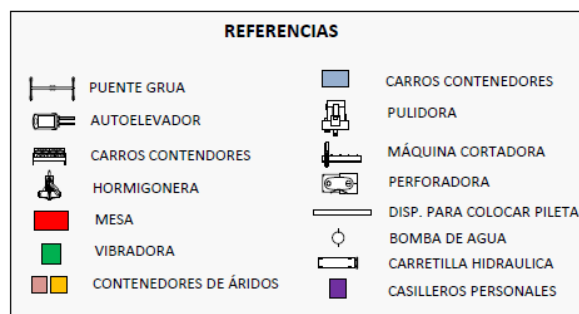


Imagen 5.30 – Flujo de materiales. -



La superficie que será destinada dentro de la galería para estibar las baldosas hasta que completen su fraguado es de 33m^2 (5,5m de largo por 6m de ancho). Considerando que se producirán mensualmente 720 baldosas (115.2m^2) para reponer el stock consumido, si las mismas se colocan combinando dos filas de 3m de largo, separadas por una distancia de 1,5m y con un alto de 2 filas, este espacio es más que suficiente.

Las estibas se realizarían colocando dos filas de cada modelo de baldosas contiguas, separadas de las otras dos filas por un espacio de 1.5m, logrando un acceso para la manipulación de las mismas fácil y seguro. La altura a la que llegan las estibas será de 2 filas (0.8m).

Luego de que se complete su fraguado, las baldosas se colocarán en pallets, los cuales se almacenarán en los racks que se encuentran dentro de la nave (6). La entrada deberá medir como mínimo tres metros para que el auto elevador pueda manipular las cargas cómodamente

Por otro lado, se realizó el diseño del flujo de materiales de la marmolería. Si bien la distribución de las máquinas se hizo como para trasladar la maquinaria actual, se consideró que el espacio donde se instalará la cortadora vigente sea suficiente para instalar la máquina cortadora que se pretende adquirir, la cual mide 2.5m ancho x 5m largo x 3m alto.

El espacio que se diseñó es de 9m de largo, y la maquinaria actual mide 3m, por lo que parte del espacio sobrante se dispuso para colocar los 3 carros contenedores que se utilizarán para que el operario coloque los recortes de los materiales que se puedan transformar en alguno de los productos alternativos que se mencionaron en unidades anteriores, separándolos por tipo de piedra. De este modo, cuando los operarios dispongan de tiempo ocioso, acercarán los carros hacia la máquina cortadora y procederán a la transformación de los recortes.

Dado que se planificó la recepción de materia prima por el ingreso 4, se trasladó la playa de almacenamiento de granitos a la zona Este de la nave. Los mármoles y Silestones pasan a almacenarse en sitio donde antes se colocaban los productos terminados de la marmolería. También se trasladó el sitio donde se colocan los recortes de material que pueden ser utilizados para realizar otros productos.

El flujo de materiales para iniciar el proceso productivo comienza en estos sitios (Imagen 5.30). Entonces, una vez que se selecciona el material que se va a utilizar (1) para realizar el producto solicitado, se traslada hasta la máquina cortadora (2) mediante el carro de inclinación horizontal (carretilla hidráulica). Aquí se procede a diseñar las disposiciones de la pieza con el programa CUTMASTER 2D y a realizar el plano en escala real. Luego, se realizan los cortes exteriores reduciendo el tamaño de la tabla de materia prima original. El material sobrante se coloca en el área de recortes, o bien, si las piezas sobrantes son pequeñas, se colocan en los carros contenedores descriptos anteriormente.

Esta pieza más pequeña y fácil de manipular, se traslada hacia las máquinas perforadoras y se procede a realizar las perforaciones internas (3). Luego, se coloca la pieza nuevamente en la máquina cortadora y se realizan los cortes internos (4). A continuación, se traslada el producto hacia las mesas (5) y se procede al pulido de los bordes indicados. En caso de que el producto sea una mesada, se le coloca la pileta por medio del dispositivo diseñado para tal fin (6). Una vez que el producto está listo, se coloca sobre caballetes en la zona de almacenamiento de productos terminados (7). Cuando el cliente los requiere, se realiza la entrega de los mismos y, en algunos casos, cuando se contrata el servicio, se realiza la colocación en obra.

Para integrar el funcionamiento de ambas unidades de negocio, dadas las características de los procesos, los operarios deberían ser polivalentes; todos habrían de dominar más de un proceso de forma que tengan la capacidad de trabajar en varios puestos, máquinas o técnicas distintas. La polivalencia permite al equipo tener un funcionamiento autónomo ya que las personas polivalentes no siempre se limitan a un puesto porque pueden ayudarse mutuamente, reemplazarse o cambiar de tarea. Para conseguir flexibilidad es preciso que el número de operarios se adapte a las necesidades reales de la demanda en cada momento. Desde el punto de vista del operario, esto significa que puede ver alterada su asignación de tareas incrementándose o disminuyéndose el número de actividades a realizar o, simplemente, modificándose el orden o el contenido de las mismas.

Por otro lado, se le recomienda a la organización asignar un encargado de planta, con una tasa de polivalencia del 100%, al que corresponda garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción en cuanto a calidad y rendimiento. El encargado debe estar en un estado permanente de observación crítica del desarrollo de la producción. Debe supervisar y coordinar a todos sus subordinados y tomar las decisiones oportunas acorde con el interés de la estrategia de la empresa. El encargado, además, tendrá una amplia autonomía de decisión con respecto a las sugerencias de mejora que provengan de los operarios. Los japoneses atribuyen al encargado el papel de responsable de la eliminación de las tres “M”: Muri-mudamura, es decir, operaciones no ergonómicas o sobrecarga del trabajo (muri), despilfarros (muda) y operaciones irregulares (mura).

VI CONCLUSION

Finalizado este proyecto surgen múltiples reflexiones que merecen ser comentadas en esta instancia. Primero y principal es necesario destacar que se han cumplido de manera concreta todos los objetivos planteados en una primera instancia. En los apartados iniciales se definió como uno de los objetivos generales de este trabajo reducir la cantidad de desperdicio de materia prima proveniente del proceso de corte de la marmolería. Con las acciones llevadas a cabo se cumple con este objetivo de manera satisfactoria ya que, si bien aún no se llevaron a la práctica, el autor de este proyecto se ha basado en el análisis de los beneficios y costos asociados a estas soluciones para utilizarlo como un indicador sobre la eficacia de las recomendaciones brindadas.

Además, se analizó la planificación de la compra de materia prima, cumpliendo con el objetivo de obtener una cantidad óptima de pedido, reduciendo al mínimo el costo de almacenamiento anual y el costo de realizar un pedido, es decir, reduciendo el costo anual total.

Otro de los objetivos generales que se planteó inicialmente fue integrar en un mismo espacio físico las unidades de negocio marmolería y fábrica de baldosas. Con el diseño de la nueva distribución, donde se combinaron ambas unidades de negocio, se logró la optimización de la utilización del espacio físico, logrando integrar los equipos de trabajo, facilitando la supervisión de los mismos y optimizando el control sobre los procesos productivos.

Cabe destacar que se cumplió el objetivo particular del autor, de realizar un aporte individual que contribuye al desarrollo y crecimiento de la empresa bajo estudio, mediante la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos en las distintas materias a lo largo de la carrera. Estos conceptos le han brindado al autor, entre otras cosas, una visión integral sobre la gestión de los desperdicios dentro de una industria y, además, le han brindado herramientas para enfrentar nuevos desafíos en cualquier tipo de organización.

VII BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN, Fernando (2015). *Gestión de Stock y Almacenes. Su impacto sobre el Capital Circulante y la Rentabilidad*. Córdoba, Argentina.
- ARRIGONI, Raúl (2012). *5S + 4S: Mejor herramienta de calidad*. Córdoba, Argentina.
- CHIAVENTADO, Idalberto (1998). *Administración de Recursos Humanos*. Colombia. McGRAW HILL.
- FACULTAD DE ARQUITECTURA, PLANEAMIENTO Y DISEÑO (2008). *Mármoles y granitos. Técnicas de diseño y ejecución*. Argentina, Rosario.
- HERNANDEZ MATÍAS, Juan Carlos (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid.
- RODRIGUEZ, Justo (1999). *Seguridad e Higiene Industrial y ambiental*. Argentina, Córdoba. Editorial Científica Universitaria.
- RONALD H. Ballou (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Quinta edición. México.
- SAPAG CHAIN, Nassir (2007). *Preparación y evaluación de proyectos*. Quinta edición. México.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA (2012). *Estudio de la Cadena Productiva del Mármol*. México, Distrito Federal.
- Apuntes de la cátedra: Costos Industriales, FCEFYN, UNC (2012). Córdoba Argentina.
- Apuntes de la cátedra: Procesos de Manufactura I, FCEFYN, UNC (2013). Córdoba Argentina.
- Apuntes de la cátedra: Procesos de Manufactura II, FCEFYN, UNC (2014). Córdoba Argentina.
- Apuntes de la cátedra: Planificación y Control de la Producción, FCEFYN, UNC (2014). Córdoba Argentina.
- Apuntes de la cátedra: Formulación y Evaluación de Proyectos Industriales, FCEFYN, UNC (2014). Córdoba, Argentina.