

2009



# [MÉTODOS DE INSTALACIÓN DE GRANITO Y MÁRMOL EN INTERIORES Y FACHADAS DE EDIFICIOS]

Presentado por:

Víctor Estuardo Guerra López

Para optar al título de

**ARQUITECTO**

ante el consejo de la facultad de Arquitectura de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala



arquitectura

Guatemala Noviembre, 2009.

**Junta Directiva  
De la Facultad de Arquitectura.**

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo	<b>Decano.</b>
Arq. Sergio Mohamed Estrada Ruiz	<b>Vocal I.</b>
Arq. Efrain de Jesus Amaya Caravantes	<b>Vocal II.</b>
Arq. Carlos Enrique Martini Herrera	<b>Vocal III.</b>
Br. Carlos Alberto Mancilla Estrada	<b>Vocal IV.</b>
Secretaria Liliam Rosana Santizo Alva	<b>Vocal V.</b>
Arq. Alejandro Muñoz Calderon	<b>Secretario.</b>

**Tribunal Examinador**

**Examinador** Arq. Jorge Lopez Medina.

**Examinador** Arq. Lionel Bojorquez.

**Asesor.**

Arq. Julio Roberto Tortola.

**Sustentante.**

Victor Esturdo Guerra Lopez.

**Guatemala, Noviembre 2009.**

# **ACTO QUE DEDICO.**

## **A Dios**

Por ser el que ilumina, guía mis pasos y me bendice en cada momento de mi vida.

## **A mi familia.**

Por todo su apoyo, sacrificio y confianza depositada en mi y haberme formado con valores solidos y perseverantes. Por eso este triunfo se los dedico.

## **A mis amigos y compañeros de Trabajo.**

Por estar compartiendo la mayor parte del tiempo conmigo.

## **A mis padrinos**

Por estar compartiendo este momento tan especial.

Agradecimientos.

## **A mi asesor y consultores.**

Por el tiempo invertido, apoyo y colaboración para realizar el presente trabajo.



**Métodos de instalación de  
Granito y Mármol en  
interiores y fachadas de  
Edificios.**

**INTRODUCCIÓN** 2

**Capítulo 1.**

**Planteamiento y  
Metodología.** 3

**1. Planteamiento del problema.** 4

1.1.1 Definición. 4

1.1.2 Planteamiento. 5

**1.2. Antecedentes.** 6

**1.3. Justificación.** 7

**1.4. Objetivos.** 8

1.4.1 Generales. 8

1.4.2 Específicos de la  
Investigación. 8

1.4.3 Específicos del Proyecto. 8

**1.5. Proceso de Investigación.** 9

**1.6. Métodos e Instrumentos.** 9

1.6.1 Por observación. 9

1.6.2 Documental. 9

1.6.3 Descriptiva. 9

**1.7. Delimitación del tema.** 10

1.7.1 Delimitación  
Conceptual. 10

1.7.2 Delimitación  
Temporal. 10

1.7.3 Alcance del  
Desarrollo del Tema. 11

**1.8. Metodología.** 11

**1.9. Alcances y Límites.** 12

1.9.1 Alcances. 12

1.9.2 Límites. 12

**Capítulo 2.**

**Fundamentación**

**Teórica.** 13

**2.1. Canteras.** 14

2.1.1 Definición de Canteras. 15

2.1.2 Historia de canteras en  
Guatemala. 15

2.1.3 Ubicación de canteras  
En el Mundo. 16

2.1.4 Generalidades. 27

**2.2. Mármol.** 28

2.2.1 Historia y Definición. 28

a. Historia. 28



b. Definición.	30	2.3.2 Tipos de Granito.	53
c. Origen.	31		
2.2.2 Tipos de Mármol.	32	2.3.3 Características	
a. Blancos.	32	Generales.	54
b. Color.	32	a. Naturaleza	
c. Amarillos.	33	del producto.	54
d. Rojos.	34	b. Generalidades	
e. Negros.	34	del Proceso.	55
f. Verdes.	35	c. Usos y aplicaciones.	55
2.2.3 Características		2.3.4. Granitos Nacionales	
Generales.	35	E Importados.	55
a. Naturaleza del		2.3.5 Especificaciones	55
Producto.	35	Técnicas de algunos granitos	55
b. Definición de la industria		2.3.6. Distribución general de	
Del laminado		Granito y Mármol	
Del mármol.	37	En Guatemala.	55
c. Generalidades del			
Proceso.	38	<b>Capítulo 3.</b>	
d. Usos y Aplicaciones.	38	<b>Marco contextual.</b>	56
2.2.4. Mármoles Nacionales.	42	<b>3.1. Fuentes de trabajo</b>	
2.2.5. Mármoles Importados.	43	3.1.1. Personal en canteras.	57
<b>2.3. Granito.</b>	50	3.1.2. Personal en Plantas.	62
2.3.1 Historia, Origen y		3.1.3. Personal en Salas	
Definición.	50	de Ventas.	63
a. Historia.	51	3.2. Beneficios al utilizar	
b. Origen.	51	mármol y Granito.	64
		3.2.1. Limpieza y	
		mantenimiento.	65



3.2.2. Ventajas en uso de Edificios.	67
3.2.3. Tendencias a detalles Arquitectónicos.	69
3.2.4. Algunos edificios de la ciudad de Guatemala con fachadas de granito y mármol.	70
3.3. Proceso de Industrialización.	73
3.3.1. Sistemas de extracción y métodos de corte, utilizando maquinaria.	75
3.3.2. Maquinaria y herramientas varias.	78
3.4. Términos de Salud.	78
3.4.1. Protección personal por manejo de material.	79
3.4.2. Seguridad personal por instalación.	80

**Capítulo 4.**

4.1. Utilización de mármol y granito en esculturas y en edificios de Guatemala	83
4.2 Estilos predominantes del Cementerio General.	83
4.3 Escultores y Marmolistas	85
4.2. Fotografías y detalles del Cementerio General.	86

**Capítulo 5.**

<b>Cartilla de Instalación.</b>	<b>87</b>
<b>Conclusiones.</b>	<b>116</b>
<b>Recomendaciones.</b>	<b>116</b>
<b>Anexos.</b>	<b>117</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>118</b>



## **Introducción.**

El tema se escogió debido a la importancia que representa para los Arquitectos y/o estudiantes de Arquitectura el conocer un poco sobre el mármol y el granito. Los procedimientos y recomendaciones presentadas en lo descrito como Cartilla tienen como finalidad principal unificar criterios de instalación y el manejo de estos materiales.

A través de la información mencionada en el proceso de la investigación y lo detallado en las características de los materiales se puede mencionar lo importante que es el desarrollo de los mismos y la belleza que se logra con su utilización tanto en interiores, edificios y en otros renglones de la construcción.

Al conocer más de cómo poder trabajar con ellos podemos obtener mejores resultados utilizando las formas correctas de instalación, así también mayor podrá ser la demanda de estos materiales en el mercado y mayor también la necesidad de contratación de instaladores calificados para el desarrollo de las obras de buena y vistosa calidad.

Es increíble la forma en que se transforman estos materiales, los cuales siendo naturales, aplicando buenas técnicas, logramos trabajos de mucha calidad.



Capítulo 1.  
Planteamiento y Metodología.



## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Definición**

Dada la calidad y cantidad del mármol y granito existente, el Mármol en las canteras de Guatemala, su producción podría llegar a ser una de las más importantes, abasteciendo no sólo el mercado interno, sino también el externo, ya que actualmente no se han aprovechado adecuadamente.

Existen muchos detalles especiales para instalar, tanto del manejo de los materiales, procesos de producción dentro y fuera de una planta de trabajo o producción, máximo que estos son piedras naturales, las cuales necesitan mucho cuidado en su forma de manejar y/o maniobrar y posteriormente instalar.

Durante la larga historia de la construcción de edificios ha habido una sustitución constante de materiales industriales, por la utilización de materiales naturales como por ejemplo la piedra o piedras naturales; pues como se menciona el Mármol es una piedra caliza metamórfica de textura compacta y cristalina, y el granito es una roca ígnea, muy compacta, de textura cristalina.

La industria de la producción es un sector productivo que incluye desde la realización de grandes obras hasta la edificación de viviendas, existiendo demanda por el uso de estos materiales, por ser elegantes y vistosos.



### **1.1.2. Planteamiento**

En Guatemala existen edificios, los cuales están trabajados con Granito y Mármol, podemos observarlos con detalles como fachadas completas, forros en columnas, interiores en pisos, esculturas mostradores, tops, etc.



Iglesia mormona en “San Salvador, El salvador” obtenida de una página de Internet. En su fachada esta forrada de mármol Blanco.



Vestíbulo Hotel Camino Real, muestra forros en piso de mármol crema marfil.

Ciudad de Guatemala.



No hay mucha documentación para que profesionales dedicados a Arquitectura, conozcan detalles de cómo ampliar conocimientos de los mismos.

## **1.2 Antecedentes**



“Mármol, es el nombre con el que se conocen las rocas extraídas de la cantera utilizadas para la ornamentación y construcción de edificios, mucho en recubrimiento de paredes, mostradores, muebles de cocina, muebles de oficina, monumentos, pisos, artesanías y un sinnúmero de productos que dan elegancia, belleza y distinción, cualidades que le

han valido para ser muy apreciado desde tiempos inmemoriales como en la antigua Roma y Grecia, hasta nuestros días”.

**Gúzman, Amilcar. Junio 2003.pp: 12. Implementación del costo estándar de producción en la industria del laminado del Mármol. Ingeniería. USAC.**

Se le llama granito a las piedras pequeñas de diferentes diámetros, al triturar y clasificar las piedras de mármol.

“En diez departamentos de la República de Guatemala se tiene confirmada la existencia de mármol, y especialmente en el departamento de Zacapa, en los municipios de Gualán, Río Hondo y Teculután, se encuentra gran variedad de colores, grandes cantidades y la mejor calidad.”

**Reyes Muñoz, María del Rosario.1999.pp:3.**



“El granito de mármol se obtiene por medio del proceso de trituración del desperdicio que se obtiene en las canteras de mármol, ya que al extraer los bloques de este quedan sobrantes y/o cuando se cortan los peñascos al aprovechar una falla de la roca, también se obtienen sobrantes, aunque uno de los objetivos de estos cortes o extracciones de mármol es sacar el menor desperdicio posible, siempre hay suficiente que es utilizado como materia prima para el proceso de trituración de mármol”.

**Reyes Muñoz. Proceso de trituración de mármol.pp:5.**

Los dibujos y diseños de la superficie expuesta de los mármoles y granitos son un capricho de la naturaleza, en algunas ocasiones retocados por el hombre y no corresponden a ningún patrón fijo, por lo que una buena selección del orden y dirección de montaje de las piezas puede marcar la diferencia entre un trabajo mediocre y uno muy vistoso. Es muy buena práctica, exponer el material a instalar y buscar combinaciones de ellas hasta lograr el patrón de montaje más vistoso.

### **1.3 Justificación**

La investigación reviste especial interés pues como se puede observar, la tecnología en Guatemala avanza cada vez mas y se proyecta al campo de trabajo con el objeto de disminuir, en lo posible, la realización de proyectos sin la adecuada orientación. Además considero que constituye un sencillo pero importante aporte como elemento básico en el desarrollo integral del país. Formas de utilización del material, sistemas de anclajes, características del comportamiento del mismo, temperaturas, optimización del material y muchos detalles importantes aun desconocidos por profesionales en el medio, serán detallados en parte para ampliar los conocimientos de estos.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Generales**

Conocer las técnicas de instalación en Guatemala, de materiales como GRANITO Y MÁRMOLES (nacional e importados)

Determinar las implicaciones en la rama de la construcción, como insumidora de materias primas y productos manufacturados del país.

### **1.4.2 Objetivos Específicos de la investigación**

Crear un documento que actualice, amplíe conocimientos y plantee propuestas para conocer en el ámbito las distintas formas, estilos y tipos, también aplicaciones del granito y mármol en el medio utilizando eficientemente el material.

Conocer el crecimiento que han tenido estos materiales y su influencia en el desarrollo de la construcción.

Proponer mejoras al sistema de instalación ya analizada a través del uso de los conocimientos de la arquitectura.

Dar a conocer procesos y suministros adecuados para el buen mantenimiento de los materiales.

Existen otros elementos que resultan esenciales para el desarrollo, tales como: una fuerza de trabajo calificada, una estructura administrativa eficiente, una planificación realista y una política económica bien concebida.

### **1.4.3 Objetivos Específicos del proyecto (cartilla)**

Impulsar el desarrollo de proyectos al conocer su instalación, pues podrá el arquitecto especificar dichos detalles al utilizar dicho material, con el debido conocimiento de sistemas y métodos de instalación, basándose en la adecuada



utilización de herramientas, materiales, transporte, etc. Ilustrando en forma ordenada como funcionan ciertas características de los mismos.

## **1.5 Proceso de investigación**

Describir el comportamiento en la actualidad de los materiales, explicar de los beneficios que se pueden obtener, para lograr identificar la belleza y resultados correctos al utilizarlos.

Recopilar, describir y analizar información acerca de cómo trabajar con ellos, creando ambientes y trabajos diferentes en algunas propuestas arquitectónicamente hablando.

Se utilizaron distintas clases de documentos, textos, periódicos, informes, entrevistas, etc. Para obtener la información necesaria.

## **1.6 Métodos e instrumentos**

### **1.6.1 Por observación**

Brindarán información sobre el estado actual de la industria del granito y mármol en Guatemala, así como en la infraestructura existente.

### **1.6.2 Documental**

**Entrevistas:** informarán sobre el manejo de la instalación, problemática con la que cuenta y las posibles soluciones.

**Mapas:** ubicarán y determinarán parte del área de estudio, específicamente localización de canteras en el país, áreas de influencia, accesos entre otros.

**Documentos:** proporcionaran datos sobre factibilidad de proyectos, desarrollos, arquitectura y otros.



### **1.6.3 Descriptiva**

**Fotografías:** presentaran una panorámica real como referencia gráfica del entorno del proyecto, edificios en Guatemala que actualmente presentan mármol y granito en su construcción, interior, acabado, formas actuales en su instalación.

## **1.7 Delimitación del tema .**

El presente estudio estará enfocado para dirigirse a los profesionales de la construcción, realizando un estudio pionero sobre la utilización de estos materiales. Dada la calidad y cantidad de mármol existente en el país, su producción podría ser una de las más importantes, aprovechando adecuadamente las oportunidades que ofrecen al ser utilizados. Es de hacer notar que es el primero que se realiza a una escala representativa e ilustrativa para detallar varios aspectos aun desconocidos en los procesos que tienen relación en arquitectura con Granito y Mármol.

### **1.7.1 Delimitación conceptual**

El granito y mármol son materiales con muchos atractivos y tienen propiedades como ningún otro material natural utilizado para construir o decorar, por ejemplo además de utilizarlo como fachadas se pueden trabajar en interiores como chimeneas, estatuas, bloques de piso, columnas, baños, fuentes adornos en general, etc.

### **1.7.2 Delimitación temporal**

El desarrollo de la investigación consta de un análisis e investigación de los orígenes de dichos materiales, haciendo una reseña histórica, también de cómo en la actualidad se trabaja con estos para desarrollo de grandes proyectos y de cómo la tecnología ha avanzado haciendo necesario el



conocimiento de ciertas propiedades tanto en su producción e instalación así también de ciertas combinaciones.

### **1.7.3 Alcance del desarrollo del tema**

Conocer conceptual y gráficamente formas de instalación, con el uso adecuado de granito y mármol.

## **1.8 Metodología**

El método utilizado, parte de formar un modelo teórico que va de lo general a lo particular.

Se inicia con el desarrollo de la parte conceptual en donde se conocen característica, detalles y conceptos relacionados con estos materiales.

Seguidamente se tiene un análisis de ciertas normas y comportamientos de material a someterse procesos y técnicas de uso en su instalación dentro de varias formas en arquitectura. Los datos de la investigación se realizaran apoyándose en herramientas de consultas que existan tanto en empresas que tengan experiencia al utilizar estos en edificios e interiores.

Se elaborarán estudios mostrando ventajas y desventajas al ser utilizados estos materiales.

Se concluirá con las sugerencias y datos necesarios para el mejor aprovechamiento de los mismos en varios aspectos, tanto de usos como de instalación de dichos materiales.

## **1.9 Alcances y límites**

### **1.9.1 Alcances**

- Conocer el crecimiento histórico de la rama y su influencia en el desarrollo de la construcción.
- Examinar la importancia de esta industria dentro de la economía en general.



- conocer con más detalles el proceso de instalación de Mármol y Granito.

**1.9.2 Límites** Elaborar la propuesta del proyecto que en este caso será una cartilla que describa a detalle la instalación de Mármol y Granito.



## Capítulo 2. Fundamentación Teórica.



## **2.1 Canteras**

### **2.1.1 Definición de Canteras.**

**A.** Se da el nombre de Cantera a la formación geológica de la cual se extrae piedra para la construcción o indirectamente para la obtención de aglomerantes destinados a ella.

Antes de iniciar la explotación de una cantera hay que asegurarse no sólo de la bondad del material y de su futura aceptación en el mercado, sino también de que el volumen existente permita su explotación a pleno rendimiento durante años. Según las características de la cantera y de su posición respecto al nivel exterior, su explotación será a cielo abierto o subterráneo. La finalidad que deba darse a la piedra extraída determinará los medios a emplear: si su objeto es la obtención de áridos, el arranque no requerirá especiales cuidados en cuanto el tamaño y forma de las rocas obtenidas; en esta clase de explotaciones una parte del material se emplea, en fragmentos más o menos regulares, para sillarejo o mampostería, y el resto se tritura en la misma cantera. Si el fin de la cantera es obtener piedra para la construcción, la explotación debe ser más cuidadosa, dado que se han de obtener bloques regulares y con el menor desperdicio posible, en este caso los explosivos se emplean en menor escala que en el caso de la obtención de áridos. El arranque puede realizarse por varios sistemas, algunos ya utilizados desde la antigüedad, o con medios mecánicos, que varían según la naturaleza del material tratado. **Biblioteca Atrium de la Construcción. pp:19.**



**B.** Sitio donde se saca o extrae piedra, son los lugares donde se explora y explota el Mármol. Reyes Muños, María del Rosario. Proceso de trituración de mármol. Tesis. Pp.IV.

### **2.1.2. Historia de canteras en Guatemala.**

La explotación del mármol es una actividad que probablemente fue practicada por nuestros antepasados en forma rudimentaria.

Por informes recabados se cree que en la época colonial, se usó el mármol como material de construcción y principalmente para el tallado de esculturas y lápidas para cementerios. El mármol utilizado en esa época era importado, debido a que en Guatemala no se habían descubierto yacimientos de este material, posteriormente se iniciaron estudios de reconocimiento a fin de investigar la presencia de mármol en la República, como consecuencia de los múltiples usos de este material tiene en la construcción y ornamentación.



Arriba: Lapida de Mármol.

Izquierda: Escultura de mármol del Cementerio General de Guatemala.  
Fotografía Propia.



Según los registros de la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, en la República de Guatemala la explotación de yacimientos de mármol, se inició entre los años de 1945 a 1950, época en que se presentaron una serie de denuncias sobre diversas zonas.

Las características del grano de los mármoles encontrados, manifestaron ser finamente compactos, típico de los mármoles sacaroideas; todos aquéllos se pulen y toman un hermoso brillo.

A partir de 1959 se inició la explotación del mármol sin utilizar la maquinaria, equipos y técnicas adecuadas.

### **2.1.3. Ubicación de canteras en el mundo.**

#### **“Italia.**

Llamada “patria del Mármol”, es el país de mayor producción y el más avanzado técnicamente en medios mecánicos de extracción y labra, ya que casi todos los sistemas empleados actualmente en todo el mundo han tenido su origen en Italia, hasta el punto que la evolución allí adquirida constituye de hecho la historia del mármol.

A este desarrollo, casi natural en un país en el que el mármol es una de sus riquezas naturales, ha contribuido enormemente el experimentado también por la industria constructora de maquinaria y utensilios que han alcanzado un alto grado de perfección, facilitando la más amplia utilización del mármol en edificación, incluso en la clase más popular.

La producción italiana alcanzó en 1971, 847,700 toneladas de mármol blanco y 1,152, 800 toneladas de mármol de color que, además de satisfacer su demanda interior, abastece el mercado mundial, pues son objeto de exportación a todos los países.



Los yacimientos Piamontesa produce el conocido “Verde Alpi” (verde oscuro y claro con vetas blancas cristalinas).

En Liguria, cerca de la localidad de Foneo, es extrae el “Verde Polcevere”.

La zona de los Alpes Apuanos, en Toscana, es una formación enteramente caliza en la que se encuentra, el sector Carrara-Massa, y en número muy elevado, las canteras del mármol más famoso del mundo, el “Blanco Carrara”. Que se presenta en varias cualidades; la primera o Bianco Puro, que se reserva exclusivamente para escultura y obras de gran precio; la segunda, Bianco Unito, carbonato de calcio casi puro (98 %), que es la de mas intenso consumo; la tercera o Bianco Venato, que con la anterior son las dos de mayor éxito comercial; y finalmente la cuarta , o Bianco Brouillé, destinados a mercados menos exigentes.

En la Versiglia se encuentra también el “Bianco Porcellana”, con ligeras tonalidades de azul.

### **España.**

La zona comprende una ancha faja que se extiende desde la costa Catalana hasta los Montes Ibéricos, desde Teruel a Burgos, las montañas valencianas, las serranías de Cuenca y Alcarría y las montañas sub-béticas desde el cabo de San Antonio en el Mediterráneo hasta el Trefalgar en el Atlántico.

Por el Norte corre otra faja, que desde el Norte de la región catalana va estrechándose hasta las costas cantábricas.

Casi la totalidad de de los yacimientos de mármol en España están en esta zona, especialmente en las regiones de Levante y Norte España, que son las zonas típicamente productoras.



## **Francia.**

Es buena productora de mármoles. Los mármoles son casi todos de color, aunque existen también algunas canteras de color blanco, particularmente en la Saboya y también en Iserre y Echaillon. Estos mármoles blancos no se pueden comparar con los italianos, excepto los estatuarios de Saint Beat en los Pirineos, y el de Saint Maurice en la isla Corcega.

En Francia abundan los yacimientos muy especialmente en las cadenas montañosas de los Pirineos y de los Alpes, en diversas tonalidades de color, como: rojos, cremas, verdes y negros.

Los mármoles franceses, además del consumo interior abastecen una discreta exportación hacia Bélgica, y más modesta a Gran Bretaña y América. Por otra parte, Francia importa bastante mármol italiano.

La industria está atendida con maquinaria moderna, casi totalmente nacional, de la que también exporta a otros países.

## **Bélgica.**

Posee numerosas canteras de mármol y de otras piedras de tipo marmóreo, de las cuales, casi una cuarta parte, son de explotación subterránea.

Los mármoles belgas pueden dividirse en tres grandes grupos: mármoles rojos, mármoles negros y "Pequeños Granitos". No existen mármoles blancos en todo el país.

La mayor parte de las canteras están situadas a poca distancia de los bancos carboníferos, a lo largo de la frontera francesa, lo que explica la gran cantidad de mármoles negros o con pigmentación de naturaleza carbonosa que existen en Bélgica.



Los mármoles rojos son llamados generalmente Rojos Belgas o Rojos Flandes.

Los negros son asimismo conocidos, en forma general, como Negros Belgas.

Además de esta producción nacional, con la que realiza una importante exportación, Bélgica consume también mármoles extranjeros, principalmente de Italia, Francia, Alemania y Grecia.

La industria MÁRMOLÍfera belga a pesar de tener un desarrollo moderado, está instalada con maquinaria de la más reciente tecnología.

### **Alemania.**

Alemania, posee diversos tipos de mármol, casi exclusivamente de color, con una industria considerablemente desarrollada. Los mármoles alemanes suelen clasificarse según su región de procedencia: así se tienen los mármoles de Baviera, Wurtemberg, Nasau, Wesfalia, Renania, Turingia y Silesia.

La producción alemana, que había sido bastante reducida, tuvo un gran incremento, durante los años 1937 a 1939, coincidiendo con un período de construcciones monumentales, para llegar a desaparecer prácticamente durante la última década.

Alemania exporta pocos mármoles al exterior y en cambio, los importa en cantidad de otros países, principalmente de Italia, Francia y también en pequeña escala de España.



## **Grecia.**

Son famosos sus mármoles antiguos. Grecia tiene una gloriosa tradición en la producción y elaboración de mármol pero hoy son pocas las canteras en actividad.

Las principales excavaciones actuales se encuentran en el Pentelico, donde se extrae mármol blanco estatuario y blanco veteados y grises.

Grecia exporta mármoles a América, Bélgica, y Alemania y, a su vez, los importa de Italia.

## **Inglaterra.**

Tiene una producción de mármoles bastante limitada. En Devonshire se produce el mármol rojo "Red Ogvell", similar a los rojos belgas, y el "Devon Ashburton", de fondo castaño negruzco con vetas rojas.

## **Portugal.**

Son muy notables los mármoles "Rosa Aurora", "Blanco Rosa" y "Blanco Crema", muy puros y que son objeto de exportación.

## **Irlanda.**

En Kilkenny se extrae el "Shelby Black", negro con manchas grises; y en Galway, el "Verde Connemara". Existen algunas otras canteras, pero son poco explotadas.

## **Suiza.**

Tiene una industria muy modesta y limitada a mármoles de color. En el cantón de Vaud se extrae un mármol negro con vetas blancas, y en el de Ticino, el mármol rojo Arzo.



## **URRS.**

Las principales canteras de mármol están en la República de Carelia, cerca de Leningrado, y en Charkoff, en Ucrania.

Es Estonia, cerca de Reval, se extrae el “ Wassalem” de color gris cristalino, y el “Reval”, de aspecto de porcelana. Cerca de Moscú, el “Koloma”, amarillo de grano fino.

En Rudiansk están los yacimientos de “ Malaquita de Perm”, considerados como los mas importantes del mundo.

## **Polonia.**

La industria tiene poca importancia. Existen canteras en Galitzia, de mármoles negros, grises y rosados.

## **Rumania.**

Se extraen mármoles de color amarillos y verdes en Dobrugia, y blancos muy veteados en Transilvania.

## **Hungría:**

Produce mármoles rojos en Piszke, verde crema en Siklos, en Sütto, el mármol rojo del mismo nombre.

## **Asia.**

## **China.**

Posee bastantes mármoles, aunque, en general no de gran calidad. La industria estaba poco desarrollada, pero en la actualidad es una industria diferente con bastante producción y mercado.

## **Japón.**

Posee pocos yacimientos; la industria se concentra casi exclusivamente en la ciudad de Gifú.



### **India.**

Tiene una buena producción de mármoles, entre los que se destacan el “Blanco Ceylán” y el “Blanco Mondalay”, ambos de grano muy grueso.

Los principales yacimientos están en la parte central del país; el Sabalgarh, de color rojo en Nel Gwailor; mármoles verdes en Baroda, y de varios valores en Punjab y Gora.

### **África.**

#### **Marruecos.**

La industria esta poco desarrollada. Hay mármoles rojos en Jquem y negros y grises veteados de negro en Qued.

#### **Argelia.**

Mármoles amarillos cerca de Constantina.

#### **Túnez.**

La producción de mármoles es mínima; hay alguna cantera de mármol de color en Tebourbo Mayons.

### **Oceanía.**

#### **Australia.**

Los yacimientos australianos se encuentran casi en su totalidad en la parte sur del continente, en los estados de Australia Meridional, Nueva Gales del Sur y Victoria.

En Nueva Gales del Sur existen yacimientos de mármoles grises. En Adelong, Caluela, Havilah y Yass se encuentran mármoles blancos veteados, y en Bumbaldry, Buchervo, Portland y Warialda, mármoles amarillos y rosados.



El estado de Victoria produce un mármol de fondo rojo y manchas blancas de extraordinario pulimento. En Gippsland, mármoles y brechas grises.

### **Nueva Zelanda.**

Se extrae en Caswell Sound Otago, un mármol cristalino de color gris veteadado.

### **América.**

#### **Estados Unidos.**

Su subsuelo es rico en yacimientos de mármol y la industria está muy desarrollada empleando modernos medios, tanto en la excavación como en la elaboración.

El trabajo en las canteras americanas, tal vez debido al consto de la mano de obra, se realiza sólo por medios mecánicos, no existiendo prácticamente la tradicional operación de recuadrar los bloques. Los mármoles son extraídos por máquinas cortadoras de vario tipos, que los cortan en la propia cantera a la medida deseada.

Los principales yacimientos están en el Este del país, en la cordillera de los montes Apalaches, que se extienden desde Vermont hasta Alabama.

En el estado de Vermont es donde la excavación es mas intensiva produciendo diversas variedades de mármol muy duro, algunos con el 98.99% de carbonato cálcico.

Desde Massachusetts hasta Carolina del Norte, abarcando los estados de Connecticut, Nueva Jersey, Georgia, y Virginia, se extienden numerosas canteras de mármoles blancos, negros y de color.



La cordillera de las Montañas Rocosas es también rica en yacimientos. Los más importantes son los de California, blancos de grano fino, gris y pardo.

Norteamérica importa de Europa y de otros países americanos grandes cantidades de mármol en colores y calidades, principalmente de Italia, y también de Francia, Alemania, Bélgica y España.

### **Canadá.**

La industria tiene un desarrollo bastante considerable. El más conocido es el “Labrador”, que se extrae en la isla de Sain Paul, en la península del Labrador, de color verde con reflejos nacarados.

### **México.**

Se explotan canteras de mármol entre los que destacan el Negro de México, Rosa Durango, y Rosa Parejo de Palpeaca.

### **Brasil.**

La industria está localizada en las ciudades de Río y Sao Paulo. Se explota mármol blanco en Parana y en Rio.

### **Argentina.**

En la provincia de Córdoba se extraen mármoles rosa gris verde y el Blanco Calera, muy oscuro y de gran difusión en el país.

La producción no abastece el consumo interno por lo que se importan muchos mármoles de Estados Unidos e Italia.

**Pivaral Castro, Oscar José. Producción y comercialización del mármol. Junio 1975. Facultad de Ciencias Económicas, USAC. Pp.13-21.**



## **Guatemala.**



**Fotografía: muestra cantera en  
El departamento de Zacapa.**

La explotación de yacimientos de mármol, según la Dirección General de Minería e Hidrocarburos, se inició entre los años 1945 a 1950; a partir de 1959 se inicio la explotación.



Cantera		Departamento	Municipio	licencia
San Lorenzo		Zacapa	Río Hondo	Explotación
El Potosí		Guatemala	San Luis Sac.	Explotación
Santander		El Progreso	El Progreso	Explotación
Cerro Gordo		El Progreso	El Progreso	Explotación
Las Pavas		Zacapa	Gualán	Explotación
La Pavera		Zacapa	Gualán	Explotación
El Cajón		Zacapa	Gualán	Explotación
Buenaventura		Zacapa	Gualán	Explotación
Guatemármol XIII		El Progreso	Morazán	Exploración
Gracias I		Izabal	Livingston	Exploración
San Luis I		El Petén	San Luis	Exploración
Gibraltar I		El Petén	San Luis	Exploración
Gibraltar II		El Petén	San Luis	Exploración
Gibraltar III		El Petén	San Luis	Exploración
Gibraltar IV		El Petén	San Luis	Exploración
Gibraltar V		Izabal	Livingston	Exploración
Guatemármol XII-A		Zacapa	Río Hondo	Exploración
Guatemármol XII-B		Zacapa	Río Hondo	Exploración
Fuente: Dirección General de Minería e Hidrocarburos. Este cuadro se obtuvo de la tesis de Pivaral, Oscar José. Junio 1975. USAC. Fac. Ciencias Económicas, pp: 9.				

En general el grano de los mármoles de Guatemala, varía desde el fino compacto hasta el típico de los mármoles sacaroides.

La explotación del mármol no es una actividad que haya sobresalido dentro de la economía nacional.



Pero en la actualidad es diferente pues tiene otra visión y alcances diferentes.

“De acuerdo con la Ley de Canteras, Guatemala cuenta con ocho canteras de mármol autorizadas para su explotación y diez para su exploración. Dichas canteras se encuentran localizadas en los departamentos de Guatemala, Zacapa, El Progreso, Izabal y El peten.” **Pivaral Castro, Oscar José. Producción y comercialización del mármol. Tesis. Ciencias Económicas. 1975. pp.23.**

Las plantas de procesamiento de mármol se encuentran localizadas en la ciudad capital y en San Lorenzo (Zacapa).

En el mapa geológico de la República de Guatemala se puede observar que en toda la parte de la Sierra de las Minas y Chuacús, se localizan las rocas dolomíticas y calizas, de donde se derivan los mármoles por el proceso metamórfico.

#### **2.1.4 Generalidades.**

El desarrollo en la apertura de canteras y la obtención de buenos resultados en los bloques está sujeto a varios factores, entre los que se cuentan la silicificación, fracturación interna y topográfica, que determinan la pureza, resistencia y abundancia del mármol deseado; estos factores por lo general, son los que han estado afectando el producto final por su amplia distribución sobre la unidad.

La apertura o inicio una cantera implica la realización de varias actividades; iniciando con la observación del tipo de material, su color, su posición topográfica, abundancia y extensión de afloramiento, además de la observación de su calidad y pureza en color, también la disposición de recursos como agua, electricidad y buen acceso.

A ello sigue la elección de frentes de corte y la planificación de la realización de esta actividad.



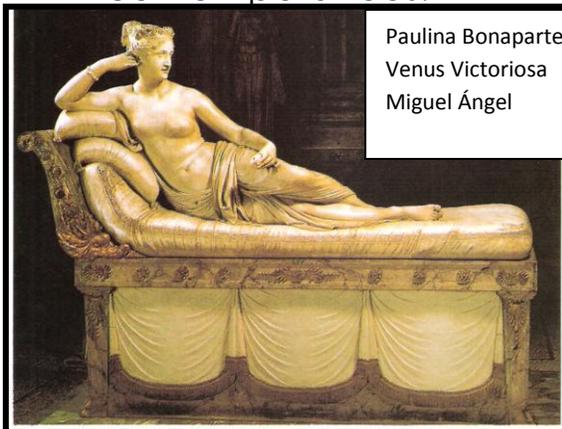
Luego de la extracción de bloques, éstos son transportados hacia los talleres donde son procesados.

## 2.2 MÁRMOL

### 2.2.1 Historia y Definición

#### a. Historia

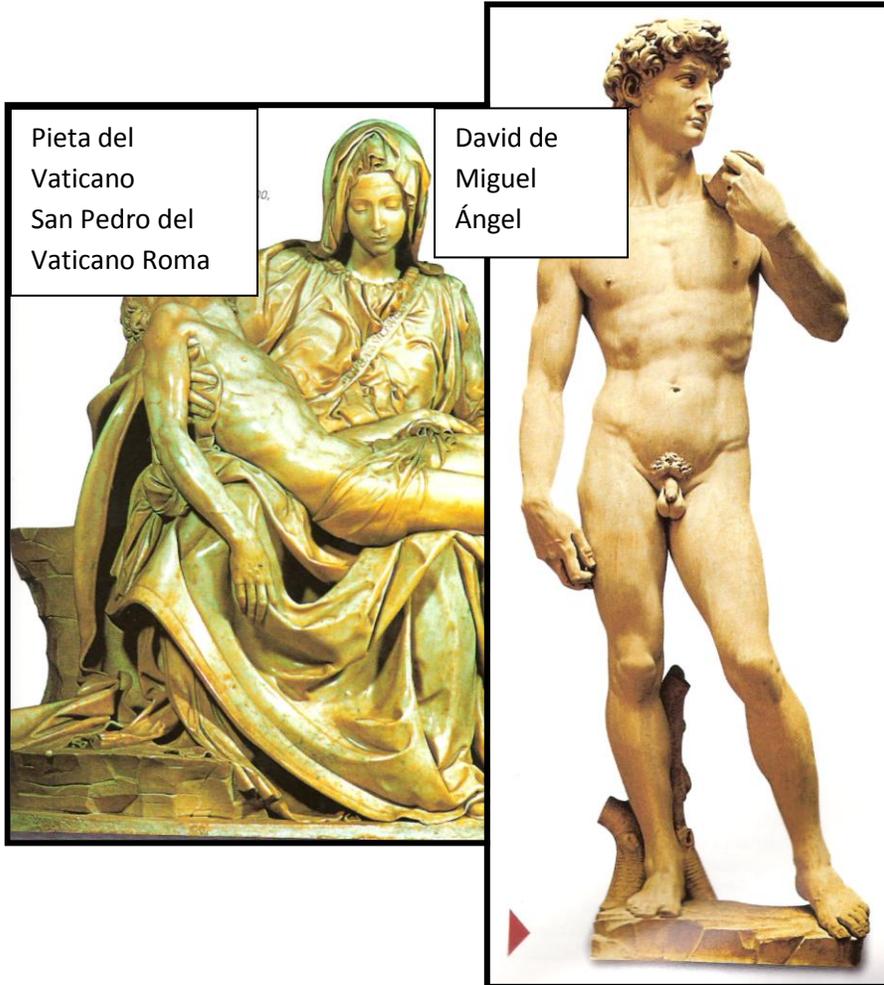
La piedra está íntimamente ligada a la historia y cultura del hombre, desde sus orígenes, durante milenios se utilizó como elemento estructural y ornamental, su evolución de las técnicas de extracción y transformación. La variedad más famosa de mármol procede de las canteras del monte Pentelikon, en Atica, que fue utilizado por los grandes escultores de la Grecia antigua como Fidias y Praxíteles. El mármol de Paros utilizado también por los escultores y arquitectos de la Grecia antigua, era extraído de las canteras del monte Parpessa, en la isla griega de Paros. El mármol de Carrara, que abunda en los Alpes italianos y se extrae en la región de Carrara, Massa y Serravezza, fue utilizado en Roma con fines arquitectónicos en tiempos de Augusto, el primer emperador, aunque las variedades más finas de mármol escultórico fueron descubiertas más adelante. Los mejores trabajos de Miguel Ángel son de este tipo de mármol, (de Carrara) es utilizado por los escultores contemporáneos.



Paulina Bonaparte,  
Venus Victorious  
Miguel Ángel



Mausoleo de  
María Cristina en  
Austria



A su vez las funciones decorativas del mármol se denotan también en la arquitectura bizantina y en la Siria cristiana. El mármol, como material arquitectónico, alcanza por primera vez gran difusión en la arquitectura griega del siglo VI. En Grecia, en tiempos de Pericles, el mármol aparece formando parte de edificios y templos.

En Roma, el mármol desempeñó funciones decorativas y en el período de Augusto se incorporó a la arquitectura, con todas sus aplicaciones.

En el siglo VII se difundió en Italia a través de Bizancio y alcanzó su gran difusión en el renacimiento, en el período



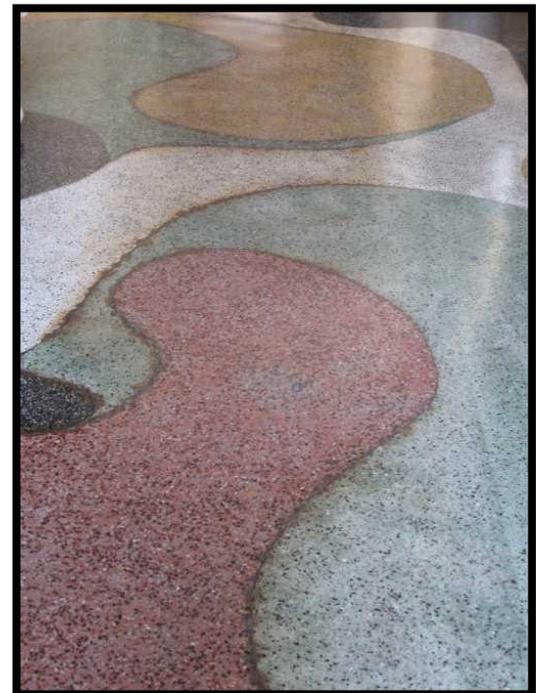
barroco se utilizó principalmente como un revestimiento. Desde el arte egipcio hasta la escultura del período romántico, la obra se realizaba directamente sobre el material, pero, a partir del período gótico se esculpía previamente un modelo en yeso, en el que se tomaban puntos de referencia que se trasladaban al bloque de mármol antes de comenzar la obra. La piedra resurge en la década de los 60, adoptando nuevas tecnologías y proponiendo nuevos formatos que en términos técnicos y económicos son sorprendentes. Actualmente tenemos a disposición una tecnología de transformación tan sofisticada y perfecta que logra hacer de un material tan rígido como la piedra un producto flexible y adaptable a todas las interpretaciones.

**\*Esta foto muestra un piso de granito donde se observa los diferentes tipos y colores diseñados especialmente\*.**

### **b. Definición.**

Etimológicamente el término de mármol, proviene de "marmarios" es una palabra griega de los antiguos egeos que significa "piedra de color blanco nieve e inmaculada superficie" resplandeciente y brillante. Haciendo vales a esta hermosa piedra no sólo por su belleza, sino también por su origen.

Variedad cristalina y compacta de caliza metamórfica, (son rocas producidas por metamorfismo regional o local sobre sedimentos calcáreos o dolomíticos) que puede pulirse hasta obtener un gran brillo y se emplea sobre todo en la construcción y como material escultórico. Comercialmente, el término se amplía para incluir cualquier roca compuesta de carbonato de calcio que pueda





pulirse, e incluye algunas calizas comunes; también incluye, en términos genéricos, piedras como alabastro, la serpentina y, en ocasiones, el granito.

Contiene porcentajes pequeños de otros materiales tales como: cuarzo, grafito, hematita, limonita, mica, clorita, tremalita, hornablenda, etc.

Sus granos pueden ser desde finamente sacaroides que no llegan a distinguirse a simple vista hasta ser tan gruesos que puedan mostrar claramente la exfoliación de la calcita. Las vetas de la mayoría de los mármoles muestran una orientación casual, pero en algunos los ejes cristalográficos están alineados en una dirección común; el crucero (dirección por la que resulta más fácil la división de las rocas) de la calcita produce un mosaico con superficies que reflejan brillo, lo cual le permite a la roca adquirir un pulimento agradable y ornamental.

Comercialmente el término mármol ha sido aplicado desde hace largo tiempo a cualquier roca de apariencia agradable y que pueda ser pulida, entre estas se pueden mencionar: el Onix, Travertino, Verde antiguo (Serpentina o Mármol verde); pero ninguna de éstas tiene relación estrecha con el origen del verdadero mármol.

Los mármoles son rocas carbonatadas visiblemente recristalizadas.

### **c. ORIGEN DEL MÁRMOL .**

Es de origen metamórfico y proviene de la transformación de las rocas calizas y dolomíticas, cuya metamorfosis ha construido una re cristalización que determine el aumento de su dureza y resistencia. Estos son suaves compactos y poco porosos. La palabra mármol no tiene un sentido petrográfico, aunque a menudo se refiere a rocas calcáreas como a calizas recristalizadas, dolomías, mármol, ónix y travertino, en ocasiones



se aplica el termino a rocas como tobas, serpentinas y granito, cada una de estas rocas tienen características propias, a las cuales se le agregan los siguientes requerimientos comerciales comunes y de mayor relevancia referidos generalmente a placas y parquet:

1. Espesor constante con una tolerancia de +/- 1/32.
2. Escuadra perfecta.
3. Brillo espejo.
4. Sin porosidad.
5. Biselado homogéneo.
6. Su concepto es piedra caliza metamórfica compuesta de calcita y dolomita.

Se clasifican en sencillos, policromos, veteados, brocales, brechas, absorbentes.

### **2.2.2 Tipos de mármol**

Por su estructura se clasifican en:

**Sencillos**, si son de un sólo color uniforme; **policromados**, de varios colores; **brechas**, cuando estén formados por fragmentos angulosos; **arabescados** si tienen dibujos veteados, y **fosilíferos**, si tienen conchas o caracoles.

Desde el punto de vista práctico de su utilización la primera cualidad que distingue a los mármoles es el color, que es una de las principales características para su valoración comercial.

“Atendiendo a ella, los mármoles pueden clasificarse en mármoles blancos y mármoles de color. La coloración de los



mármoles es debida a la presencia en la masa de carbonato cálcico, de pigmentos o materia colorantes más o menos dispersas en ella.

### **a. Mármoles Blancos.**



Los mármoles blancos carecen prácticamente de pigmentación, y son considerados como carbonato cálcico puro. La pureza que más se acerca a la teoría se encuentra en ciertos mármoles ónicos de México, en los blancos de Vermont y Alabama de Estados Unidos, y principalmente, en los estatuarios de Musso, y de Carrara en Italia, que están formados por un 99.9% de carbonato cálcico y están considerados como los más puros del mundo.



### **b. Mármoles de Color**

Más corrientes son los mármoles de color, en los cuales el color blanco del carbonato cálcico ha sido modificado por materias de distintas naturalezas que, diseminadas en él en un grado extremo de división, le han proporcionado una tonalidad



característica. Los mármoles de color se dividen en Monocromos y polícromos, estos últimos son aquéllos que presentan más de una tonalidad diferente a lo del fondo, es decir, a los que contienen dos o más variedades de pigmentación.

### **c. Mármoles Amarillos.**

El color predominante es el amarillento, en una amplia gama de tonalidades, proporcionado por la limonita, que es un hidróxido de hierro, mezclado con algunas otras sustancias. Estos mármoles son muy resistentes a los agentes atmosféricos, lo que permite su utilización en exteriores, incluso en lugares muy húmedos, pues la limonita formada por alteración de minerales de hierro, es de naturaleza muy estable y no puede sufrir prácticamente ninguna modificación.

### **d. Mármoles Rojos.**



Deben su coloración a la presencia de sesquióxido (óxido que contiene una mitad más de oxígeno que el ordinario) de hierro, y según su grado de dispersión, el mármol pasa de color rosa pálido al rojo más intenso. Su resistencia a los agentes atmosféricos es muy elevada y pueden ser empleados en cualquier lugar.



### **e. Mármoles Negros.**



Están contaminados por materias de naturaleza carbonosa, variando su coloración desde el gris, en diversos grados de intensidad, hasta el negro más absoluto. Algunas veces aparecen asociados a ella trazas de una substancia bituminosa (que tiene betún) que constituye una cualidad para el mármol, pues aumenta su resistencia a los agentes atmosféricos. Ejemplos clásicos de estos mármoles son los Negros de Bélgica, que se encuentran en las cercanías de las zonas mineras de frontera francesa.

### **f. Mármoles Verdes.**

La clasificación de mármoles verdes no responde completamente a la realidad, pues así como las anteriores coloraciones se referían siempre a verdaderos mármoles, ésta comprende materiales de naturaleza muy parecida y de distintos orígenes geológicos, como son los mármoles llamados “cipolinos”. ” Pivaral, Oscar José. Junio 1975. Producción y Comercialización del mármol. Facultad de Ciencias Económicas. Pp.9-11.



Esta fotografía muestra un Mausoleo forrado en una parte de sus muros con mármol verde.  
Cementerio General de Guatemala. Fotografía propia.



### **2.2.3. Características Generales del mármol.**

#### **a. Naturaleza del producto.**

El mármol puede variar en cuanto a su composición, estructura, compacidad, dureza, componentes extraños, grietas naturales, brillo de la superficie, etc.

Esta variación en las propiedades hace que para la instalación de determinado mármol, lo primero que deba consultarse son las especificaciones técnicas del productor, ya que las particularidades de cada caso pueden diferenciar notablemente.



Así tenemos por ejemplo, que ciertos mármoles magnésicos (dolomíticos), deben ser sellados por su cara de apoyo antes del montaje para evitar que la absorción de humedad desde el piso actúe sobre el magnesio interior formando manchas que afloran a la superficie y que en algunos casos formen escamas que se desprenden de la losa.

Tanto el mármol como el granito, son piedras de mucha utilización en la construcción, tanto en hogares como en edificios públicos y comerciales. Su implementación en el área de la construcción viene de larga data. Estas piedras se caracterizan por ser muy nobles y altamente resistentes, que con un correcto cuidado y mantenimiento pueden conservar sus bondades intactas por mucho tiempo. El mármol es un material con una superficie porosa, esto es un inconveniente cuando se mancha algún área del mármol, pues al ser material poroso, la mancha penetra con bastante facilidad, aunque la limpieza del material no es para nada difícil, lo fundamental es



que cuando se produce una mancha sobre éste, se proceda a quitarla de inmediato, para que no llegue a adherirse al mismo.

### **b. Definición de la industria de laminado de mármol.**

“Es la actividad económica por medio de la que los bloques de mármol, utilizados como materia prima, se transforman en producto final, siendo su presentación en forma de láminas o planchas. De la misma manera en que los troncos de los árboles son transformados en tablas o duelas, los bloques de mármol son inicialmente aserrados para obtener planchas rústicas, las que posteriormente se abrillantan y cortan.”

**Álvarado Guzmán, Amílcar Antonio. Implementación del costo estándar de producción en la industria del laminado de Mármol. USAC.**

En Guatemala existe mármol de color verde constituido por rocas metamórficas de origen ígneo denominadas Serpentinita; también encontramos mármoles de color blanco, gris, negro y crema conformados por rocas metamórficas de origen sedimentario cuyo elemento básico es el Carbonato de Calcio.

Estos materiales tienen la cualidad de brillar al someterlos a procesos específicos, constituyendo un producto de larga duración. Por haberse formado naturalmente, el mármol tiene características caprichosas que se observan en cada lámina, plancha o duelas, y les dan un toque de originalidad, lo cual rompe la monotonía de las piezas que se producen en serie.

### **c. Generalidades del proceso.**

“La producción de planchas de mármol abrillantadas y escuadradas constituye un proceso muy particular. El mármol es una roca, su procesamiento requiere mucho conocimiento y experiencia, aunque el proceso aparenta ser sencillo requiere de una estrecha vigilancia, observación y estudio. La dureza de la roca puede variar, aún cuando sea de la misma naturaleza o



por la presencia de elementos como el cuarzo en su estructura. La composición de los insumos para el proceso debe reformularse periódicamente para ajustarse a las exigencias de la roca y para lograr un buen rendimiento, tanto del insumo como de la materia prima. Italia ha desarrollado las más avanzadas máquinas y técnicas para la industria del mármol. En Guatemala se cuenta con el equipo y las técnicas más avanzadas para el proceso del mármol. El proceso del mármol tiene tres etapas:

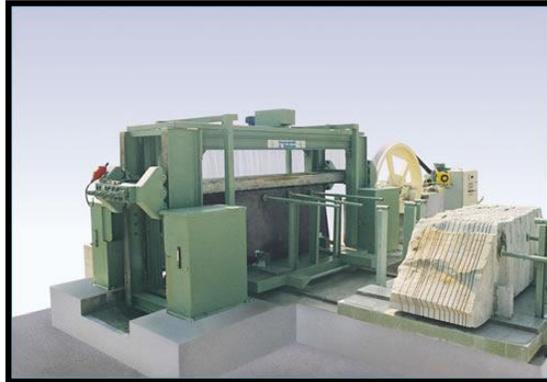
1. Aserrado
2. Abrillantado
3. Escuadrado

### **Etapa de aserrado.**

En esta etapa, el bloque de mármol se monta en una plataforma rectangular rodante, parecida a los carritos usados en las líneas del tren, la cual es introducida por medio de rieles al compartimiento que a propósito tiene el telar. El telar es la máquina con lo que se corta el bloque de mármol. Está formado por un motor eléctrico montado en la parte posterior, por un bastidor en la parte anterior y por una biela que transmite la fuerza del motor al bastidor. En el bastidor se haya montadas un juego de unas setenta y dos cuchillas de más o menos doce centímetros de ancho y cuatro metros de largo. A manera de dientes, las cuchillas tienen incrustados segmentos de diamante industrial en uno de sus filos. Sobre el bloque se vierte agua permanentemente durante el proceso, el motor y la biela mueven el bastidor para adelante y para atrás para aserrarlo. En sentido figurado, se produce un proceso similar al del corte de la madera para obtener tablones o del corte del queso



cuando se quiere que tenga la plancha. En el proceso de aserrado se obtiene planchas rústicas de mármol.



**Esta fotografía muestra la  
Máquina Telar, la cual se  
Utiliza para cortar granito y  
Mármol.**

### **Etapa de abrillantado.**

En este proceso se pule y abrillanta la plancha rústica obtenida en la etapa del aserrado. La máquina pulidora se compone de una mesa metálica de unos quince metros de largo y tres de ancho con rodillos, de una banda de hule que se desplaza a lo largo de la mesa, de una armazón apoyada en los extremos de la mesa y proyectada a lo largo y sobre la misma mesa. A lo largo de la armazón van montados trece motores eléctricos en forma vertical, cada motor tiene montado en su parte inferior un plato o disco metálico. En los primeros dos discos se montan segmentos de diamante para uniformar el espesor de la plancha. A partir del tercer disco se les pegan pastillas de ácido oxálico de distinto grado a aspereza, los primeros discos llevan manotadas las pastillas más ásperas gradualmente va disminuyendo la espereza en los discos siguientes. Los discos empiezan puliendo la plancha de mármol y la van brillando en la medida que avanza la banda de transportación.

Las planchas se introducen una tras otra a la máquina pulidora, la banda de hule avanza trasportando las planchas, se vierte agua sobre las plancha, los discos se reposan sobre las



plancha y giran, la armazón mueve los motores de lado a lado. Al final salen las planchas de mármol brillantadas.

### **Etapa de escuadrado.**

En esta etapa las planchas se cortan en forma rectangular de acuerdo con las medidas que se requieren. Las escuadradoras constan de una mesa rectangular giratoria de madera, de un puente con movimientos laterales en línea recta sobre el que va montada una sierra de disco.

“La sierra consta de un disco metálico que tiene incrustados en su perímetro, segmento diamante industrial. En el corte se usa agua.”

**Alvarado Guzmán, Amilcar Antonio. Implementación del costo Estandar de Producción en la Industria del laminado del mármol. Junio 2003. Contador Público y Auditor. Pp.13-16.**

### **d. Usos y Aplicaciones.**

El mármol en Guatemala es considerado como una material de lujo, reservado casi exclusivamente a la arquitectura de los edificios públicos, iglesias, y las residencias de carácter señorial, aunque en la actualidad es utilizado en gran cantidad para decoración. Este mármol empleado en gran porcentaje es importado.

El empleo del mármol en la construcción en los últimos años ha tenido un desarrollo extraordinario dentro de los países que lo explotan en cantidades óptimas.

Lo encuentran práctico para pisos y escaleras, no sólo por sus cualidades estéticas, sino por su duración. Además, se puede emplear para un gran número de acabados y elementos decorativos, como Zócalos, tops de cocina, fachadas de edificios, chimeneas, tablas de mesas y muebles, y en otros pequeños detalles que pueden valorar y elevar la importancia de un ambiente.



Ahora, la calidad del mármol empleado en cada construcción variará. Por ejemplo, en las construcciones de lujo se emplearán mármoles de valor, ya que sean nacionales o extranjeros, y para construcciones modestas, mármoles nacionales en sus calidades más económicas.

### **Métodos de Corte.**

“Sistema de hilos helicoidales”: Básicamente, el método consiste en alambres acerados que cortan a la roca con ayuda de arena cuárcica y agua, en movimiento rotatorio del hilo.

Para ello se utilizan discos sobre los que gira el hilo y montantes donde los discos giran y se movilizan conforme el corte avanza. El problema de la sílice incrustada en el mármol se presenta al encontrar, el hilo, a su paso alguna veta, ya que ésta la hará perder fuerza al movimiento rotatorio al existir mucha fricción; también es muy posible que se rompa el hilo.

Sistema de perforación: El otro tipo de corte de bloques consiste en la perforación de una serie de agujeros continuos que atraviesan la pieza que se desea cortar. El mecanismo de las perforadoras de manera simplificada consiste de un movimiento rotatorio conforme se avanza en la perforación. Este tipo de corte no se ve afectado por las vetas de sílice.

Ambos sistemas de corte se conjugan en canteras donde generalmente se realiza el corte de un bloque grande por medio de hilos y seguidamente se secciona éste con el método de perforación.”

Chiquin Yoj, Mauricio. Mapeo Geológico de canteras de Mármol. San Lorenzo, Rio Hondo Zacapa. Pp.34.

#### **2.2.4. Mármoles Nacionales**

Fotografía de una  
Cantera, en  
Zacapa, Guatemala.

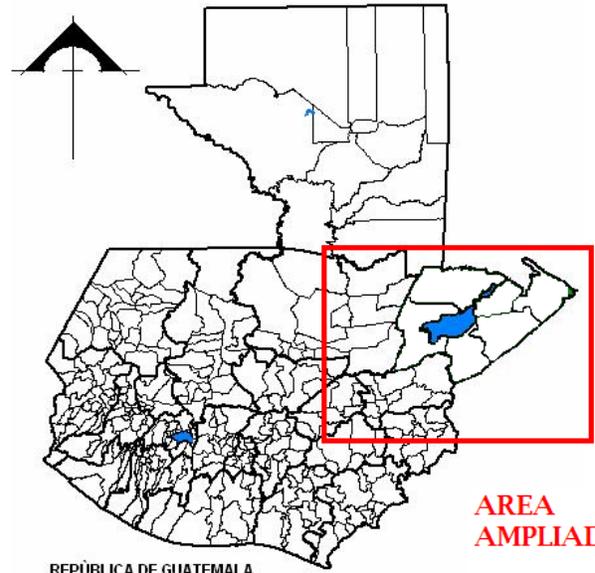




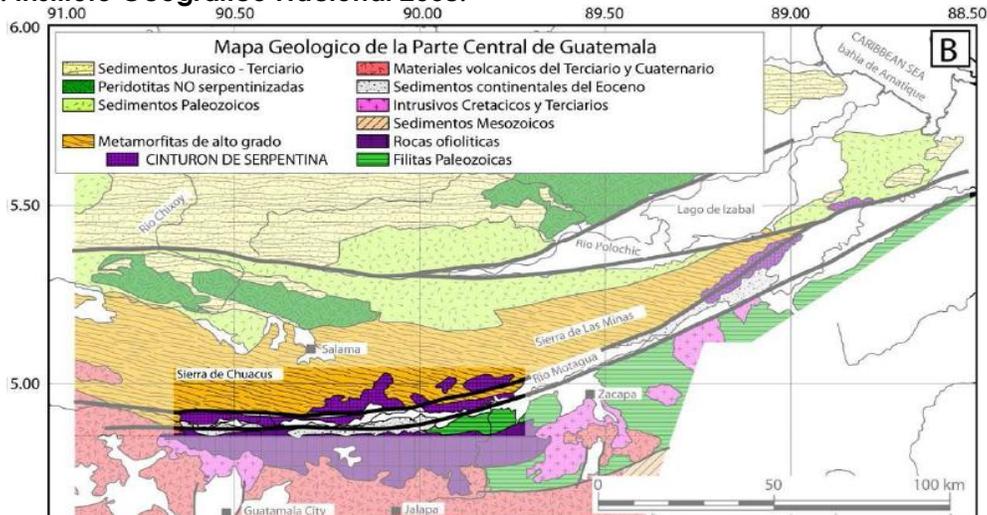
## Existencias y localización de Yacimientos.

En el mapa geológico de la República de Guatemala se pueden apreciar que en toda la parte de la Sierra de las Minas y Chuacús, se localizan las rocas dolomíticas y calizas, de donde se derivan los mármoles por el proceso metamórfico,

Por consiguiente, no se pueden cuantificar los yacimientos de mármol, pero se considera que hay millones de toneladas métricas de existencias, debido a la extensión de dichas sierras. A continuación se presenta un cuadro que muestra la localización de los yacimientos de mármol y otras piedras relacionadas, en Guatemala, atendiendo a su color tipo de yacimiento Geológico:



Mapa: Instituto Geográfico Nacional 2008.





**Mapa 2: geológico de la ubicación de yacimientos de materiales pétreos,**

Color del Mármol	Departamento	Municipio
Blanco	Huehuetenango	Aguacatán
Blanco	Izabal	Morales
Blanco	Zacapa	Teculután
Blanco	Petén	San Luis
Blanco	Guatemala	San Juan Sac. Gualán y Río
Blanco	Zacapa	Hondo Gualán y Río
Rosado	Zacapa	Hondo
Rosado	El Progreso	El Progreso
Gris	Guatemala	San Juan Sac.
Gris	Jutiapa	Asunción Mita
Gris	Quetzaltenango	Cabricán
Gris	Zacapa	Gualám
Gris	El Petén	San Luis
Negro	Baja Verapaz	San Jerónimo
Negro	Chiquimula	Olopa
Negro	Guatemala	San Juan Sac. Gualán y Río
Negro	Zacapa	Hondo
Rojo	Zacapa	Gualám
Veteado	El Progreso	El Progreso
Verde	El Progreso	El Progreso
Verde	Zacapa	Gualám
Verde	El Petén	San Luis

**ministerio de energía y minas.-**

**Fuente: Dirección General de Minería e Hidrocarburos. Información obtenida de la tesis:**

**María del Rosario Reyes Muños. Proceso de trituración de mármol. Tesis USAC.**

De todos estos yacimientos de mármol, se han tomado muestras que han sido analizadas en diferentes estudios



petrográficos, éstos han certificado que la calidad es excelente, comparable al mármol de Carrara (Italia).

Actualmente los mejores yacimientos, atendiendo a la cantidad y calidad se encuentran localizados en Zacapa.

El mármol Verde Guatemala es uno de los productos no metálicos con un importante reconocimiento en el mercado a nivel internacional.

Sus características únicas hacen que éste sea un producto de gran demanda.

El mármol verde de Guatemala, se caracteriza por su homogeneidad, resistencia al tráfico moderada, tonalidad verde oscura y la presencia de abundantes vetillas de color verde en diferentes tonalidades, que le proporcionan su belleza.

Las minas más importantes se ubican adyacentes a la carretera de terracería que lleva de El Chol a Pachalum en los alrededores de Granados, en San Agustín Acasaguastlán y en Gualán.

La ubicación de las minas se da a lo largo del cinturón de serpentinitas que ocurre a lo largo del valle del río Motagua y en la margen sur de la cordillera Central.

### **2.2.5 Mármoles Importados**

Dentro de los tipos de mármol utilizados y distribuidos por las empresas podemos encontrar diversos nombres con ciertas características y/o propiedades. Aquí muestro algunos de ellos con algunas características físico-mecánicas y otros como conceptos únicamente:

#### **Rojo Alicante.**

##### **Clasificación.**

Roca  
marmórea.



### **Tamaño de grano**

Fino.

### **Composición Mineralógica**

Calcita como componente principal.

### **Características Físico- Mecánicas**

Peso específico aparente	2.71 gr/cm <sup>3</sup>
Porosidad aparente	0.30%
coeficiente de absorción	0.10%
Resistencia Mecánica a la compresión	1460kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia Mecánica a la flexión	89kg/cm <sup>2</sup>
Res. Comp. Después helacidad	984kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al desgaste	2.42mm
Resistencia al impacto	30cm

### **Emperador Oscuro.**

### **Clasificación**

Roca marmórea.

### **Tamaño de grano**

Fino.

### **Composición Mineralógica**

Calcita como componente principal.

### **Características Físico-**



### **Mecánicas**

Peso específico aparente	2.65 gr/cm <sup>3</sup>	
Porosidad aparente	1.20%	
coeficiente de absorción	0.40%	
Resistencia Mecánica a la compresión	1597kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia Mecánica a la flexión	210kg/cm <sup>2</sup>	
Res. Comp. Después helicidad	1375kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia al desgaste		3.22mm
Resistencia al impacto	35cm	

### Rosa zarci

#### **Clasificación**

Roca marmórea.

#### **Tamaño de grano**

Fino.

#### **Composición Mineralógica**

Calcita principalmente, cuarzo y otras especies minerales

#### **Características Físico-Mecánicas**

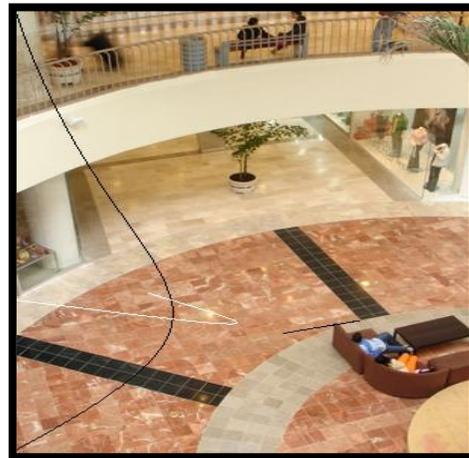
Peso específico aparente	2.66gr/cm <sup>3</sup>
Porosidad aparente	0.80%
coeficiente de absorción	0.30%
Resistencia Mecánica a la compresión	990kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia Mecánica a la flexión	214kg/cm <sup>2</sup>
Res. Comp. Después helicidad	-
Resistencia al desgaste	2.70mm
Resistencia al impacto	40mm



- Mármol azul antiguo: variedad de mármol muy raro, de fondo blanquecino con vetas azules en zig-zag.
- Mármol azul Wüttemberg: variedad de mármol formada por fosfato de calcio, muy empleado en la ornamentación.
- Mármol azul turquí: tiene vetas más oscuras que se van debilitando hasta confundirse con la masa.
- Mármol bardiglio: igual que el mármol azul turquí.
- Mármol brocatel: es del género de los jaspes. Tiene diferentes colores según los yacimientos: gris el de Bolonia, gris azulado el de Montin, amarillo el de Siena.
- Mármol de brucita: producto obtenido por dolomitización del Mármol.
- Mármol campan: mármol atravesado por vetas micáceas.
- Mármol cipolino: verdoso, micáceo, que contiene vetas de talco blanco; abunda en Córcega, Saboya y Piamonte.
- Mármol de Carrara: variedad de mármol blanco puro, originado por metamorfismo de contacto de calizas blancas. Muy empleado en la escultura.

**Esta fotografía muestra la belleza de los diferentes tipos de Mármol y Granito utilizados en el Centro Comercial Pradera Concepción.**

**Ciudad de Guatemala.**





-Mármol de Cothan: variedad de mármol formado a partir de calizas impuras; se caracteriza por unas marcas absorcentes. Abunda en Gran Bretaña.

-Mármol de Florencia: mármol amarillo, a veces verdusco, realzado por un dibujo oscuro.

-Mármol de Luni: Mármol blanco brillante, de grano muy fino. Abunda en Toscana.

-Mármol de Onix( ónice): variedad veteadada de mármol translúcido de color blanco, amarillo, verde o rojo.

En la empresa Guatemármol trabajan los siguientes Mármoles importados:

-Blanco Perlina.

-Carrara.

-Verde RD.

-Portoro.

-Ardesia Natural.

-Ardesia Pulida.

-Crema Marfil.

-Dolomita.

-Negro Marquina.

-Boticcino Clásico.

-Rojo Alicante.

-Rosso Verona.





-Travertino al Agua.

-Travertino a la Veta.



## 2.3. GRANITO.

### 2.3.1 Historia, Origen y Definición del Granito .

#### a. Historia.

Formado hace más de 4,000 millones de años en Rusia, África, Canadá, Sudamérica y Escocia, los habitantes creían que la piedra era mágica y que los podía hacer eternos y uno de ellos, la quiso destruir pero no pudo porque era más dura que la arenisca, la caliza y el mármol, entonces la piedra se incendió y quemó a todos los que estaban a su alrededor.

Los egipcios esculpían la roca de granito desde el período predinástico para elaborar recipientes. Se han encontrado muchas vasijas de las primeras dinastías en Saggara.

La cámara del Rey de la Gran Pirámide de Giza está construida con grandes bloques de granito, también se encuentra en varias hiladas del revestimiento de las otras dos pirámides de Giza. (Véase fotografía que continúa).



Réplica de la cámara del rey  
en la Pirámide de Giza.



Los obeliscos Egipcios fueron grandes monolitos de granito tallados y transportados por el Nilo desde las canteras del actual Asuán.

Otros usos en el antiguo-Egipto incluyen columnas, puertas, dinteles, etc. Como los Egipcios trabajaron el granito es aún motivo de debate, el Dr. Patrick Hunt postula que usaban abrasivos, mostrando su poder de dureza en la escala de Mohs.

### **b. Origen.**

El granito es una roca ígnea, muy compacta, de textura cristalina, consolidada a gran profundidad y que ha llegado a la superficie por plegamientos de la corteza terrestre y destrucción de las capas superiores. Se forma por el enfriamiento lento en el interior de la corteza terrestre. Está formado básicamente de Cuarzo, Feldespato y Mica, en proporciones aproximadas de 30%, 50%, y 20%. La mica puede ser biotita (silicato hidratado), de color oscuro y moscovita, de color claro.

El proceso de solidificación del magma (diferenciación) se inicia a grandes profundidades a través de una temprana cristalización o eliminación de los silicatos de hierro y magnesio. Posteriormente viene la eliminación de los feldespatos es decir de los silicatos potásico, sódico, cálcico y aluminio. El magma pierde así, casi todos sus componentes metálicos permaneciendo el dióxido de silicio que cristaliza posteriormente en forma de cuarzo.

Su estructura es granítica y puede ser de grano grueso, medio y fino. Siendo el primero el que presenta menos resistencia. A causa de su gran dureza es frecuente que terminen siendo la cima de una montaña la que se distingue por su típica forma redondeada. Normalmente tiene color gris, pero debido a la colocación de los feldespatos puede presentar



tonalidades rosas, verdosas o amarillas. A veces presenta también manchas oscuras, llamadas negros o gabarros, que son de grano muy fino.

### **c. Definición.**

“El granito es una roca de grano grueso, mediano o fino, constituida por una mezcla de feldespato, cuarzo y mica como elementos principales. La mayoría de las veces es de color gris, aunque también puede presentar tonos rosas, verdes o amarillos; coloración variable según la abundancia de los minerales que lo componen. Se trata de un material de construcción de gran calidad, apto para resistir grandes cargas pero no admite una labra complicada. Sus usos son diversos: para grandes construcciones arquitectónicas, fragmentado en cimientos, machacado en hormigones para pavimentos, adoquines, etc. Si se pule bien, aumenta su resistencia a los agentes atmosféricos; no es refractario, pero resiste altas temperaturas; y se encuentra en grandes masas, por lo que se pueden obtener piedras de gran tamaño. Recibe varios nombres, según las regiones: piedra berroqueña, en Castilla y Extremadura; piedra de cantería, en Galicia; pajarilla, en León; sal y pez; en Andalucía, y ull de serp en Cataluña. Impropiamente se llama granito a otras rocas como el mármol negro de Bélgica y el de Suecia, pero éstas son dioritas.

El pórfido recibe este nombre al significar “ parecido al púrpura”, se trata de una piedra derivada del granito y compuesta de cuarzo y feldespato, presenta muchas variedades y se encuentra formando filones que atraviesan el granito.” **Biblioteca Atrium de la Construcción. pp.15, 16.**

Las piedras naturales, como los mármoles, **granitos**, piedras areniscas, pizarras, calizas, etc. son productos de la naturaleza, por lo tanto la presencia de vetas, variaciones de color y tono son características propias del material. En algunos casos puede presentar grietas y fisuras propias de su origen natural. Las



muestras exhibidas y/o entregadas, pueden presentar variaciones con respecto a los materiales despachados, aún siendo la misma referencia y procedencia.

**\*Esta fotografía muestra la característica sobresaliente de un bloque de granito natural**



### **2.3.2. Tipos de Granito.**

#### Granitos claros.

Incluye granitos de colores grises, blancos, azulados, corresponden a composiciones graníticas o granodioríticas.

#### Granitos negros.

Incluye granitos de colores oscuros y negros, corresponden habitualmente a monzodioritas, cuarzodioritas, dioritas, garbos, basaltos, algunas fonolitas, etc.

#### Granitos de color especial.

Con colores como rosa, rojo, crema, verde, azul, que corresponden por lo general, bien a facies, dentro de un granito claro, bien a litofacies, o tectofacies muy concretas, pegmatitas, cataclastitas, sienitas.



### 2.3.3. Características Generales.

#### a. Naturaleza del producto.

Los granitos tienen un gran número de aplicaciones, las más importantes tienen que ver con pisos, fachadas, enchapes, interiores y muebles como tops de cocinas, baños o tapas de mesas y escritorios. Debido a su baja absorción y composición molecular son propicios para ser instalados en sitios donde recibirán ataques ácidos moderados como cocinas y/o laboratorios, pero asimismo, en exteriores como fachadas donde resistirán los agentes meteorológicos de la naturaleza. Resisten tráficos superiores a los mármoles por ser más duros que aquellos.

#### b. Generalidades del proceso.

El granito se cristaliza a partir de magma enfriado muy lentamente. Es más duro que el mármol y las calizas, lo que dificulta mucho la extracción y posterior transformación. Actualmente se utilizan herramientas de diamante para su elaboración.

**Serrado.** Es casi siempre un paso obligado dentro de cualquier línea de producción, y deja una superficie lisa muy porosa y rugosa al tacto, la piedra queda mate, de tono.

**Pulido.** De aspecto brillante y muy liso, que es muy resistente gracias a la técnica de abrasión que se le aplica, pero es más vulnerable a líquidos de carácter ácido. Hay que tener cuidado porque resulta resbaladizo en suelos. Por norma general, tras el pulido, se suele aplicar un barniz, para que esté protegido.



### **2.3.4. Granitos Nacionales e Importados.**

Las rocas graníticas son a menudo altamente valuadas como material para construcción, especialmente en planchas decorativas. Algunas de las variedades comerciales de mayor valor son el “Rojo Sueco”, “Rojo Imperial 2”, “Rojo Ivanovich”, “Rojo Orquídea” y otros como el “Blue Pearl”, “Negro Absoluto”, etc., en los cuales los colores son similares variando principalmente la textura. La demanda de estos materiales ha cambiado con el tiempo y los materiales que anteriormente eran subvalorados actualmente tienen mayor demanda y viceversa<sup>1</sup>. El color posiblemente sea el rasgo determinante de la calidad de una roca ornamental. Los colores más deseados son aquellos raros o poco abundantes en la naturaleza. Entre los que tienen mayor demanda existen los azules, un ejemplo es una variedad llamada “Blue Pearl” que petrológicamente consiste en una sienita feldespática alcalina, conocida en el Sur de Noruega. Otro color de mucha demanda es el rojo; se conocen varios tonos de granitos rojos mayormente procedentes de Brasil y África del Sur.

Los colores verdes, negros, blancos, cremas tienen también mucha demanda, y su explotación y comercio está establecida con base en otros factores más, tales como accesibilidad, abundancia, mercado, etc.”

**Mario Chiquin Yoj. Estudio Geológico-Económico Tres Sabanas. Tesis USAC.**



### 2.3.5. Especificaciones Técnicas de algunos Granitos.

Rojo Brasilia	Negro Pretto	Rosa Beta	Rosa Porriño	Amarillo	Jaspe	
	Brasileño			Humait		
Brasil	Brasil	Italia	España	Brasil	Tolima	
					Colombia	
0.26%	0.16%	0.25%	0.28%	0.265	0.18%	
1553 Kg/cm2	1289Kg/cm2	1430Kg/cm2	1149Kg/cm2	1675Kg/cm2	1035Kg/cm2	
148Kg/cm2	257Kg/cm2	88Kg/cm2	119Kg/cm2		140Kg/cm2	
2621g/cm3	2920g/cm3	2440g/cm3	2580g/cm3	2639g/cm3	2640g/cm3	

### 2.3.6. Distribución General de Granito y Mármol en Guatemala.

Mármoles de Guatemala s.a.

En la actualidad cuenta con una planta moderna ubicada en la 3ª. Calle 9-29 Zona 2, San José de Villanueva, Guatemala. Centro América.



**CAPÍTULO 3**

**MARCO CONTEXTUAL**



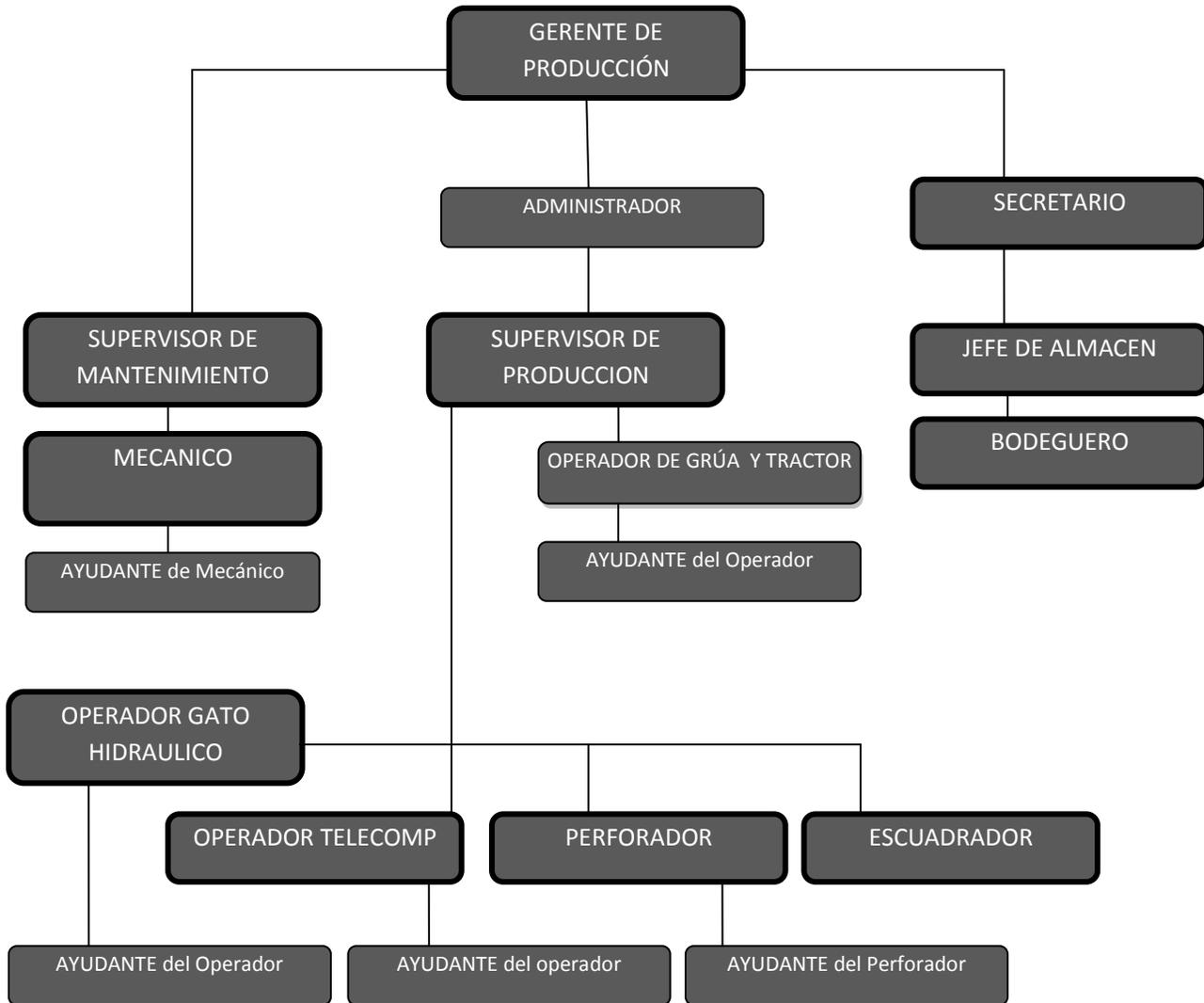
### **3.1. Fuentes de Trabajo**

Intervienen diferentes suplementos de trabajo, personal en canteras, plantas, salas de ventas, talleres, que al final; el producto terminado se transforma en variedad de elementos disponibles para la construcción y decoración.

#### **3.1.1. Personal en Canteras.**

El grado de aprovechamiento y los niveles de producción en una cantera de mármol dependen directamente de las funciones y actividades de la administración, un establecimiento y una ejecución adecuada de la planificación, organización, dirección y control, trae consigo el empleo equilibrado de los recursos, lo cual se traduce en eliminación de tiempos improductivos y costos de materiales, generando altas eficiencias.

Cabe mencionar que la naturaleza del proceso hace necesario la formación de grupos o cuadrillas, que trabajan aisladamente en sus respectivas áreas físicas asignadas, la participación de cada grupo y la integración de las tareas permiten la obtención de masas de mármol con la calidad deseada para escuadrarlas, que es el objetivo primordial del proceso de extracción en la cantera.





## **Esquema administrativo de una cantera.**

### **Gerente de Producción:**

Revisión de estándares de calidad, tanto de maquinaria como de extracción final de bloques, verificar tiempos, y ejercicio de normas de calidad.

### **Administrador:**

Coordinar y organizar tanto la producción, personal y ejecución de reglamentos para obtener resultados finales dentro de la cantera.

### **Supervisor de mantenimiento:**

Verificar y controlar personal y maquinaria específica, pues es necesario el funcionamiento de equipos y suministros dentro de la cantera para que no haya inconvenientes en cuanto a funcionamiento de los mismos.

### **Mecánico:**

Chequea que la maquinaria, vehículo, montacargas, grúas ,etc. funcione al 100%.

### **Ayudante:**

Es apoyo directo al mecánico, revisando el funcionamiento correcto de las máquinas.

### **Supervisor de Producción:**

Juega un papel muy importante dentro de la cantera pues revisa órdenes, existencias, y procedencia de los materiales,



complementos y suministros para la efectiva línea de producción.

### **Operador de grúa y tractor:**

Persona con fácil manejo de estos, tanto grúas de carga, descarga, tractores y maquinaria de traslados dentro de la cantera.

Movimiento y colocación de materiales, maquinaria y equipo en las áreas de trabajo.

Desprendimiento de masas y rocas de mármol.

Movimiento y colocación de rocas para su escuadrado o rechazo.

### **Secretario:**

Este debe controlar bien la papelería, archivos, contactos en plantas distribuidoras, así como apoyo directo al administrador y al gerente.

### **Jefe de Almacén:**

Debe conocer la maquinaria, equipo, suministro y demás. Así como controlar existencias de los mismos.



### **Bodeguero:**

Encargado de despacho de material, debe tener informado al jefe de almacén y supervisión de existencias, de los varios materiales que se tienen que tener disponibles.

### **Operador de Gato Hidráulico:**

Éste realiza cortes y chequea parte de producción fina Prepara el lugar adecuado para colocar el gato.

Opera con el equipo la separación de las masas cortadas.

### **Perforador:**

Trabaja dentro de la cantera, cortes de bloques con máquina especial, trabajo pesado, pues es a cielo abierto. Instala la máquina perforadora.

Opera la máquina como equipo de corte.

### **Escuadrador:**

Se prepara material antes de los traslados a las plantas, chequea bloques fisurados, detalles de los mismos.

Traza la roca para su escuadrado.

Escuadra la roca.

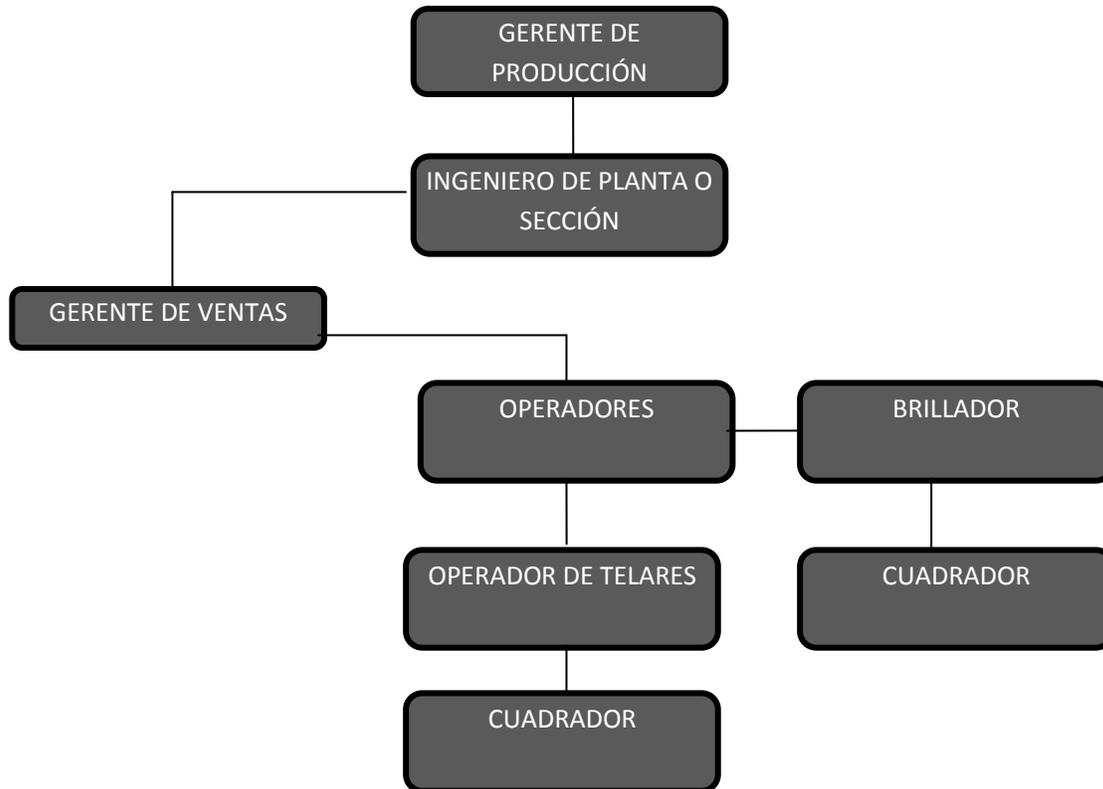
### **Botador:**

Trabajos de preparación y limpieza.

Desprendimiento de rocas utilizando el "winch" o por medios manuales( piochas, palas , barretas.).



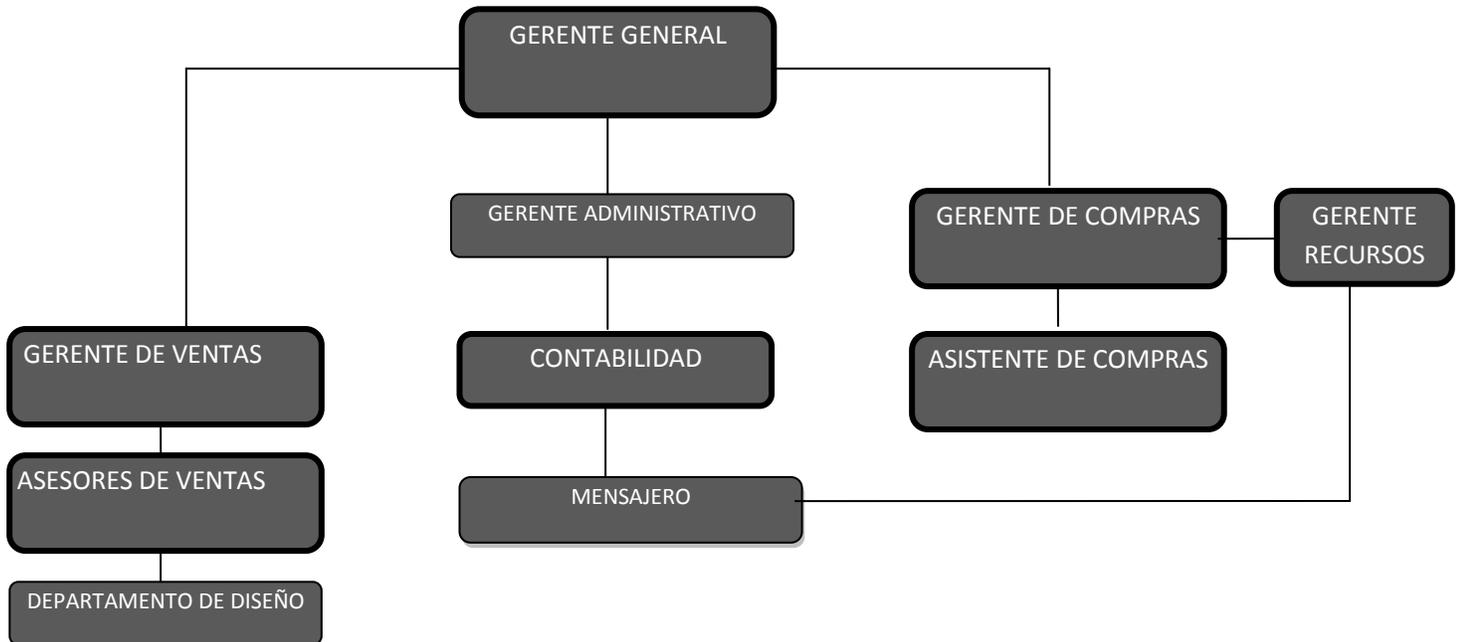
### 3.1.2. Personal en Plantas.



### 3.1.3. Personal en Salas de Ventas.

Como cualquier empresa una sala de ventas necesita para que funcione adecuadamente y transforme en productivas las expectativas de venta necesita un orden especial para lograr los objetivos que se resume en VENDER.

El siguiente cuadro muestra un ejemplo a tomar en cuenta para que funcione una Sala de Ventas.



### **Gerente de Ventas:**

Persona encargada de controlar junto con los vendedores las metas proyectadas, y da seguimiento a los productos y a los clientes.

### **Gerente administrativo:**

Controla personal, recursos, suministros, y gastos de organización.

### **Gerente de compras:**

Chequear productos, importaciones, aduanas, contactos y materiales nuevos.



### **Gerente de Recursos Humanos:**

La función principal es velar para que el personal, tenga capacitaciones para el mejoramiento de servicio al cliente, así como intermediario entre empleados y gerentes.

### **Asesores de Ventas:**

Encargados de ventas en salas, y control de seguimiento, así como también obtención de buenos resultados, buenos productos y rendimientos efectivos.

### **Contabilidad:**

Oficina encargada de los ingresos y egresos de la empresa, también control de horarios, costos y sueldos del personal.

### **Asistente de Compras:**

Debe coordinar proveedores, gastos internos, datos de importaciones y aduanas.

### **Departamento de Diseño.**

Personal encargado cuando en este tipo de negocio se les solicite algún detalle o diseño de piso por ejemplo, diseño de fachadas o detalles y consultas en cuanto una escultura o alguna pieza especial para interior.

## **3.2. Beneficios al utilizar Mármol y Granito.**

Podría mencionar muchos beneficios al utilizar estos materiales que actualmente se están utilizando en la arquitectura, pero principalmente describiré los más importantes:



- Son piedras naturales, por lo tanto la presencia de vetas, variaciones de color y tono son características propias de dichos materiales.
- Tienen un gran número de aplicaciones, las más importantes tienen que ver con pisos, fachadas, interiores, tops de cocinas, pisos.
- Sus características únicas hacen que éste sea un producto de gran demanda.
- Son rocas dimensionales, por lo tanto pueden ser cortadas y pulidas a dimensiones y formas específicas.
- Al ser utilizados en pisos, son materiales resistentes al desgaste, corrosión y aplicación de esfuerzos de compresión.
- Son materiales que por naturaleza al utilizarlos son de noble envejecimiento.
- Al utilizarlos en fachadas ofrecen aislamiento contra la humedad.
- Resisten la intemperie.
- En tops para cocinas son muy durables y tienen cualidades estéticas como ningún otro material.

### **3.2.1. Limpieza y mantenimiento.**

#### **a. Mantenimiento en interiores.**

Generalmente estos materiales son muy porosos, el mármol por ejemplo presenta inconvenientes cuando se mancha porque la mancha penetra con bastante facilidad, aunque la limpieza no sea difícil, lo fundamental es que cuando se produce una mancha sobre éste, se proceda a quitarla de inmediato, para que no llegue a adherirse al mismo.



Para limpiar este tipo de material, lo recomendable en cualquier caso es limpiar sólo con agua, y el uso de algún jabón dependerá del tipo de que se trate, si es un jabón neutro o suave se puede utilizar. No son nada recomendables los productos corrosivos, debido a que estos dañan la superficie. Existen, por ejemplo, limpiadores para óxido, que en el mármol no se recomienda usarlos, ya que como estos productos son ácidos, quitan el brillo natural del mismo.

En general, para una limpieza diaria, es suficiente emplear agua y un jabón neutro.

## **b. Mantenimiento en pisos exteriores y en fachadas de edificios.**

### **Mantenimiento del granito.**

Requiere la aplicación de algún trabajo de rehabilitación o reestructuración de brillos dependiendo de las características a la cual fue sometida su instalación, si fuese el caso de piso no necesita mayor trabajo pues no tiene un tiempo estimado en la cual el material pueda perder su calidad, aproximadamente podría ser que en un tiempo de 5 años el piso no ha perdido su calidad, pues por el grosor que debió de ser no menor de 2 cms. No implica la necesidad de mantenimiento, es importante notar que para piso exterior no debería tener brillo pues no lo necesita, en pisos interiores (techados), sí es importante que este brillado y no necesita mantenimiento al menos por 10 años.

En fachadas con granito no necesita retoque o mantenimiento cuando el material ha sido brillado, casi se aplican las mismas características que en piso.

### **Mantenimiento del mármol.**

Es diferente el mantenimiento y trabajos posteriores a su instalación pues la mayoría de mármoles que fueron instalados en Guatemala anteriormente



fueron mármoles blancos, mármoles verdes y mármoles negros los cuales en áreas exteriores si son dañados por los rayos ultravioletas, por consiguiente pierden brillo.

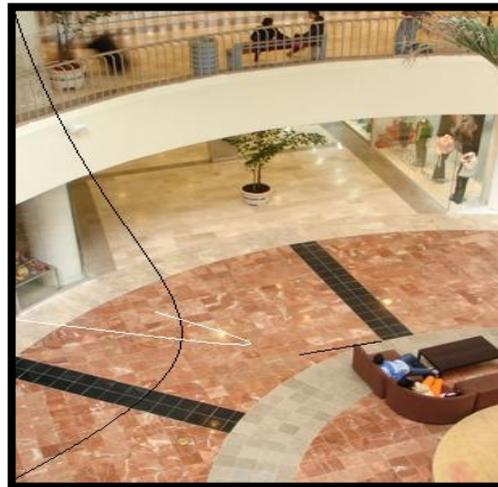
Para poder rehabilitar el brillo de estos, se debe trabajar el acabado nuevamente con máquina pulidora.

Se calcula que se puede dar mantenimiento a un piso o fachada de mármol en un tiempo de dos años después de su instalación.

Esta fotografía muestra piso de granito instalado en el Centro

Comercial Pradera Concepción.

La observación es que a pesar del tránsito de personas no ha perdido su brillo y no ha necesitado de mantenimiento



### **3.2.2. Ventajas de uso en edificios.**

- Vistocidad incomparable.
- No necesita mantenimiento.
- Resistente a la intemperie.
- Poco tiempo para poder instalar.



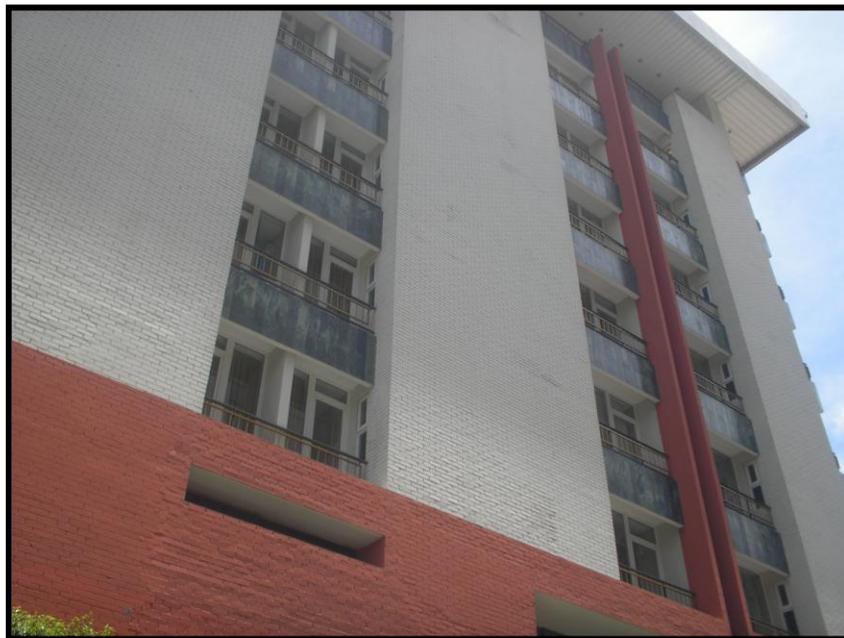


Esta fotografía muestra el edificio del Banco Citi. Ubicado en la zona 10, ciudad de Guatemala. Muestra el forro de la fachada completa con granito. (Fotografía propia).

Esta fotografía muestra la fachada del edificio del Hotel InterContinental ubicado en la zona 10 de la Ciudad de Guatemala, forrado en su fachada con Mármol Crema Sierra, mate. (Fotografía propia).



Esta fotografía pertenece al Hotel Conquistador, ubicado en la zona 4 de la ciudad de Guatemala, donde muestra sus balcones forrados con mármol verde.





### 3.2.3. Tendencias a detalles Arquitectónicos.

Debido a las características naturales de estos materiales, es especial el poder transformar algunos ambientes sencillos en ambientes encantadores, pues se logran acabados y detalles únicos; el trabajo con estos se vuelven casi artesanales por lo difícil de trabajarlos, por ejemplo forrar columnas, trabajar bases de columnas, forrar muros interiores, fuentes, también diseños en piso.



-La fotografía de arriba muestra un ovalín incrustado debajo de un top de mármol Crema marfil, instalado dentro de un gabinete de baño. (Fotografía propia).

-La fotografía de abajo detalla un top con salpicadero alto instalado en interior de una cocina, con granito Juparana Oro. Muestra el brillo y la excelente presentación que se logra después de instalado.



Esta fotografía muestra un detalle de interior, donde se logra trabajar con mármol blanco una base para una lámpara.





Esta fotografía muestra una chimenea forrada en su presentación frontal con mármol Crema Sierra.



### **3.2.4. Algunos Edificios en la ciudad de Guatemala que utilizan Mármol o Granito en sus fachadas e interiores.**

Los primeros edificios retirados del límite de propiedad, se elevan las plantas sobre columnas de tipo pilote, se utiliza el muro cortina y florecen las terrazas jardín.

La utilización de nuevos sistemas constructivos y la aplicación de lógicas alternativas permiten elevar un mayor número de plantas sobre el mismo terreno, pese a estar en una zona sísmica y a haber abandonado el sistema tradicional de adobe y mampostería. Aunque el concreto armado ya se había utilizado con anterioridad, es a partir de este momento cuando cobra verdadero protagonismo.

El uso de materiales nobles, como el ladrillo, el mármol, el mosaico o el concreto expuesto, evidencia una intención estética que busca explorar más allá de lo racional, para lograr una homologación con las arquitecturas contemporáneas y encender en la antigua ciudad algunos destellos de modernidad.

Los jóvenes integrantes de esta generación bebieron de le Corbusier, Ludwig Mies Van der Rohe, Walter Gropius o Frank



Lloyd Wright algunas de las ideas más influyentes en el ámbito internacional de la época y, de esta manera, contribuyeron a abandonar el marcado eclecticismo formal heredado de la dictadura. Así es como el siglo XX llega con retraso a la tradicional Ciudad de Guatemala.”

**02. Moderna.** Andrés Asturias, Gemma Gil, Raúl Monterroso. *Guía de Arquitectura Moderna de Ciudad de Guatemala.* Julio 2008. pp.14.

### **1. Biblioteca Nacional y Archivo General de Centroamérica.**

Ubicado en la 5ª avenida 7-26. Zona 1.

Diseñada por Rafael Pérez de León en 1957.

El edificio muestra una propuesta moderna racionalista.

Los diferentes acabados enfatizan el juego volumétrico y el mármol cobra singular relevancia sobre los demás.

### **2. Edificio Quevedo.**

El diseño arquitectónico es del Arquitecto Carlos Haussler, quien contó con el colaboración del ingeniero Víctor Kairè, el cálculo fue hecho por H.D.Torres, mientras que el proceso constructivo estuvo a cargo de la Constructora Delta. Viviendas S.A. era la empresa promotora.

En el ingreso principal una escalera de mármol blanco Guatemalteco con barandas en fina madera de conacaste recibe al visitante. El ático, destinado a vivienda en proyecto original, presenta lo que en diseño se llama anomalía, al romper la cenefa de mármol para dar paso a un muro cortina. La propiedad consta de siete niveles marcados por una secuencia de líneas horizontales, que son los entresijos fundidos en hormigón armado y forrados de mármol blanco guatemalteco. Está ubicado en la 7ª avenida 14-47 zona 1. Diseñado por el Arquitecto Carlos Haeussler. Año 1962.

### **3. Telgua.**



7ª avenida, entre 12 y 13 calles zona 1. Diseñado por Pelayo Llarena, en 1964.

El cuerpo del edificio se levanta sobre columnas de tipo pilote forradas de mármol negro.

#### **4. Edificio Herrera.**

Ubicado en la esquina de la 5ª avenida y 12 calle. Zona 1. Diseñado por el arquitecto Raúl Minondo en el año de 1950.

En cuanto a los materiales se repiten varias de las constantes ya observadas de la época, columnas forradas de mármol de color verde oscuro.

#### **5. Crédito Hipotecario Nacional.**

Ubicado en la 7ª avenida 22-77 zona 1. Diseñado por Jorge Montes, Raúl Minondo y Carlos Haeussler. Cálculo estructural del ingeniero Ernesto Rosales. De 1960-1963.

El cuerpo principal del edificio aparece elevado un nivel y medio sobre la plataforma principal, y sostenido por columnas forradas de mármol negro.

#### **6. Banco de Guatemala.**

Ubicado en la 7ª avenida 22-01 zona 1. Diseño de Jorge Montes, Raúl Minondo y Carlos Haussler. Cálculo estructural de ingenieros Roberto Solís y Ernesto Rosales. Construido por el Ingeniero Joaquín Olivares. De 1961-1964.

Desde el punto de vista arquitectónico, la esbeltez de esta construcción aporta cierta anomalía a la horizontalidad del conjunto urbano.



Sin lugar a dudas, los diversos tipos de mármol que se utilizaron dan mucha belleza y elegancia al edificio.

## **7. Edificio Anel.**

Ubicado en la Avenida La Reforma 3-48 zona 9. Diseñado por el arquitecto Jorge Pasarelli. Remodelado y ampliado por Ernesto Porrás en 1970. Contiene en su interior columnas forradas con mármol crema.

## **8. Westin Camino Real.**

Ubicado en la 14 calle 0-20 zona 10. Diseñado por arquitectos Raúl Minondo y Peter Gieseeman. Calculado estructuralmente por el ingeniero Juan José Hermostilla en 1969.

Contiene en su interior muchos detalles de mármol.

### **3.3. Proceso de industrialización.**

#### **A. Definición de industria de Laminado de Mármol.**

Es la actividad económica por medio de la que los bloques de mármol, son utilizados como materia prima, se transforman en producto final, siendo su presentación en forma de láminas o planchas. Los bloques de mármol son inicialmente aserrados para obtener planchas rústicas, las que posteriormente se les da brillo y se cortan.

#### **3.3.1 Sistemas de Extracción y métodos de corte con maquinaria.**

Se utilizan tractores, maquinaria que ayuda en los primeros trabajos pero la extracción de las rocas es manual.



“Los métodos de corte que se utilizan actualmente en mármoles y granitos son técnicas que se han venido desarrollando desde tiempos muy remotos, desde que se explotan mármoles, principalmente para esculturas.

En Guatemala durante los años 40 se utilizaron métodos rudimentarios para la extracción de bloques de mármol, métodos que se limitaban al uso de barras y martillos para hacer perforaciones, aunque ya se contaban con winches para arrancar los bloques de aforamiento.

La técnica de usar la barra y martillo es el principio en el cual se basan las pistolas de aire comprimido usadas actualmente; esa técnica consistía en que una persona sostenía la barra mientras otra persona lo golpeaba con el martillo, aquella rotaba la barra, lográndose así, un sistema de percusión y rotación rudimentario.



**Izquierda: Rotomartillo**

**Derecha: Clavos incrustados en los bloques para posteriormente utilizar el rotomartillo.**

Posteriormente con la llegada de los compresores de aire, se revoluciono el uso de pistolas o martillos de aire comprimido, que a su vez fomento la industria, no sólo del mármol, sino de rocas más duras como el granito.



En los años 70 se inicia el uso de los hilos helicoidales que llegaron al apoyo de la barrenación. Básicamente la técnica consiste en el uso de alambres helicoidales en continuo movimiento sobre la superficie a cortar, arrastrando y ejerciendo una fricción de arena sílica y utilizando agua como lubricante. Más recientemente se han venido usando los llamados hilos adiamantados, esta técnica es aplicable en granitos y mármoles, aunque en tiempo actual se continúa con la experimentación.

En los llamados países fomentadores de la explotación de mármoles y granitos (Italia, España, etc.), aún se continúa con la experimentación y el desarrollo de nuevas técnicas de corte. Las cuales son:

#### **a. Barrenación.**

Es el sistema de uso más antigua y generalizado, siempre con el apoyo de otros sistemas y muy raramente como sistema aislado se usa en cualquier tipo de roca.

Los componentes básicos de este sistema son una compresora de aire y los martillos o pistolas de aire comprimido.

La técnica consiste en la perforación de una serie de agujeros, con una separación entre ellos de acuerdo con la dureza del material de 10 cms. Hasta una profundidad de acuerdo con el tamaño del bloque que se desea cortar.

Una vez que se tienen los agujeros se introducen cuñas expansoras a cada cierto número de agujeros, con golpes uniformes sobre las cuñas se logrará que estas ejerzan una presión lateral perpendicular hasta que rompen el bloque a la profundidad perforada.

Según se sabe, en Guatemala se usó un sistema primitivo de explotación de mármol que consistía en la perforación de



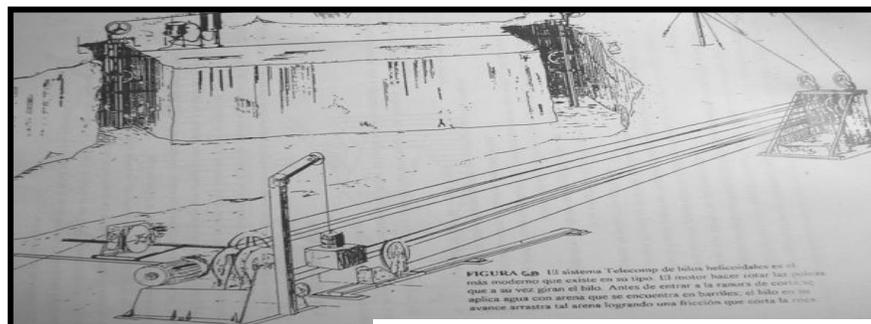
agujeros sin el uso de compresores de aire y consistía en que una persona sostenía una barra de acero y la otra la rotaba, es decir que se lograba rotación y percusión que se logra con martillos de aire.

### **b. Hilos Helicoidales.**

Este sistema de corte de bloques ha sido usado a nivel mundial desde los años 70 y aún se sigue usando en muchas canteras.

Esta técnica ha experimentado un gran desarrollo y sus principios de operación han originado otra técnica como por ejemplo la de los hilos adiamantados. La técnica de hilos helicoidales ha sido constantemente modificada producto de la experimentación lo cual ha generado la aparición de sistemas mas sencillos y de mayor producción y rendimiento.

El sistema Telecomp, un moderno sistema de hilos helicoidales que consiste en que el hilo gira a determinada velocidad sobre la superficie a cortar, en su entrada a la roca se aplica un flujo de agua y arena silica, mismas que son arrastradas por el alambre en su avance, el agua funciona como lubricante y la arena como abrasivo. El referido sistema telecomp consta de cuatro velocidades de avance y el de retroceso, la velocidad la determina el tipo de roca a cortar.



**SISTEMA TELECOMP DE HILOS**

Este sistema tiene las ventajas que se puede cortar cualquier tipo de mármol, incluyendo serpentina, ya sea en



canteras o plantas de procesamiento, el plano de corte puede estar en cualquier ángulo, el largo de corte puede ser de hasta 35 metros y la altura de 15 con un desperdicio mínimo pues la ranura de corte no excede los 10 cms., los gastos de operación son bajos.

Sin embargo tiene algunas desventajas, pues no puede cortar rocas duras, o que contengan cuarzo como los granitos, en relación a otros sistemas, este ocupa mucho espacio en canteras, la velocidad de corte es mucho menor.

En Guatemala es el sistema más usado para el corte de mármoles y serpentinitas, mediante la técnica bien planificada da muy buenos resultados se auxilia con la barrenación y se han introducido recientemente los hilos dentados.

### **c. Hilos adiamantados.**

Consisten en resortes y piezas adiamantadas que se enroscan entre si llevando un cable de acero que les atraviesa y une y al enroscarse le permite alargar o acortar el largo del hilo obteniendo así un largo de hilo ideal para el corte en ejecución.

A similitud del sistema anterior, un motor hace girar al hilo adiamantado mediante poleas, dispuestas ya sea en forma vertical, horizontal o en ángulo deseado.

El hilo se coloca alrededor del bloque que se desea cortar y una vez que empieza a girar se inicia el corta la máquina rotatoria se va alejando del bloque a una velocidad uniforme, logrando así que el hilo en sus movimientos giratorios penetre dentro de la masa y la corte. El elemento abrasivo son las pequeñas piezas de diamante y sólo se aplica agua para lubricar.

Las ventajas de este sistema son: su velocidad para cortar ya que es mayor que los otros sistemas ya que corta hasta 3.5



metros cuadrados por hora y los helicoidales sólo cortan 0.40 metros cuadrados por hora, el espacio para operación es mínimo.

Sus desventajas son: que es muy caro y necesita una superficie plana para instalar el carril y la máquina en sí.

Aun cuando es un sistema muy versátil no deja de apoyarse en otros, principalmente en la barrenación. En Guatemala se usa junto con los hilos helicoidales y la barrenación.

#### **d. Flameación.**

Este sistema consiste en el uso de un soplete de llamas a elevadas temperaturas, las cuales son usadas para fundir la roca en una ranura menor a los 12 cms.

Este sistema es particularmente utilizado para cortes en rocas de expansión variable, con gran contenido de cuarzo (granitos y similares) es generalmente usado en canteras para abrir los frentes principales." Chiquin Yoj, Mario. Estudio Geológico del Granito Tres Sabanas. Tesis. USAC. pp. 65-70.

#### **3.3.2 Maquinaria para traslados en planta.**

Se usan grúas para maniobrar bloques de tamaños considerables y montacargas para traslado de piezas o bloques pequeños.

#### **3.3.3. Maquinaria y herramientas varias.**

La maquinaria utilizada para instalar, la podemos llamar en equipo de corte, lo cual sería el uso de pulidoras, barrenos, pulidora de agua, para poder instalar utilizamos herramientas manuales. (Indicado con dibujos en cartilla de instalación).



### **3.4 términos de Salud**

En toda área de trabajo industrial, comercial o administrativa es indispensable mantener el orden y la limpieza con el fin de reducir riesgos de accidentes, brindar a los empleados condiciones confortables pero sobre todo sanas y seguras, por lo que los lugares de trabajo se han de mantener limpios y ordenados para reducir la fatiga mental.

Aunque es difícil de mantener totalmente limpia la planta por el proceso se debe considerar acciones que reduzcan el polvo, modificando los sistemas de ventilación e implementando la forma de limpieza húmeda en el área de trabajo. Al orden y limpieza se debe dedicar por lo menos 20 minutos antes de iniciar la jornada.

#### **3.4.1 Protección Personal por Manejo de Material.**

Dependiendo del tipo de trabajo que cada persona realice en una planta de producción, así deberá tomarse en cuenta que equipo será necesario para trabajar, así como correr riesgos de accidentes lamentables debido a que los materiales y maquinarias usadas son muy peligrosas. Es recomendable que los trabajadores usen: orejeras, cascos, respiradores con filtros mecánicos, guantes y calzado adecuado.

### **Aspectos de seguridad e higiene.**

La existencia de reglamentos de seguridad e higiene industrial en la planta de producción es de vital importancia, así mismo un comité que controle que dichos reglamentos se cumplan. A continuación se dan a conocer algunos aspectos que se consideran trascendentes.

Es necesario que la empresa invierta recurso por la dotación de equipo y la creación de programas de seguridad e



higiene industrial dentro de la planta de producción, con el fin de evitar conflictos futuros o accidentes.

### **3.4.2. Seguridad personal por instalación.**

#### **Orejas.**

Las cantidades de ruido que generan los sistemas de traslado de materiales a las mezcladoras industriales, así como las mismas mezcladoras, los motores vibradores, los sistemas de dosificación y pulidoras, en exposiciones prolongadas resultan muy molestas y además nocivas para los trabajadores que se encuentran dentro de la planta, por lo que se recomienda el uso obligado de orejas, para lograr una disminución significativa de la cantidad de ruido que da directamente a miembros sensibles del oído. Actualmente se están utilizando tapones, lo que se considera inadecuado, por el riesgo de contraer alguna infección debido a la acumulación de polvo y la forma en que éstos son colocados.

Aunque el nivel de ruido se considera alto se sugiere realizar un estudio de ruidos para determinar con mejor precisión los riesgos de exposición en intervalos extensos y así utilizar e equipo de protección adecuado.

#### **Cascos de seguridad categoría B:**

El peligro que corren especialmente los operadores de los montacargas es evidente, pues por la manipulación de las camas metálicas en el estibado están expuestos que se desprenda un terrazo de éstas, así como todos los trabajadores de la planta que circulan en áreas donde se encuentra almacenada materia prima o producto en proceso corre en el



mismo riesgo, por lo que se sugiere la utilización de cascos de seguridad categoría B. que le van a proporcionar una total protección contra todo tipo de golpes y altos voltajes.

### **Respiradores con filtro mecánico:**

Es de gran importancia la utilización de respiradores por parte de todos los trabajadores que laboran dentro de la planta, debido a la generación de grandes cantidades de polvo producto del tipo de proceso y de los materiales utilizados en la planta. Este dispositivo de protección respiratoria, permite purificar el aire que se inhala, eliminando los contaminantes o proporcionando aire puro a quien lo utiliza.

### **Guante de hule:**

La generación de lesiones como raspaduras, ampollas, o cortaduras es debida a la manipulación de los diferentes materiales involucrados en el trabajo del mármol y/o granito dentro de la planta, así como el producto terminado que por naturaleza es bastante áspero y con cantos un tanto filosos, por lo que se debe imponer, la utilización de guantes de hule que minimizarán el riesgo de algún tipo de lesión.

### **Calzado:**

La existencia de riesgos de daños a los pies por ejemplo la caída de objetos pesados, se puede minimizar utilizando el calzado adecuado específicamente zapatos con punta de acero. Aparte de esto los zapatos especiales proporcionan mayor comodidad y seguridad a los empleados.” **Pineda, José Adolfo. Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca, S.A. Ingeniería .USAC. pp. 98-10**



## **CAPÍTULO 4**

### **ESCULTURAS Y MÁRMOL EN EL CEMENTERIO GENERAL.**



## **4.1 Utilización de MÁRMOL y Granito en Escultura, y Edificios en Guatemala.**

En el país se utilizó estos materiales para la construcción de escultura y para detalles arquitectónicos en cementerios, columnas forradas de edificios, fachadas, detalles de interior, etc.

En la actualidad se continúa trabajando con menos frecuencia debido al alto costo que significa la utilización de los mismos.

### **Estilos predominantes del Cementerio General.**

“El cementerio General surge dentro del período denominado: Época Republicana, que comprende el siglo XIX. Creado justamente cuando se retoman los lineamientos clasicistas para la construcción de edificios, auspiciados por los gobiernos de corte liberal que suscitan la modernización del País. El nuevo cementerio “planteó transformaciones formales y constructivas, comparado con otras construcciones anteriores”, y donde proliferó la influencia extranjera. En sus inicios, “se caracterizó por el uso de formas clasicistas, fincadas en el gusto decimonónico por los modelos inspirados en álbumes arquitectónicos llegados de Europa, principalmente de Francia e Italia”, su desarrollo se ve frenado hacia 1917 y 1918, a causa de los sismos; los tres siguientes años transcurren en un período de transición, en el cual, “se restauraron bastantes mausoleos dañados, continuándose por unos cuantos años la linda tradicional”. Es entonces, cuando surgen los nuevos materiales



de construcción, como el concreto, que “permitieron la introducción de formas arquitectónicas de línea moderna”, dando paso a los grandes bloques de planta cuadrada. Hacia la década de los setenta “aparecieron los mausoleos prefabricados” realizados por artesanos del Cementerio, y de talleres cercanos a éste.

Actualmente, el Cementerio se encuentra saturado con este tipo de construcciones, ha desaparecido la elegancia y la majestuosidad de los mausoleos; se atiende únicamente a la funcionalidad primaria: la sepultura; lo que produce centenares de bloques cuadrados, uso de líneas simples sin la menor ornamentación, denominados, Tumbas de Fabricación Media, que se encuadran dentro de un Estilo Funcional. Siendo entonces el estilo predominante, la causa del estilo es el bajo presupuesto para su construcción, así como la necesidad social y utilitaria.

Excluyendo esta mayoría, se encuentran algunos mausoleos con trazo moderno e inclusive postmoderno, aunque no son construcciones que prevalecen en el área, tienen su significación histórica, por lo cual se estiman en la investigación. Pronto, se sitúan aquéllos, de línea clásica, obras escultóricas y arquitectónicas de gran relevancia, por la belleza y suntuosidad que denotan sus formas, en ellos predominan los estilos: Neoclásico, Barroco, Gótico, y Ecléctico; sobresaliendo el estilo Neoclásico. Cabe mencionar que la forma historicista que presentan ciertas construcciones, es notoria la rigidez académica con la que fueron realizados; otros por el contrario, declinan por un eclecticismo casi fundamental o inclusive, regional.” Ordoñez Ponciano, Celeste María. Tesis. USAC. Arquitectura. Apropriación de la Arquitectura, caso específico Cementerio General. Pp: 60.



## **Escultores y Marmolistas.**

“Entre los artista extranjeros que arriban al país, bajo el auge reformista del gobierno, y de los cuales persiste su obra en el Cementerio General, podemos citar:

-Andrea Antonio Doninelli Molteni: establece un taller artístico e industrial. “Esculpió el frontón del desaparecido Teatro Colón, participó en la construcción del mapa en relieve (zona 2)”.

-Pedro Valz: Marmolista, se localizan varia muestras de su trabajo en el Cementerio General, tal sea el caso del panteón del Doctor Salvador Gereda y de la familia Orantes.

-Francesco Durini Vasallo: trabajó en México, Perú, Ecuador, Honduras, Costa Rica y Guatemala. Diseño “el monumento ecuestre a Justo Rufino Barrios. Participo en el trazo del bulevar 30 de junio, hoy Avenida Reforma” autor de algunas esculturas en mausoleos del Cementerio General de la ciudad de Guatemala.

-Juan Espósito: propietario de un afamado taller de Marmolería. “Mucho de su trabajo es desconocido para la mayoría, principalmente porque estuvo en cementerios que ya no existen”.

-Bernardo Cauccino. Utilizó mucha escultura Neoclásica.

Los violentos terremotos de 1917-18, destruyeron una considerable cantidad de mausoleos y obras escultóricas de



estos autores, lo cual hace imposible creer que existan aún otros ejemplos de su obra dentro del área del Cementerio General.

Producto de las enseñanzas de estos escultores y Marmolistas nace la generación primera de artistas guatemaltecos, de mediados del siglo XX, entre los cuales podemos citar a tres de ellos, quienes han realizado obras en el Cementerio General de la ciudad.

-Rafael Rodríguez Padilla.

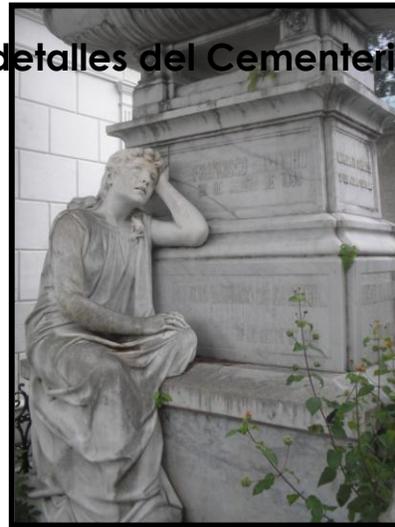
-Rodolfo Galeotti Torres.

-Rafael Yela Gunther.

#### **4.2. Fotografías de esculturas y detalles del Cementerio General.**



**Familia Camacho,  
Neoclásico**



**Familia Camacho,  
Neoclásico**

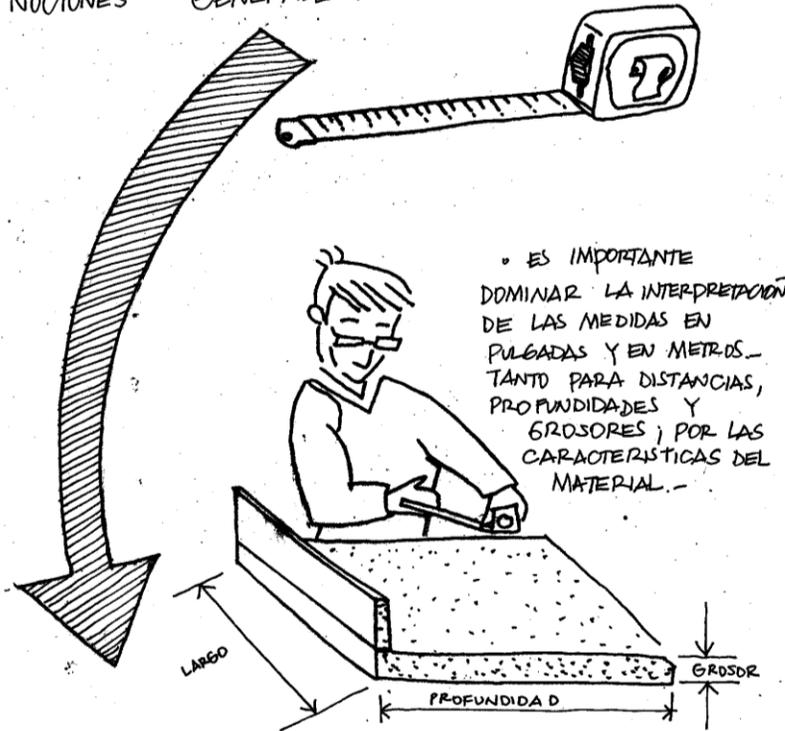


## CAPÍTULO 5

### CARTILLA DE INSTALACIÓN DE GRANITO Y MÁRMOL.



NOCIONES GENERALES -



- ES NECESARIO PARA CUALQUIER TIPO DE INSTALACIÓN DE GRANITO Y/O MÁRMOL, QUE LA PERSONA DOMINE EL SISTEMA METRICO DECIMAL, OSEA QUE PUEDA INTERPRETAR EL USO DEL METRO Y/O CINTA METRICA.-



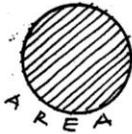
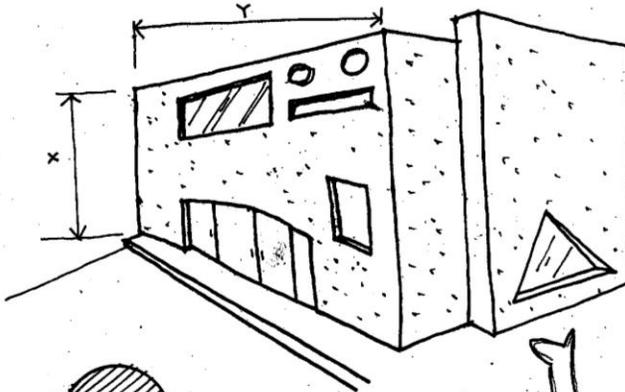
	NOCIONES GENERALES.	CARTILLA	HOJA: 1	28
--	---------------------	----------	---------	----



° PARA PODER INSTALAR DEBEMOS ENTENDER  
QUE ES Á R E A LA CUAL SE DEFINE COMO:



SUPERFICIE COMPREDIDA DENTRO DE UNOS LIMITES  
DETERMINADOS, Y SE REPRESENTA EN METROS CUADRADOS.-



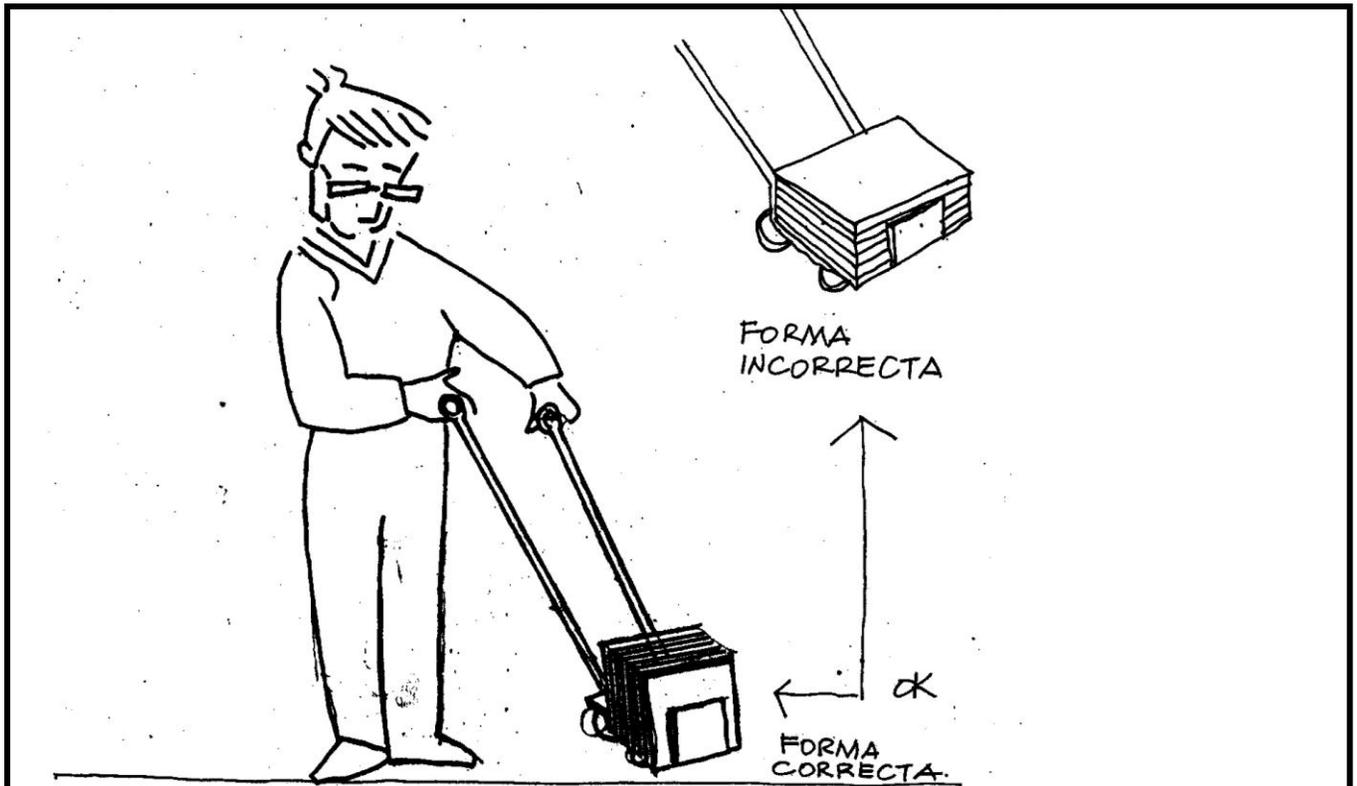
Esta fotografía muestra la Iglesia de los mormones, ubicada en la zona 15 de la ciudad de Guatemala. Forrada con mármol blanco.( fotografía propia.



Esta fotografía muestra el vestíbulo de los niveles del Edificio Centro Gerencial las Margaritas, forrados en su Interior con Mármol Travertino.



	<b>NOCIONES GENERALES</b>	<b>CARTILLA</b>	<b>HOJA: 2</b>	<b>28</b>
--	---------------------------	-----------------	----------------	-----------



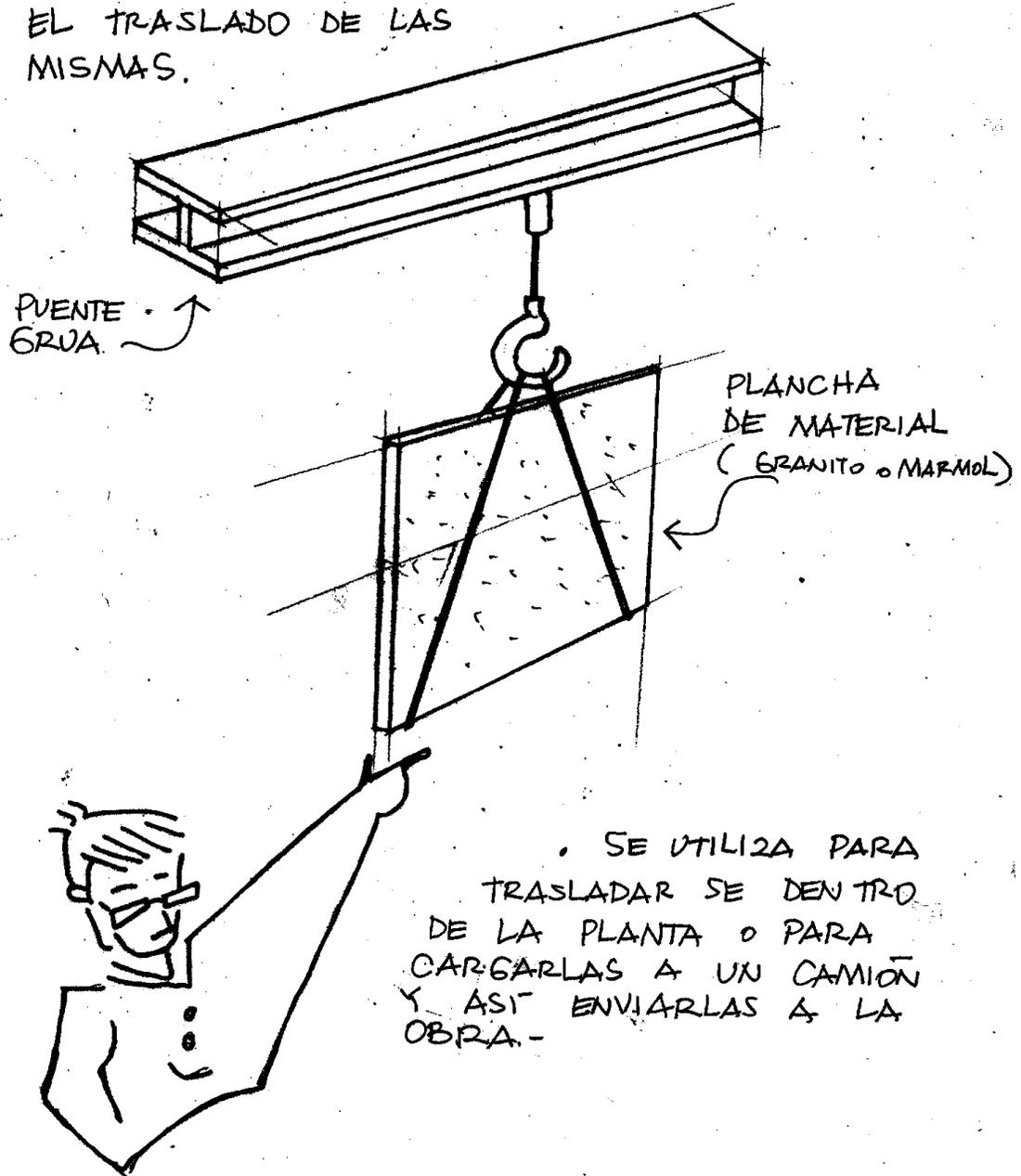
FORMA ADECUADA PARA TRASLADAR PIEZAS DE GRANITO Y/O MÁRMOL DEL TALLER PARA PISO; EN ESTA MANERA LAS PIEZAS SE QUIEBRAN. -



La fotografía muestra la manipulación de las planchas de granito. (Fotografía propia).



- LA MANIPULACIÓN DE LAS PLANCHAS EN LA PLANTA ES COMPLEJA, POR LO QUE DEBE UTILIZARSE UN PUENTE GRUA PARA EL TRASLADO DE LAS MISMAS.



NOCIONES GENERALES.

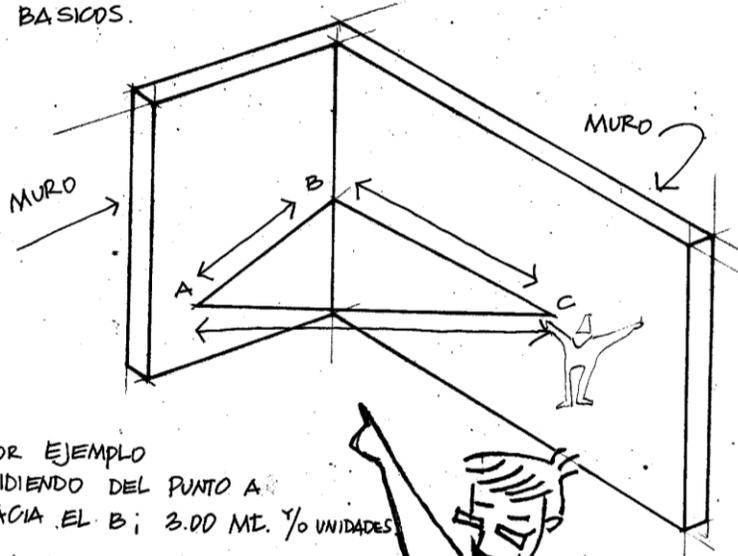
CARTILLA

HOJA: 4

28



° PARA PODER DESCUBRIR SI LOS MURDS QUE VAMOS A FORRAR DE GRANITO ESTÁN A ESCUADRA, YA SEA PARED COMPLETA O UNA SALPICADERA DE UNA COCINA, PODEMOS UTILIZAR SISTEMAS SENCILLOS, BASICOS.



° POR EJEMPLO  
MIDIENDO DEL PUNTO A  
HACIA EL B; 3.00 MT. Y/O UNIDADES  
DEL B HACIA EL C;  
4 MT. O UNIDADES.  
Y DEL A HACIA EL C;  
NOS DEBERÍA MEDIR  
5.00 MT. / ES INDICA  
O UNIDADES / QUE EL MURO  
SI ESTA  
A  
ESCUADRA.



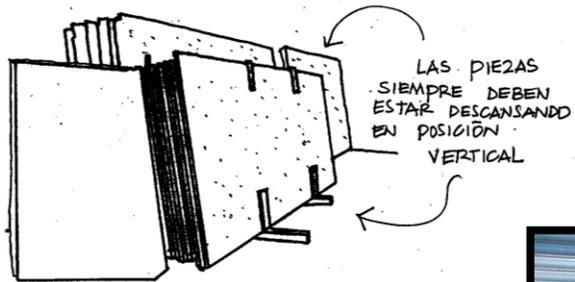
Esta fotografía muestra el vestíbulo del edificio Avante.z15 Vista Hermosa I. forrado con Mármol Crema Marfil. En el piso y MÁRMOL Travertino en las paredes. (Fotografía propia)

	NOCIONES GENERALES.	CARTILLA	HOJA 5	28
--	---------------------	----------	--------	----

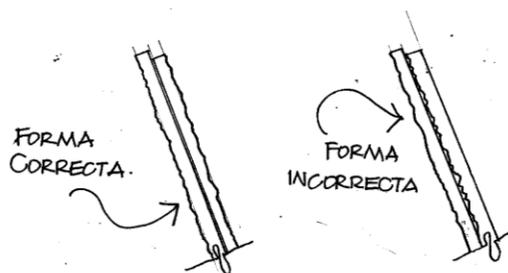


◦ ALMACENAJE DE PLANCHAS

1- APOYARLAS SOBRE DOS PUNTALES DE MADERA



2- APOYARLAS FRENTE A FRENTE LAS CARAS BRILLADAS, ESTO ES PARA QUE NO SE LASTIME UNA PLANCHA BRILLADA CONTRA LO RÚSTICO DE LA OTRA

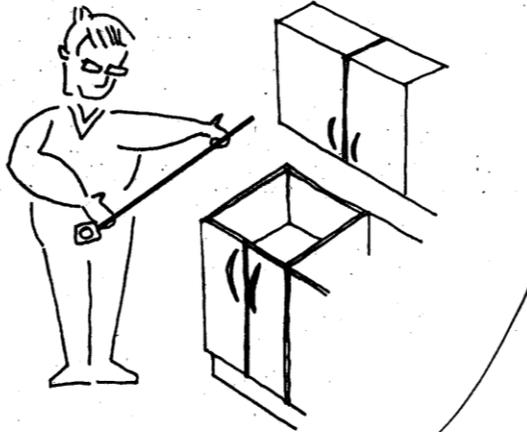


Estas fotografías muestran la forma correcta de apoyar las planchas del granito y/ mármol

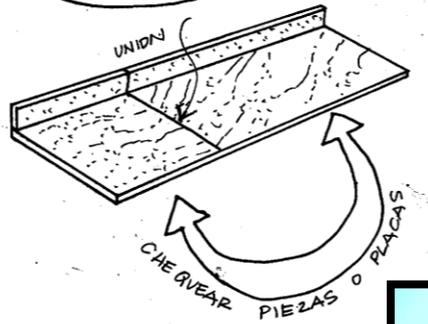


**SELECCIÓN DEL MATERIAL.-**

1. MEDIR LA ZONA A INSTALAR PARA ASÍ SEPARAR EL MATERIAL TENIENDO EN CUENTA DESPERDICIO.



2. CHEQUEAR QUE AL INSTALAR, QUEDEN LAS PIEZAS SI EN CASO EXISTEN UNIONES; LO MEJOR POSIBLE PARA QUE LAS VETAS NO QUEDEN EN DISTINTOS SENTIDOS. Y ASÍ LA INSTALACIÓN SEA EXITOSA.



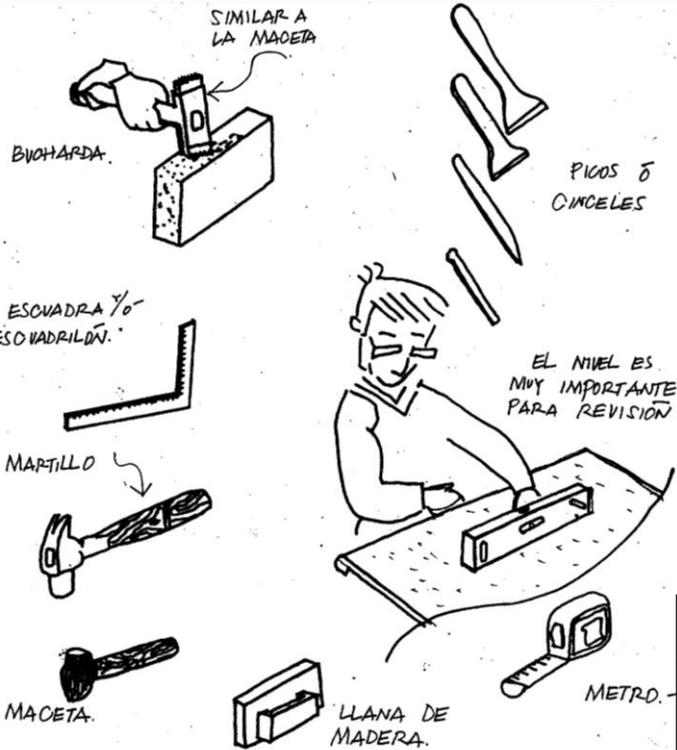
La fotografía muestra de cómo se puede seleccionar el material para su utilización posterior. (Fotografía propia).

**NOCIONES GENERALES.**

**CARTILLA**

**HOJA: 7**

**28**



**Instrumentos mas comunes para  
Instalación.**

• LOS DIBUJOS MUESTRAN LOS INSTRUMENTOS MAS COMUNES UTILIZADOS POR INSTALADORES ; EN EL PROCESO DE TRABAJO. UNOS MAS UTILIZADOS QUE OTROS, DEPENDIENDO SI ES TOP DE COCINA, PISO, MURO O FACHADA.-



La fotografía, lado izquierdo, muestra una prensa y una escuadra. La fotografía de arriba muestra herramienta eléctrica al momento de cortar las piezas para trabajar.(Fotografía propia).

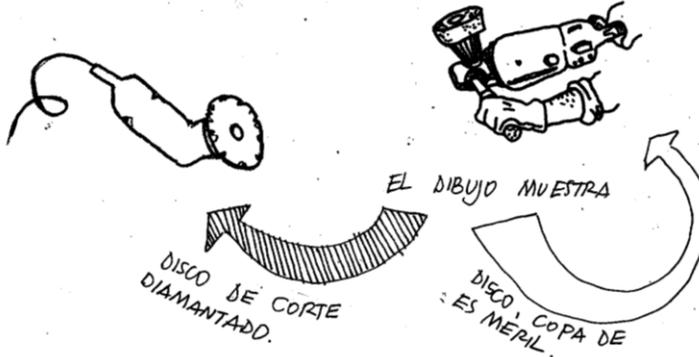
	<b>INSTRUMENTOS .</b>	<b>CARTILLA</b>	<b>HOJA: 8</b>	<b>28</b>
--	-----------------------	-----------------	----------------	-----------



LOS EQUIPOS UTILIZADOS PARA TRABAJAR GRANITO Y MÁRMOL ES LA PULIDORA DE MANO, HERRAMIENTA ELECTRICA, SE PUEDEN UTILIZAR DISCOS PARA CORTE O COPAS DE ESMERIL.



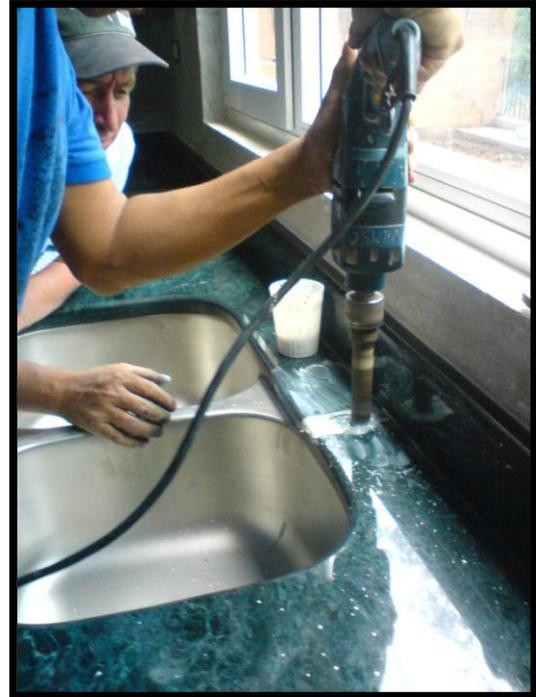
CON ESTA HERRAMIENTA, DEPENDIENDO EL DISCO O COPA, PODEMOS CORTAR, PULIR, TRABAJAR ACABADOS, BORDES, ETC.



DISCO DE CORTE DIAMANTADO.

EL DIBUJO MUESTRA

DISCO, COPA DE ES MERIL.



-La fotografía de arriba muestra al momento de abrir un agujero sobre una superficie de mármol verde con barreno y una broca especial para mármol. -La fotografía de la izquierda muestra cómo brillar una superficie de granito con una pulidora y lijas especiales para granito.

**HERRAMIENTAS.**

**CARTILLA**

**HOJA: 9**

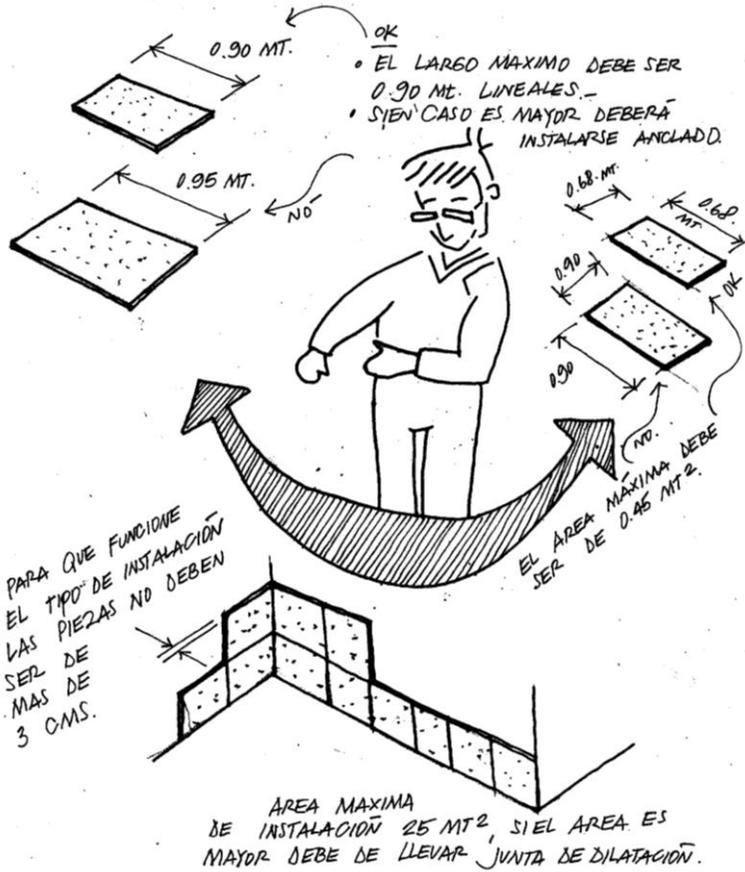
**28**



## Métodos de Instalación de Granito y Mármol en Interiores y Fachadas de Edificios



EN LA INSTALACION POR ADHERENCIA DEBEMOS TENER A CONSIDERACION LOS TAMAÑOS DE LAS PLACAS.



La fotografía muestra un muro forrado con mármol travertino . Edificio Avante. Z.15. ciudad de Guatemala.

INSTALACIÓN.

CARTILLA

HOJA: 10

28



• **INSTALACIÓN POR ADHERENCIA → MURRIADO.** -  
ESTE TIPO UTILIZA MORTERO COMO MATERIAL DE PEGA.



1.- PREPARAR EL MATERIAL COLOCANDO DOS AMARRES CON ALAMBRE DE COBRE, LOS CUALES DEBEN DE QUEDAR INCORPORADOS ENTRE EL MORTERO



Esta fotografía muestra unos locales en la zona 9 de la ciudad de Guatemala en donde se forro la pared con mármol blanco utilizando el sistema murriado o vaciado. (Fotografía propia)

**INSTALACIÓN**

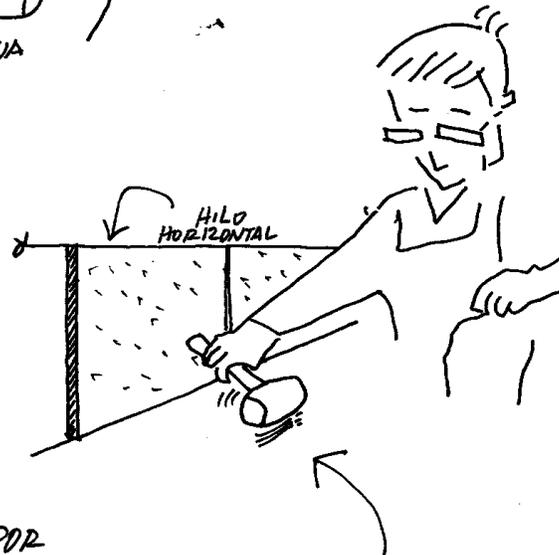
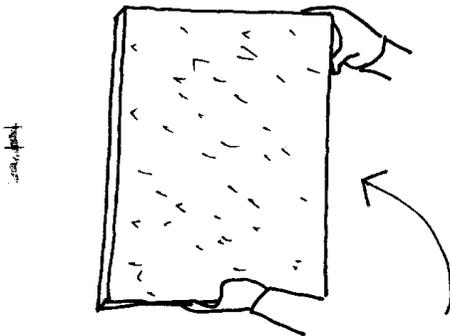
**CARTILLA**

**HOJA: 11**

**28**



6. LIMPIAR LA PARTE DE  
ATRAS DE LAS PIEZAS CON  
ESPONJA, PARA LIMPIARLA  
DEL POLVO E IMPUREZAS.



7. APLICAR AGUA CON CEMENTO POR  
DETRAS PARA QUE LAS PIEZAS ESTÉN LIMPIAS POR DETRAS.

8. SENTAR LA PLACA Y GOLPEARLAS SUAVEMENTE CON EL CABO DE  
LA MACETA Y ASI QUEDARÁ EN SU POSICIÓN DEFINITIVA.



9. AL MOMENTO DE LLENAR, LA MEZCLA DEBE SER  
SUFICIENTEMENTE LIQUIDA PARA GARANTIZAR SU  
PENETRACIÓN EN CUALQUIER ESPACIO VACÍO. DESPUES DE  
24 HORAS EFECTUAR UNA REVISIÓN.

INSTALACIÓN

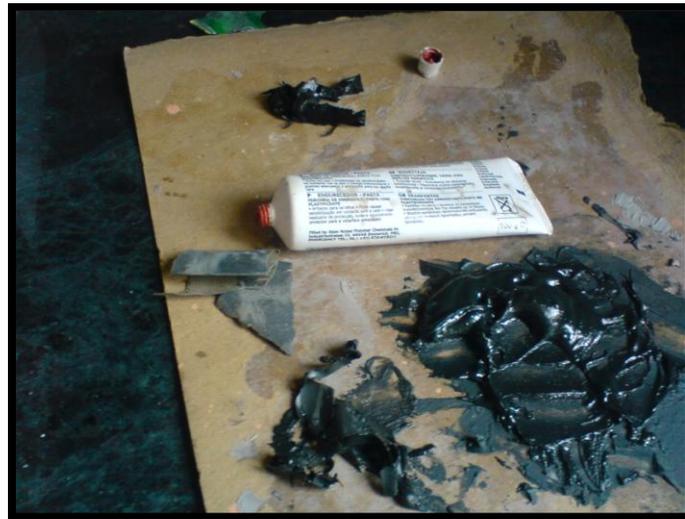
CARTILLA

HOJA: 12

28



## Métodos de Instalación de Granito y Mármol en Interiores y Fachadas de Edificios



**INSTALACIÓN**

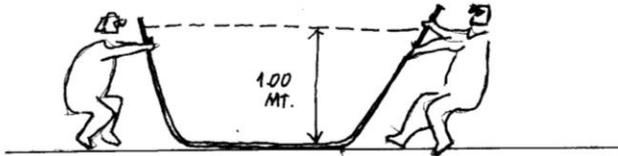
**CARTILLA**

**HOJA: 13 28**



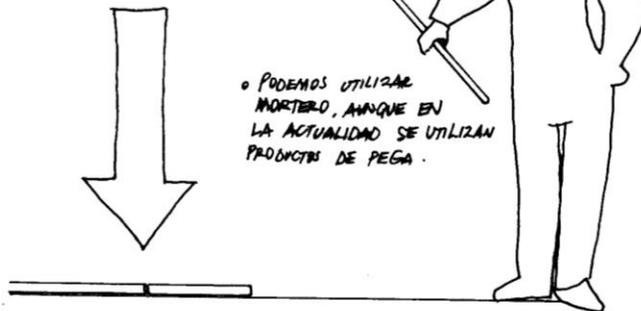
## Método de instalación de piso.

MÉTODOS PARA INSTALAR AREAS DE PISO CON  
MÁRMOL Y/O GRANITO.



1. PREPARAR EL AREA, CHEQUEANDO NIVELES DE PISO,  
CON MANOJERA DETERMINAR EL NIVEL, MARCANDOLO  
EN ALGUNA PARED PARA TENER REFERENCIA.

2. LIMPIAR EL AREA A  
INSTALAR ASI EVITAR  
RESIDUOS QUE POSTERIOR-  
MENTE NOS CAUSE PROBLEMA  
AL ASENTAR LAS PLACAS.



INSTALACIÓN

CARTILLA

HOJA: 14

28



## Instalación de piezas por sistema de anclaje.

LA PLANCHA SUPERIOR APOYADA SOBRE EL PERFIL ALIGERA EL PESO A LAS INFERIORES

0.02 Mts.

PODRÁ DEJARSE ESTE ESPACIO VACIO COMO CAMARA DE AIRE.

PLACA DE MÁRMOL O GRANITO

COLOCANDO PERFILES DE HIERRO GALVANIZADO EMPOTRADOS A CADA NIVEL, SE FORMAN HILADAS DE DESCARGA.

LA PIEZA INFERIOR

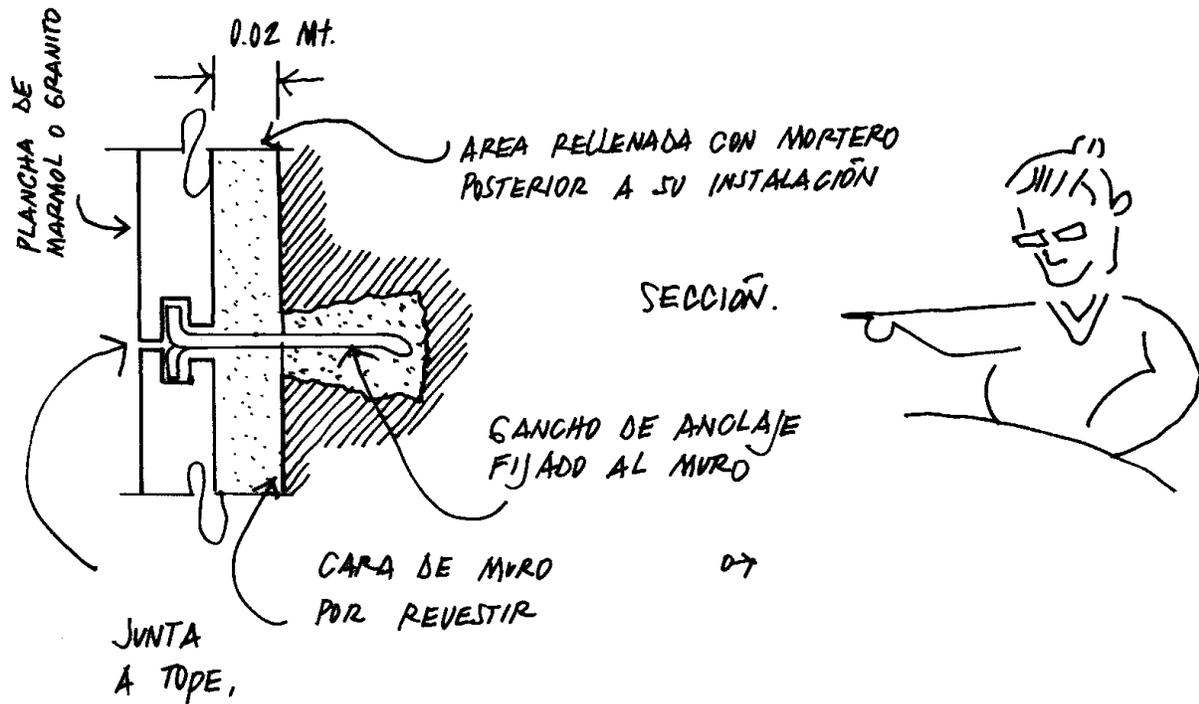
GRAPAS DE ANCLAJE DE ACERO INOXIDABLE.

	INSTALACIÓN	CARTILLA	HOJA: 15	28
--	-------------	----------	----------	----



o PARA INSTALACIÓN DE FACHADAS EXTERIORES  
LO IDEAL ES UTILIZAR ANCLAJES; PORQUE LAS PIEZAS  
SEGURAMENTE PASAN LAS RESTRICCIONES ESTABLECIDAS  
POR LOS SISTEMAS DE ADHERENCIA.

1. LAS INDICACIONES SERÁN OBTENER LA PLANIFICACIÓN Y EL  
DESPIECE DE PLANCHAS A NECESITAR Y CUBRIR POR EL  
MATERIAL, QUE PUEDE SER GRANITO O MÁRMOL.
2. PREPARAR EN PLANTA LAS PIEZAS, CON SU ACABADO, BORDE,  
SOPORTE O LO QUE NECESITE SEGÚN ESPECIFICACIONES.



ESTA FORMA SE DEBIÓ PREPARAR EN PLANTA,  
ASÍ EN OBRA SU INSTALACIÓN SERÁ MAS EFECTIVA Y  
RÁPIDA.

	INSTALACIÓN	CARTILLA	HOJA: 16	28
--	-------------	----------	----------	----



## Instalación de tops de cocina y/o baño.

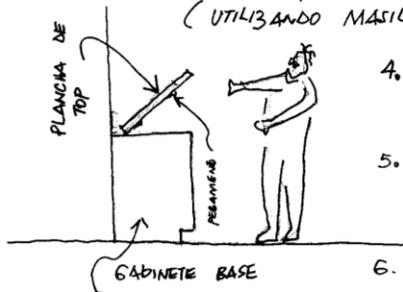
PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR GRANITO Y MÁRMOL  
EN TOPS DE COCINAS, BAÑOS.

1. MEDIR EL ÁREA A INSTALAR VERIFICANDO, NIVELES,  
ESCUADRAS, ASÍ PREPARAR LAS PLANCHAS.



2. TRABAJAR EN LA FABRICA  
LOS ACABADOS, BORDES,  
AGUJEROS, PARA POSTERIORMENTE  
LLEVAR A LA OBRA EL MATERIAL  
YA LISTO PARA INSTALAR.

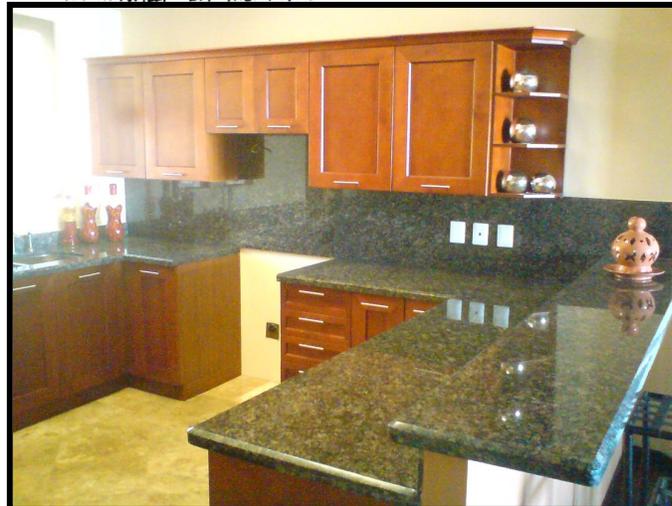
3. SI EL CASO ES UNA COCINA,  
INSTALAR PRIMERO LAS PLANCHAS Y LUEGO  
LAS SALPICADERAS CON PEGAMENTO  
(UTILIZANDO MASILLA).



4. CHEQUEAR NIVELES Y  
UNIONES ENTRE PLANCHA  
Y PLANCHA.

5. YA INSTALADO EMBOQUILLAR  
Y DARLE COLOR A LAS  
UNIONES.

6. LIMPIAR PARA DAR POR  
TERMINADA LA INSTALACIÓN.



INSTALACIÓN

CARTILLA

HOJA: 17

28



#### 4.4.7 EMBOQUILLADO.

Procedimiento que se lleva a cabo con pegantes que se aplican entre las placas o en porosidades de éstas, con el propósito de sellar toda el área enchapada y además actuar como pegante entre una placa y otra.

	<b>INSTALACIÓN</b>	<b>CARTILLA</b>	<b>HOJA: 18</b>	<b>28</b>
--	--------------------	-----------------	-----------------	-----------



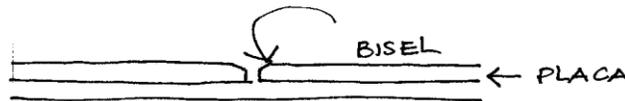
LA CALIDAD FINAL DE CUALQUIER  
TRABAJO EN MÁRMOL O GRANITO  
DEPENDE DEL BUEN TRATAMIENTO  
Y CUIDADO CON EL QUE SE TRABAJEN  
LAS JUNTAS Y LOS REMATES.



◦ PUEDEN SER A TOPE, PUES EN  
OBRA SE PUEDEN RESANAR LAS  
IMPERFECCIONES CON LA BOQUILLA  
PLACA ↓ Y LA PULIDA  
EN OBRA.

◦ SE PUEDE INSTALAR SIN BRILLO.

◦ TAMBIEN EL MATERIAL SE PUEDE INSTALAR  
BRILLADO, PERO DEBERAN LLEVAR ARISTAS  
BISELADAS PREVIAMENTE.



◦ PARA LA INSTALACIÓN DE PISOS ES  
IDEAL PULIR,

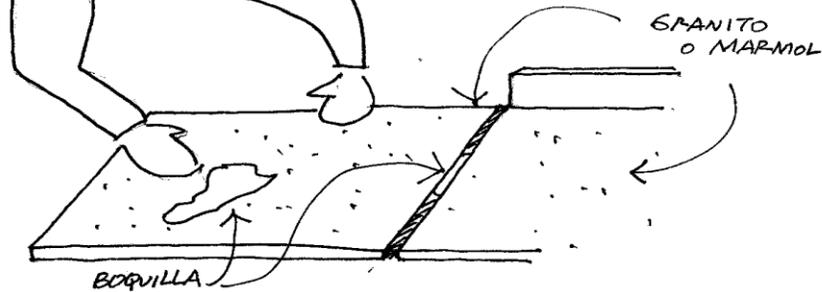
◦ A VECES NO SE EFECTUÁ ESTE PROCESO  
YA QUE EN CIERTAS OBRAS O REMODELACIONES  
NO SE DISPONE DE LAS CONDICIONES PARA METER  
LA MAQUINARIA NI PARA HACER AGUA-MUÑE.



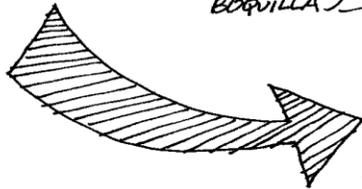
SE UTILIZA CEMENTO GRIS O  
BLANCO Y MINERALES DE  
COLORES.



EL EMBOQUILLADO  
ES EL PROCESO QUE SE  
LLEVA A CABO CON  
PEGANTES, EL PROPÓSITO  
ES SELLAR Y ADEMÁS  
ACTÚA COMO PEGANTE.



EL ÉXITO DEPENDE DEL TONO  
QUE SE DA A LA BOQUILLA,  
SE UTILIZA COMO BASE EL TONO  
DEL FONDO DEL MATERIAL Y  
NO EL TONO DE LA VETA.



DESPUES DE APLICADA LA BOQUILLA RETIRAR DE ENTRE  
LAS JUNTAS TODOS LOS RESIDUOS DEL MATERIAL,  
DEJAR COMPLETAMENTE LIMPIO Y HUMEDECER EL  
AREA.

**INSTALACIÓN**

**CARTILLA**

**HOJA: 20**

**28**



SI SE UTILIZA OTRO TIPO DE  
BOQUILLA, LA MEZCLA DEBE CONTENER  
RESINA, LA CUAL SE OBTIENE AL  
MEZCLAR



PALATAL  
(FUNCIONA COMO  
DISOLVENTE)



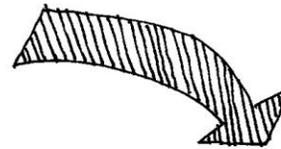
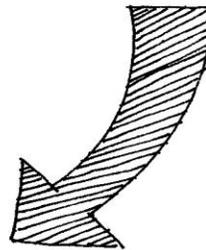
COBALTO  
(DUREZA)



GOTAS DE  
CATALIZADOR  
(REGULA LA  
VELOCIDAD DEL  
FRAGUADO).

VENTAJAS:

- ES UNA MEZCLA DE ALTA ADHERENCIA Y DUREZA.
- ES IMPERMEABLE Y NO ABSORBE GRASAS NI MUGRE.



DESVENTAJAS.

- SU COSTO ES ELEVADO EN COMPARACIÓN CON EL DE LA BOQUILLA DE CEMENTO.

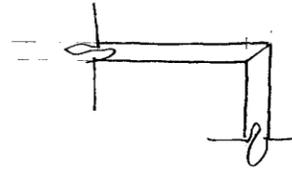
INSTALACIÓN

CARTILLA

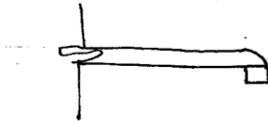
HOJA: 21 28



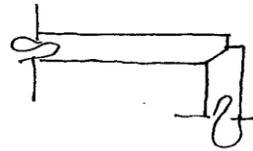
## TIPOS DE REMATES.



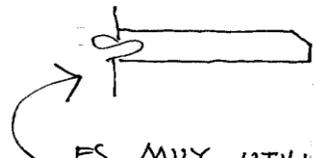
UNION A  
45°. (NO MUY ACONSEJADO  
DEBIDO A LA POSIBILIDAD DE LAS  
DESPORTILLADURAS).



BOCEL.  
(AQUI LA PLACA SE REDONDEA)



TOSCANA.  
(EXISTE ESCALÓN ENTRE PLACA  
Y PLACA)



CHAFLÁN.

ES MUY UTILIZADO PUES POR EL TIPO DE  
MATERIAL QUEDA MUY VISTOSO



#### **4.4.8 CORTE DE MATERIAL.**

Debido a la alta dureza de las piedras, en especial la del granito natural y el mármol, se requiere de diamante sintético para lograr su corte.

El proceso de corte de estas piedras implica, debido a la fricción una elevación de la temperatura del disco, razón por la cual el agua se hace indispensable en este proceso durante el cual actúa como refrigerante.

Para los cortes realizados en obras donde no es fácil surtirse de agua, se requiere de discos con especificaciones adecuadas para cortar en seco. La característica principal de estos, es la unión entre el diamante y el alma del disco reforzada mediante radiación, esta es de tan alta resistencia, que soporta subidas repentinas de temperatura sin que se deteriore su consistencia.



**CORTE DE MATERIAL**

**CARTILLA**

**HOJA: 23 28**

--	--	--	--	--



El alto costo de estos discos hace indispensable seguir cuidadosamente las siguientes recomendaciones.

- a. Limpiar la máquina pulidora antes de montar el disco.
- b. Verificar que la máquina gire en la dirección de la flecha indicadora.
- c. Trabajar sin ejercer presión. El peso de la máquina es suficiente. Una mayor presión aumenta el desgaste del disco.
- d. Cortar siempre con movimientos de vaivén especialmente cuando se trata de materiales más duros. Mantener el disco en posición vertical y efectuar el corte en línea recta.
- e. Si el disco se muestra embotado (constatable por el fuerte chisporroteo), reafirmar su condición efectuando cortes informales en algún material abrasivo como piedra arenisca o placa afiladora.

**CORTE DE MATERIAL**

**CARTILLA HOJA: 24 28**

Recomendaciones.			
------------------	--	--	--



Por razones de seguridad sugerimos seguir las siguientes:

- a. Usar cubiertas protectoras reglamentarias.
- b. Usar gafas y guantes además de la ropa de protección.
- c. Evitar inhalaciones de polvo de piedra, debido a que éste es nocivo para la salud.
- d. Trabajar en lugar ventilado y con buena iluminación.
- e. No interrumpir la marcha de un disco parándolo contra otra pieza u objeto, aun cuando la máquina ya haya sido apagada.

#### **4.4.8.1 características de los discos.**

##### **a. para granito natural.**

Calidad del corte	bueno
Rendimiento promedio	200 a 250 ml/disco para 2 cms de espesor.
Especificación del disco	28 cms de diámetro para máquina pulidora de 6500 r.p.m.

##### **b. para Mármol.**

Calidad del corte	bueno
Especificación del disco	abrasivo

	<b>INSTALACIÓN</b>	<b>CARTILLA</b>	<b>HOJA: 25</b>	<b>28</b>
--	--------------------	-----------------	-----------------	-----------



#### **4.5 BRILLO DE MÁRMOLES Y GRANITOS.**

Brillar un mármol o granito natural es aplicar ácido oxálico sobre su superficie y mediante frotación obtener la limpieza y remoción de los óxidos en ella depositados.

Para hacerlo a mano se debe pulir el material hasta obtener una superficie tersa libre de protuberancias.

La superficie se pule con materiales abrasivos (copas o lijas) iniciando con las de grano ms grueso y continuando ordenadamente hasta llegar a las de grano mas fino.

Para aumentar la vida útil de las lijas y copas, éstas deben ser usadas en combinación con agua.

Una vez terminado el proceso con una lija o copa, la placa debe ser lavada y observada a contra-luz, lo que permite verificar la reducción en el tamaño de ralladuras y marcas del disco.





Continuar con las siguiente copa o lija, manteniendo estricto orden en su utilización, teniendo en cuenta que al saltar una copa o lija no se ogra avanzar más rápidamente, si este error se cometiera con la siguiente copa o lija en turno la labor resultaría más dura.

Si el trabajo que se va a ejecutar permite el uso de copas, éstas deben ser correctamente escogidas de acuerdo con la granulometría que más se ajuste o la seria descrita, en razón a que el trabajo se va a agilizar notoriamente, especialmente en los primeros pasos.

Actualmente son fácil de consecución en el mercado nacional las copas de grano número 24-60-120.

Para trabajar un bocel, es recomendable usar copa gruesa No. 2 debido a que este grano hace más rápido el trabajo y calienta menos el material, evitando así posibles desportilladuras.

Se aplica ácido oxálico sobre la superficie, el cual puede obtenerse en polvo o en forma de esmeriles adaptables a las máquinas pulidoras de piso.

Para el brillado de cantos, el acido se aplica frotándolo contra el mármol con estopa húmeda con agua.

Una vez terminado el proceso, el mármol se debe lavar con agua para evitar que el remanente de acido se infiltre y cause manchas en la superficie del material.

Para obtener el brillo de los materiales en piso es en esencia la misma que se desarrolla en la planta industrial para brillar las placas aserradas.



La diferencia fundamental radica en el uso de máquinas industriales de alta tecnología en planta, en tanto que en obra el proceso es más simple y se desarrolla con máquinas portátiles.

El proceso de pulimento se obtiene frotando los esmeriles en combinación con agua limpia.





## **CONCLUSIONES.**

El mármol y el granito siendo materiales naturales, de mucha belleza y alto grado de elegancia en su utilización está siendo utilizado cada día más por arquitectos, constructores y diseñadores, pues con estos se logran detalles resueltos que ningún otro material lo puede lograr. El saber utilizarlos, maniobrarlos e instalarlos son puntos muy importantes para lograr objetivos propuestos.

## **RECOMENDACIONES.**

Hay que aprender a utilizar estos materiales pues la poca información que existe nos limita a su uso, y desperdiciamos la oportunidad de trabajar con ellos.



## **Anexos.**

## **Glosario.**

### **Calcita.**

Carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$ .

### **Canteras.**

Sitio donde se saca o extrae piedra, son los lugares donde se explora y explota el mármol o el granito.

### **Escuadrado.**

Es la forma en que se extrae el mármol.

### **Exfoliación.**

Propiedad que tiene ciertos minerales de fracturarse al ser golpeados.

### **Granito.**

Se le llama así, a las piedras pequeñas de diferentes diámetros al triturar y clasificar las piedras de mármol.

### **Mármol.**

Piedra caliza metamórfica de textura compacta y cristalina, susceptible de buen pulimento y mezclada con sustancias que le dan colores diversos o figuras, manchas figuras o vetas.

### **Yacimiento.**

Sitio de donde se halla naturalmente una roca.

### **Veta.**

Porción, faja de determinada materia, que por calidad y color, etc., se distingue de la base en que se halla interpuesta.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

1. Reyes Muñoz, María del Rosario. PROCESO DE TRITURACIÓN DE MÁRMOL. Tesis UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

2. BIBLIOTECA ATRIUM DE LA CONSTRUCCIÓN. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN. Tomo 1. pp.11-31.

3. Chiquin Yoj, Mauricio. MAPEO GEOLÓGICO DE CANTERAS DE MÁRMOL. SAN LORENZO, RÍO HONDO, ZACAPA. Tesis de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL COSTO ESTÁNDAR DE PRODUCCION EN LA INDUSTRIA DE LAMINADO DE MÁRMOL. Universidad de San Carlos de Guatemala. Alvarado Guzmán, Amílcar Antonio.

5. APROPIACIÓN DE LA ARQUITECTURA, CASO ESPECÍFICO: Cementerio General de Guatemala. Ordóñez Ponciano, Celeste María. USAC.

6. PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL MÁRMOL. Pivaral Castro, Oscar José. Junio 1975. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas.

7. ESTUDIO GEOLÓGICO-ECONÓMICO DEL GRANITO TRES SABANAS. Chiquin Yoj, Mario. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala.

8. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PISO DE GRANITO EN LA FÁBRICA CASA BLANCA, S.A. Pineda, José Adolfo. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.



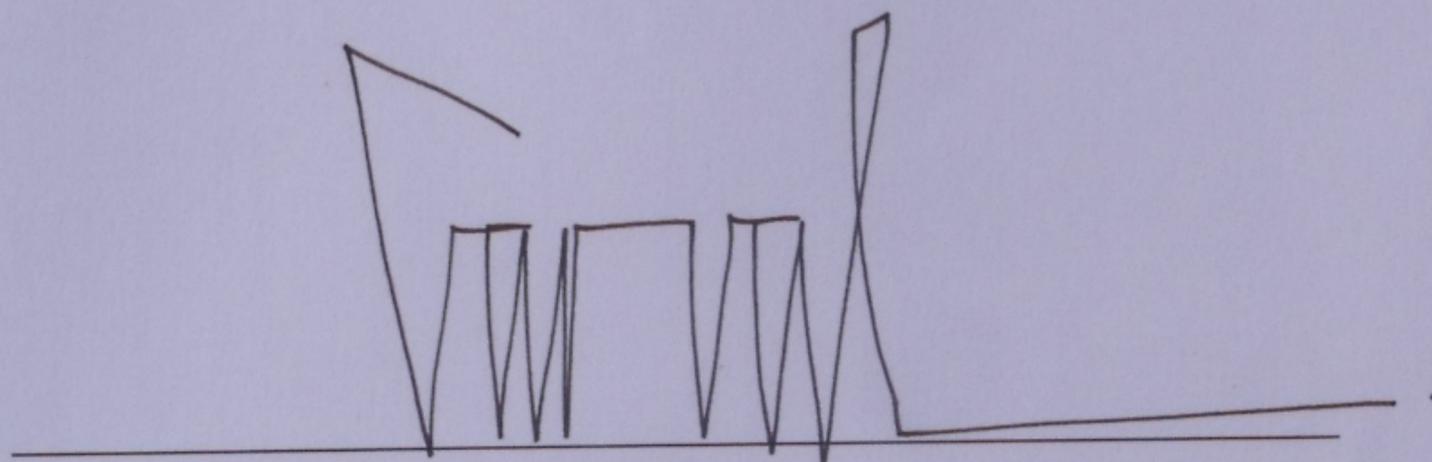
9. REVESTIMIENTOS Y ACABADOS EN ARQUITECTURA. Universidad de San Carlos de Guatemala. Stewart Castellon, Hugo Leonel.

10. MÉTODOS DEL DISEÑO PARA DISEÑO GRÁFICO. Facultad de Arquitectura. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1999. Arquitecto Tórtola Navarro, Julio.

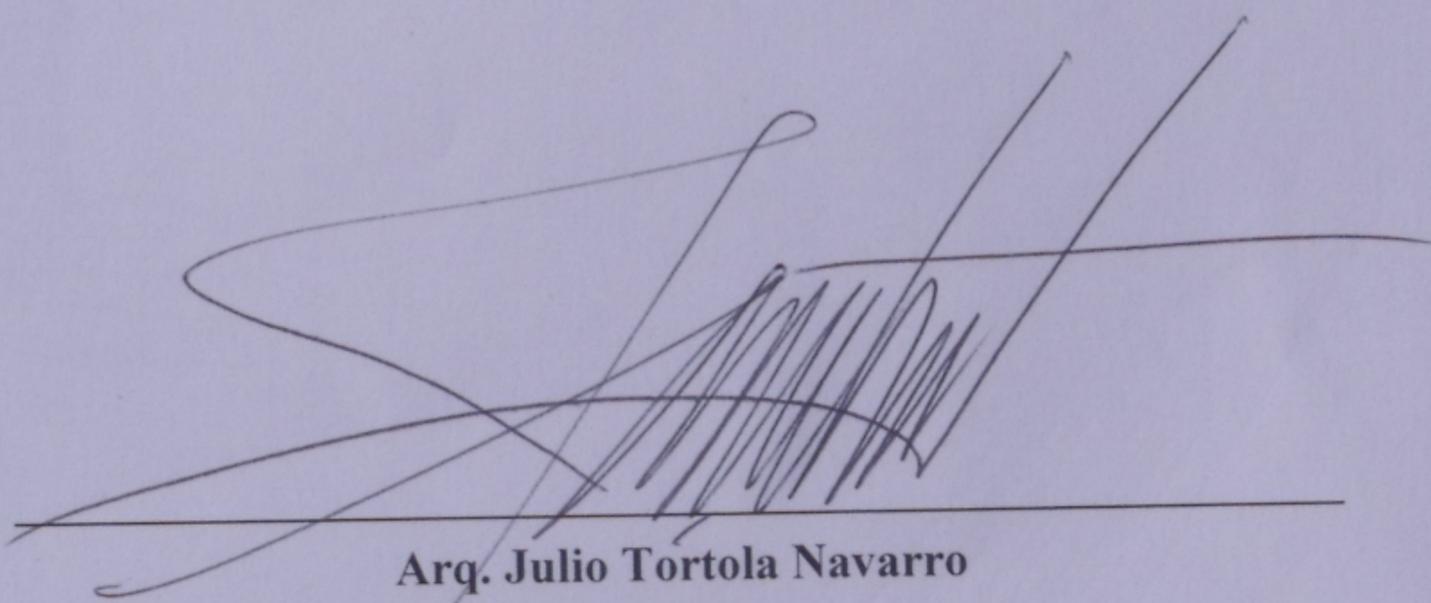
11. 02 MODERNA. GUÍA DE ARQUITECTURA MODERNA DE CIUDAD DE GUATEMALA. Asturias, Andrés. Gil, Gemma. Monterroso, Raúl. Julio 2008.

12. EDIFICIOS ALTOS DE APARTAMENTOS CONTEMPORÁNEOS EN GUATEMALA. Arq. De León, Edgar. Noviembre 2006. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de arquitectura. Tesis maestría en Diseño Arquitectónico. Tipologías arquitectónicas.

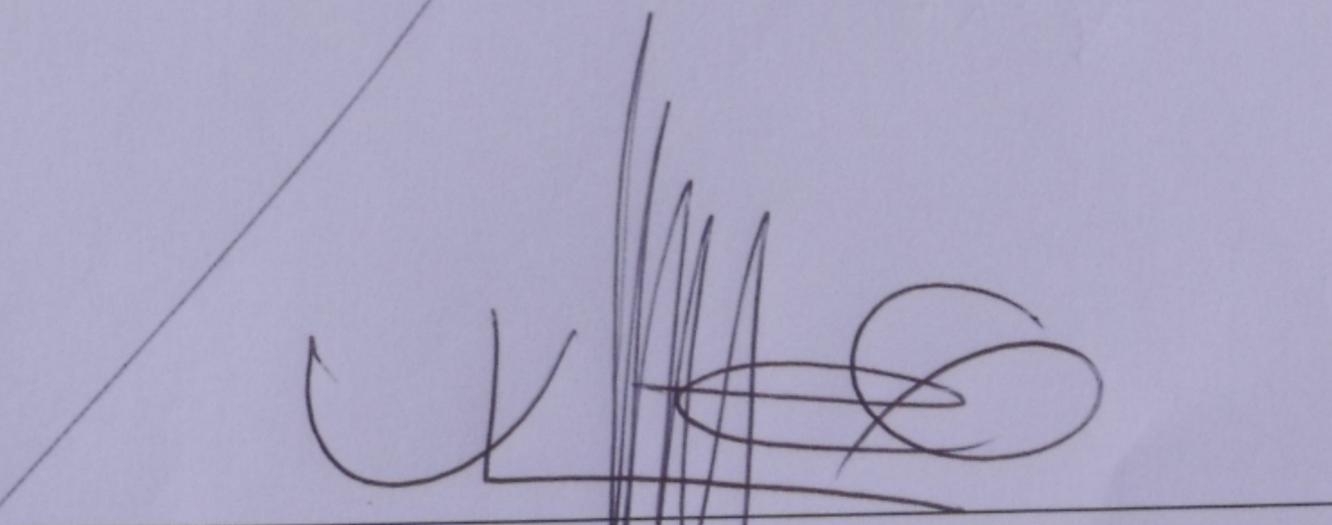
# IMPRIMASE



Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo



Arq. Julio Tortola Navarro



Victor Guerra