

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO
PARA EL CONTROL DE MONITOREO EN TIEMPO REAL
DE BODEGAS EN OBRAS CONSTRUCTIVAS”**

JOSÉ RODOLFO MUÑOZ ARIAS

GUATEMALA

2006

**“UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO
PARA EL CONTROL DE MONITOREO EN TIEMPO REAL
DE BODEGAS EN OBRAS CONSTRUCTIVAS”**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

“UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA COMPUTARIZADO PARA EL CONTROL DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE BODEGAS EN OBRAS CONSTRUCTIVAS”

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR JOSÉ RODOLFO
MUÑOZ ARIAS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL

GUATEMALA

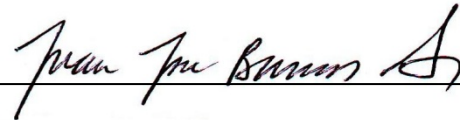
2006

Vo. Bo.:

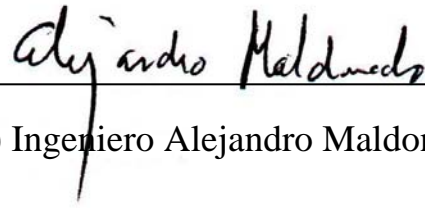


(f) Ingeniero Juan José Barrios Sosa


Tribunal Examinador



(f) Ingeniero Juan José Barrios Sosa



(f) Ingeniero Alejandro Maldonado



(f) Ingeniero Francisco León

Fecha de Aprobación: 8 de diciembre de 2,006

A Dios
A la Virgencita
A mis queridos padres y hermanos
A mi amada novia
A mis amigos del alma

PREFACIO

Este trabajo fue realizado con mucho esfuerzo durante el último semestre de mis estudios dentro de la Universidad del Valle de Guatemala. Agradezco mucho el apoyo de mis padres, Ing. Rodolfo Muñoz y Ana Lucrecia Arias de Muñoz, los cuales en todo momento me brindaron el empuje para entregarlo a tiempo. También quiero agradecer a mi novia Manola Llarena ya que sin su apoyo incondicional y sin sus consejos sobre la tesis creo que nunca habría terminado. Quiero dar las gracias al ingeniero Juan José Barrios Sosa por su asesoría en la elaboración de este trabajo.

Es importante recalcar que este trabajo de graduación no es un trabajo de programación, por lo que no pretende elaborar el programa en si, simplemente se pretende realizar los lineamientos y la justificación de los requerimientos mínimos para poder implementar un sistema útil dentro de la industria de la construcción en nuestro país.

RESUMEN

Este trabajo de graduación contiene una encuesta realizada a personas involucradas con la industria de la construcción en Guatemala. Los resultados de esta encuesta demuestran que en Guatemala aún no se aprovecha un recurso como el Internet para el control de las bodegas constructivas, es más ni siquiera se aprovecha un recurso como la computadora para el control de inventarios en obra. Esto genera la necesidad de crear un sistema que permita a las personas de la administración de obra tener un mejor aprovechamiento de la información generada por el consumo de materiales. Este sistema debe ser simple y fácil de usar ya que la escolaridad de muchos usuarios podría ser no mayor a sexto primaria. El programa propuesto cuenta con diferentes niveles de uso, dependiendo de la información a la que tengan acceso los distintos usuarios. Los usuarios van desde los bodegueros y caporales de obra hasta los gerentes de proyecto, pasando por los jefes de compra y los ingenieros residentes.

Este trabajo cuenta con los lineamientos básicos y con los requisitos para implementar un programa de control de bodegas constructivas. Además de contar con imágenes de una propuesta para la interface del programa.

CONTENIDO

PREFACIO.....	viii
RESUMEN.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. Empresas constructoras.....	2
B. Costos y organización de obra.....	3
1. Gastos técnicos y/o administrativos.....	4
2. Traslado de personal.....	4
3. Comunicaciones y fletes.....	4
4. Construcciones provisionales.....	5
5. Consumos y varios.....	5
C. Dirección de una empresa constructora.....	7
D. Control de una empresa constructora.....	7
E. Control de materiales.....	8
1. Pedidos.....	8
a. Centralización total de compras.....	9
b. Autonomía total de compras en la obra.....	9
c. Sistemas combinados.....	10

2.	Recepción de materiales.	10
3.	Almacenamiento de materiales en bodega.....	10
4.	Control de existencias en bodega.....	11
F.	Aplicación de computadoras en la construcción.....	11
III.	JUSTIFICACIÓN	15
IV.	OBJETIVOS	16
A.	Generales.....	16
B.	Específicos	16
V.	METODOLOGÍA.....	17
A.	Encuestas y perfil del encustado	17
VI.	RESULTADOS.....	18
A.	Tablas de resultados obtenidos.	18
B.	Gráficas de resultados obtenidos en encuestas realizadas.	22
C.	Interpretación de los resultados obtenidos.....	33
D.	Metodología del sistema.	36
E.	Manejo de la información.	38
VII.	CONCLUSIONES	47
VIII.	RECOMENDACIONES.....	48
IX.	LITERATURA CITADA	49
X.	ANEXO A.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de la encuesta pregunta 1.....	18
Tabla 2. Resultados de la encuesta pregunta 2.....	18
Tabla 3. Resultados de la encuesta pregunta 3.....	19
Tabla 4. Resultados de la encuesta pregunta 4.....	19
Tabla 5. Resultados de la encuesta pregunta 5.....	19
Tabla 6. Resultados de la encuesta pregunta 6.....	19
Tabla 7. Resultados de la encuesta pregunta 7.....	20
Tabla 8. Resultados de la encuesta pregunta 8.....	20
Tabla 9. Resultados de la encuesta pregunta 9.....	20
Tabla 10. Resultados de la encuesta pregunta 10.....	21
Tabla 11. Resultados de la encuesta pregunta 11.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cuadrantes de dirección	7
Figura 2. Pie de respuestas para la pregunta 1	22
Figura 3. Barras para respuesta para la pregunta 2	23
Figura 4. Barras de respuestas para la pregunta 3.....	24
Figura 5. Pie de respuestas para la pregunta 4	25
Figura 6. Barras de respuestas para la pregunta 5.....	26
Figura 7. Barras de respuestas para la pregunta 6.....	27
Figura 8. Pie de respuestas para la pregunta 7	28
Figura 9. Barras de respuestas para la pregunta 8.....	29
Figura 10. Barra de respuestas para la pregunta 9	30
Figura 11. Pie de respuestas para la pregunta 10.....	31
Figura 12. Barra de respuestas para la pregunta 11	32
Imagen 13. Vista previa del programa	40
Imagen 14. Vista previa del programa	41
Imagen 15. Vista previa del programa	42
Imagen 16. Vista previa del programa	43
Imagen 17. Vista previa del programa	44
Imagen 18. Vista previa del programa	45
Imagen 19. Vista previa del programa	46

I. INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción, el control de costos y el monitoreo de los materiales en bodega es uno de los recursos más importantes y menos usados por los ingenieros en la actualidad. Es esta necesidad la que impulsa a encontrar una forma que a la vez sea económica y eficaz para realizar esta tarea. Este trabajo de graduación pretende establecer las necesidades básicas que debe cumplir una herramienta computacional para el control de costos y materiales en bodegas de obra en la industria de la construcción. Esto facilitará el monitoreo de los materiales tanto para su inventario o control de bodega como para su costeo, evitando así el monitoreo del presupuestos contra la compra y no contra el uso de los materiales.

El objetivo de este trabajo no fue desarrollar un programa en sí, es simplemente establecer los requisitos o las opciones necesarias para el programa sea realmente una opción efectiva y que cumpla a cabalidad con los requisitos de la industria actual.

El sistema planteado cuenta con distintas versiones las cuales se rigen al nivel de acceso a la información que podría tener cada usuario. Por ejemplo, las opciones con las que cuenta un gerente de proyecto o un supervisor de obra no son las mismas con las que cuenta un caporal de obra o un jefe de compras. Cada usuario debe tener un sistema amigable con la información mínima desplegada en pantalla para que le sea fácil saber donde tiene que ingresar los datos y sobre todo saber cuales son las tareas que tiene que efectuar con frecuencia.

II. ANTECEDENTES

A. Empresas constructoras

Una empresa constructora es aquella que se dedica a la industria de la construcción. La industria de la construcción se puede dividir en muchos campos como lo son: la construcción de casas, edificios, puentes, obra civil, obras especiales, etc. En resumen son aquellas empresas que deben su existencia a la necesidad de la humanidad por edificar.

En la sociedad en que vivimos existen muchas necesidades que involucran a la ingeniería como tal, por ejemplo: Necesidades habitacionales, necesidades de comunicación, necesidades de infraestructura, necesidad de industrialización, necesidad de servicios (de urbanización: agua, luz, drenajes, etc.) y necesidades alternativas. (Suárez, 2,005).

Al ser un área tan amplia y tan variable como la que cubre una empresa constructora provoca que la misma cuente con muchos factores o elementos los cuales son determinantes para su éxito, estos son:

- En primer lugar, los clientes sin los cuales sería inútil el producto o servicio de la empresa.
- En segundo lugar, el capital sin el cual también sería imposible la realización del producto o servicio.
- El recurso humano, sin el cual sería imposible la fabricación o integración del producto o servicio.
- El conocimiento del proceso, sin el cual sería antieconómica la realización del servicio.

En las empresas constructoras de nuestros países se considera el factor humano el más determinante ya que el capital no es problema gracias a la alta demanda de vivienda que existe lo que implica que conseguir clientes para un proyecto no es limitante. Por otro lado, la tecnología poco sofisticada es fácil de conseguir, aunque esto implica que las herramientas más complejas o modernas para el control de obras empleando tecnología son pocas veces empleadas por las empresas. (Suárez, 2,006)

El objetivo primordial de cualquier empresa debe ser la productividad. Este objetivo está regido por los precios del mercado ya que los valores de venta son para el ofertante iguales a los costos del adquiriente. Por ejemplo, los costos de un concreto hidráulico premezclado están constituidos de los costos de materia prima, (el cemento, agregados, agua) los costos de equipo, (equipos de mezclado, de transporte) y los costos de mano de obra, combustibles, lubricantes, reparaciones, además de los costos indirectos por conceptos tales como supervisión, administración, servicios, rentas, amortizaciones, depreciaciones, etc. Debemos tomar en cuenta también los costos por concepto de imprevistos financiamientos, fianza, y para terminar la utilidad del proveedor. Cada material que se utiliza puede estar constituido además por su propio grupo de costos directos e indirectos. Si se logra que la empresa produzca un artículo que satisfaga todos estos costos y mantener un precio competitivo de venta, entonces se cuenta con un producto que puede ser productivo para la empresa (Suárez, 2,005)

Considerando esta cadena de costos, la responsabilidad de la productividad recae en cada uno de los procesos que la forman, de manera que cada eslabón de la cadena produzca beneficios que aseguren a la empresa que los lleva a cabo la permanencia y estabilidad dentro del mercado. (Suárez, 2,005)

B. Costos y organización de obra

Los costos de una obra pueden resumirse en los siguientes tipos: Costos directos y costos indirectos. Los costos directos son aquellos que se presentan como resultado de la ejecución directa de la obra tales como materiales, mano de obra, subcontratos y equipo, estos costos son los más sencillos de cuantificar ya que se encuentran directamente relacionados con los planos y especificaciones de obra. Los costos indirectos de una obra son más complicados ya que implican todos los costos necesarios para la ejecución de una obra, pero que no se relacionan directamente con la construcción, por ejemplo los costos de la oficina central. Este costo debe ser determinado con base a la experiencia del ingeniero encargado del presupuesto de la obra tomando en cuenta la duración de la obra y el compromiso de parte de la oficina que requiera la obra para su construcción exitosa.

La organización de una obra puede variar dependiendo del proyecto que se realice pero en resumen debe existir diferencia entre el área de producción y el área de control. El área de producción es básicamente la mano de obra que hace posible la construcción incluyendo subcontratos. El área de control esta resumida principalmente en la organización de la bodega y el personal administrativo de campo. La organización de una oficina de obra, o bodega, es muy similar a la organización de la oficina central, con la diferencia que esta se encuentra orientada hacia una obra específica. Por lo que su costeo hacia la obra se hace de forma similar. (Suárez, 1,985)

El costo de la oficina de obra o bodega se puede agrupar, básicamente en cinco (5) renglones principales, los cuales son:

- 1. Gastos técnicos y/o administrativos.** Estos gastos son los que se refieren a la parte administrativa de la bodega, son los sueldos, los honorarios, viáticos, residentes, ayudantes, bodegueros, planilleros, y cualquier personal de campo que trabaje en la parte administrativa de la obra.
- 2. Traslado de personal.** Son los gastos que se tienen en la obra cuando las obras requieren un traslado de personal de su lugar de residencia a la obra y de regreso, estos incluyen cualquier forma de transporte ya sea por aire, tierra o agua, peajes y cualquier otro gasto que tenga que ver con el traslado de personal.
- 3. Comunicaciones y fletes.** Este tipo de gasto tiene como objetivo vincular de forma constante y efectiva la oficina central con la oficina de obra, y al mismo tiempo establecer un abasto del equipo ideal para el buen desarrollo de la obra. Dentro de este renglón de gastos debemos incluir los gastos de comunicación como lo son teléfonos, celulares, radios, fax, etc. Por ultimo forman parte de este renglón aquellos gastos de uso y mantenimiento de vehículos exclusivos de la obra que sirvan como ente comunicador entre las oficinas antes mencionadas.

4. Construcciones provisionales. Estos gastos se hacen necesarios para proteger los intereses tanto de la empresa constructora como del inversionista. Este renglón incluye todas las obras de carácter temporal que se realizan en la obra tales como: Cercas perimetrales, puertas, casetas de guardianes, oficinas, bodegas cubiertas, dormitorios, sanitarios, comedores, etc. Otro objetivo de este renglón es aumentar la productividad de la obra por medio de facilitar la organización de la misma además de crear un ambiente seguro de trabajo alejado de los problemas callejeros que se puedan presentar.

5. Consumos y varios. Este renglón pretende cubrir todos aquellos gastos en los que se tenga que incurrir de manera inesperada para garantizar el buen funcionamiento de la obra, estos pueden ser equipos especiales que se requieran temporalmente por alguna condición no convencional. Además de lo anterior, este renglón cubre los gastos variables de consumo de obra tales como: consumos eléctricos, de agua, papelería, copias, alquileres, etc. (Suárez, 2,005)

Los imprevistos de la construcción son aquellos gastos inesperados, los cuales pueden confundirse muy fácilmente con la indeterminación. La indeterminación es la incertidumbre que se presenta en un proyecto cuando este no ha pasado el suficiente tiempo en la mesa de planificación y en el cual los detalles se afinan conforme el avance de la obra. La indeterminación provoca una cierta desconfianza hacia los datos que presenta el presupuesto y hace muy difícil su monitoreo y su comparación con las situaciones que se presentan en la obra. En cambio los imprevistos de construcción deben estar confinados a aquellas acciones que quedan bajo el control y responsabilidad del constructor, pero que provocan alzas inesperadas en el costo planificado de la obra. En definitiva los imprevistos son los escapes o contingencias con las que cuenta el constructor para cubrir aquellos gastos no previstos dentro de la planificación. (Suárez, 2,004)

Los imprevistos en construcción pueden resumirse en los siguientes tipos:

Imprevistos de fuerza mayor son el tipo de imprevistos que normalmente no se incluyen dentro del presupuesto de la obra, simplemente se hace la aclaración en el contrato inicial que si alguno de estos

eventos se presentara el constructor no es responsable de cubrir los costos que puedan ocasionar. Algunos ejemplos de este tipo de imprevistos son: naturales, económicos tales como alza en los salarios mínimos, cambios en las jornadas oficiales de trabajo, nuevas prestaciones laborales, etc. humanas tales como guerras y revoluciones entre otras.

Imprevistos menores predecibles son el tipo de contingencias que cubren aquellos gastos que se ocasionan por algunos elementos que causan un sobre costo a la obra pero que pueden ser valorados antes de hacer el trato final. Algunos ejemplos son los periodos de lluvia, los cuales, si bien es cierto no pueden predecirse son eventos que se repiten en temporadas anuales con intensidades que pueden ser comparadas con datos históricos para obtener un factor que cubra en un buen porcentaje este tipo de eventos naturales. Otro imprevisto que presenta las mismas características que el anterior es la inflación, la cual depende de tantos factores que es imposible predecirla, pero sí es posible estimarla y elaborar proyecciones de alta confiabilidad gracias a las pruebas estadísticas y datos históricos.

Imprevistos menores impredecibles son el tipo imprevistos se calculan para cubrir aquellos gastos menores, que puedan ser absorbidos por el constructor, pero que no pueden ser proyectados debido a la rareza de su ocurrencia en el tiempo. Por ejemplo, podemos hablar de las alzas menores en los costos de materiales y equipos normalmente se acepta una variación menor al 5%, o por ejemplo errores en la cuantificación base del proyecto, en resumen estos imprevistos cubren los costos que se elevan día a día y los errores provocados por la inexactitud humana.

Cabe resumir que los costos finales de una obra deben cumplir a satisfacción del presupuestante sus necesidades tanto de costos como de utilidad, y al mismo tiempo lograr altos beneficios para el contratante. Esta es la única forma en que los negocios sean factibles. Esto se resume en tener la oferta más baja, desde el punto de vista del contratante, y la oferta más alta, desde el punto de vista del presupuestante. El costo de imprevistos que se incluyan dentro del costo final de una obra depende de la experiencia y el riesgo que el presupuestante este dispuesto a correr según el interés que tenga sobre el proyecto.

(Suárez, 2,004)

C. Dirección de una empresa constructora

La dirección como tal en la construcción es considerada como la responsabilidad absoluta sobre la coordinación de recursos humanos y de capital de una empresa, para satisfacer en forma óptima al cliente, al accionista y al personal que la integra en forma continua y perdurable. (Suárez, 2,005)

Los resultados que espera un cliente de parte de la empresa constructora son, sin duda, costo, tiempo y calidad y al mismo tiempo espera que se cumpla con todas las condiciones pactadas antes de iniciar la obra. Por otro lado los resultados esperados por los accionistas o inversionistas del proyecto son seguridad, rentabilidad además de la satisfacción del personal.

Existen muchos tipos de dirección los cuales tienen su propia forma de ver las cosas, esto queda ilustrado en la figura 1.

D. Control de una empresa constructora

Luego de delegar todas las funciones correspondientes al personal pertinente la función de delegar se convierte en la preocupación primordial de la empresa constructora. Esto se evalúa verificando que cada miembro del equipo de trabajo cumpla con sus objetivos, misiones, funciones y rutinas generando reportes periódicos con total veracidad. Como es del conocimiento popular para todo administrador, no se puede administrar lo que no se puede medir, por tanto para controlar un proceso es importante contar con la información crítica y generar las mediciones necesarias para contar con toda la información.

Es indudable que en esta etapa el orden alcanza su máxima expresión y es claro que sin este, la posibilidad de caer en una desorganización total es latente. (Suárez, 2,005)

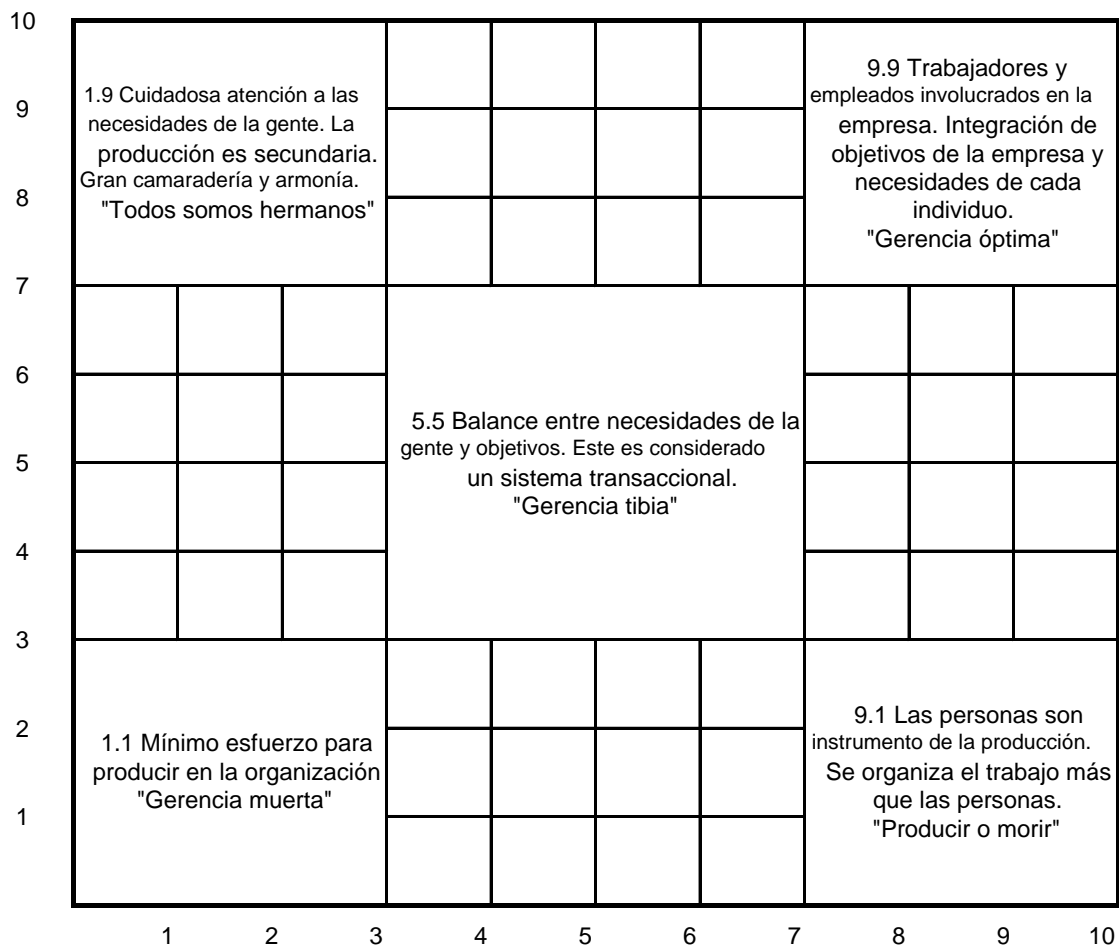


Figura 1. Cuadrantes de dirección

E. Control de materiales

Para el control de este renglón, que puede llegar a representar un 40% del precio de venta de una edificación es necesario analizar el procedimiento que este sigue desde que sale de la bodega del proveedor hasta su consumo en el sitio de construcción.

1. Pedidos. En las obras de construcción, de manera general, existen dos métodos principales de manejar este renglón. Las ventajas y desventajas de ambos se analizan a continuación.

a. Centralización total de compras. Este es un sistema en el que la oficina central se encarga de realizar todas las compras para todos los proyectos que se desarrollan en la oficina constructiva. Dentro de las ventajas que se puede percibir utilizando este método son la mejora de los precios al manejar una escala mayor en el volumen de materiales. Al mismo tiempo se logra un mayor control sobre la existencia de materiales en obra.

En oposición a estas ventajas podemos encontrar el retraso en el envío de los pedidos y de la entrega debido al gran volumen de materiales que puede llegar a manejar el departamento de compras. Otra desventaja muy común en la industria es la aparición de proveedores consentidos o preferenciales debido a la afinidad que puedan tener con la persona que genera la orden de compra. Este mismo problema se presenta con los proyectos en los que se puede detectar preferencia hacia cierto personal. Por último centralizar las compras puede generar una evasión de responsabilidad de parte del residente, ya que éste puede llegar a culpar de sus atrasos a la oficina central debido al tema de los materiales.

b. Autonomía total de compras en la obra. La primera ventaja que salta a la vista es el aceleramiento de la entrega de materiales en obra. Una ventaja que se presenta por naturaleza es el adecuado establecimiento de prioridades de entrega, ya que la persona que emite las órdenes de compra es también la responsable de verificar los objetivos de producción. Al igual que la ventaja anterior, otra ventaja común de este tipo de organización es la responsabilización del ingeniero residente del seguimiento y de las órdenes de compra.

Por otro lado en este sistema se sacrifica la economía de escala en algunos casos, y el control que se pueda tener sobre la obra en este renglón. Por último, un punto que pocas veces se toma en cuenta, es el desgaste mayor que sufre el responsable de la obra, al tener a su cargo renglones adicionales a la construcción.

- c. Sistemas combinados.** Este es el sistema probablemente mas apropiado para empresas que ya se encuentran consolidadas en el mercado y que constan de una oficina que pueda soportar los tramites requeridos para lograrlo ya que requiere mucha organización y coordinación entre campo y oficina.

En este sistema la oficina central se encarga de hacer la selección de los posibles proveedores, así como de la negociación de los precios a manejar para la oficina en general. Mientras que la obra es responsable de realizar los pedidos y de programar la forma de entregar los materiales directamente con el proveedor. Al final, la oficina central o el responsable de obra pueden monitorear que el programa de entregas sea cumplido por el proveedor.

Aunque todos los sistemas son apropiados y se puede lograr buenos resultados con cada uno de ellos, queda a criterio del empresario evaluar cual es el más adecuado para implementar en cada empresa constructora.

- 2. Recepción de materiales.** Para la recepción de materiales es muy recomendable desarrollar un formato para unificar los parámetros que debe cumplir un proveedor a la hora de entregar los materiales en la obra. Esto para facilitar tanto el trabajo de la persona encargada de la bodega como el trabajo de la persona encargada de verificar la veracidad de estas recepciones, por ejemplo auditores, ingenieros residentes y gerentes de proyecto, eliminando así cualquier confusión que se pueda crear por la forma de reportar la recepción de los materiales.
- 3. Almacenamiento de materiales en bodega.** Todos los materiales que se utilicen en la obra constructiva, y que tengan que ser almacenados deben estar organizados de tal manera que se garantice la preservación de sus condiciones físicas, geométricas y de calidad hasta el momento en que sean incorporados a la obra. (García, 2,005)

4. Control de existencias en bodega. Este control se hace necesario para conocer los requerimientos de materiales, en especial los materiales más usuales para detectar rápidamente los materiales faltantes. Aunque es muy importante llevar un control exhaustivo del manejo de los materiales, no se recomienda invertir mucho tiempo en aquellos materiales secundarios de bajo costo para los cuales sería más caro el control que su valor como tal. Aunque es probable que la obra sea víctima de los robos ocasionales de materiales, es muy costoso controlarlos y más costoso aun probarlos, además que dadas las condiciones económicas del personal de bodega común, su recuperación económica se hace prácticamente imposible, es por esto que se recomienda hacer todo lo posible por evitarlo pero sin invertir mucho recurso en esto.

F. Aplicación de computadoras en la construcción

El avance increíblemente rápido de las computadoras tanto a nivel de software como de hardware ha permitido a la industria implementar, a menor costo, sistemas de control utilizando la tecnología. Al ser la construcción parte de esta industria no podía ser la excepción. El realizar tareas comunes de ingreso de datos directamente en la computadora ha permitido finalizar las tareas mucho más rápido, tanto en su recolección como en su análisis haciendo el proceso mucho más productivo y eficiente. El factor tiempo, el cual se logra un ahorro impresionante con solo recolectar los datos directamente en la computadora, ha sido uno de los principales motores para incluir este tipo de tecnología en las obras constructivas, evitando el uso de libretas de recolección manuales para luego transcribirlas a sistemas computarizados de control de obra. (Lester, 1,984)

Hoy en día existen programas de computadora para el manejo de obras tales como programación, costo, estimaciones pero sólo en algunas empresas en nuestra industria explotan este recurso de manera aceptable. Por ejemplo, idealmente se debería integrar las funciones de campo con las funciones administrativas de la empresa, logrando así, una integración entre todos los departamentos y personas que contribuyan a la ejecución eficiente de los proyectos. (Lester, 1,984)

La función principal que debe tener un programa para el control de obra es hacer mucho más fáciles las decisiones de todo el equipo técnico que esta trabajando en la obra. Esto se logra cuando el programa brinda información clara y precisa sobre la realidad del proyecto. Idealmente el equipo técnico tiene acceso a la información completa incluyendo tablas y gráficas que demuestren la realidad de la obra. Cuando esto se logra, el gerente de proyecto puede concentrarse en gerenciar el proyecto y tomar decisiones basadas en la realidad sin tener que ir directamente a la obra. Las características principales con que debe cumplir un programa con estas características son:

1. **SER FÁCIL DE OPERAR:** Los mejores sistemas en el mundo son efectivos y fáciles de operar. Especialmente por que el sistema de control debe ser operable por personal de obra el cual muchas veces no tiene la capacitación ideal, pero cuenta con la disposición de aprender. El sistema no debería de requerir que el usuario memorizara nada más que una contraseña de ingreso.
2. **PERMITIR EL ACCESO EN DIFERENTES NIVELES DE SEGURIDAD Y GUARDAR UN REGISTRO DE TODOS LOS MOVIMIENTOS.** Esto con el propósito de seguridad y para evitar el extravío de información importante. El nivel en el que puede ingresar cada usuario será definido dependiendo de la función que el mismo cumpla dentro del sistema.
3. **GUARDA LA HORAS LABORALES, COSTOS LABORALES, Y PRODUCTIVIDAD EN UNA BASE DIARIA.** Esto con el fin de sustituir los cuadros de asistencia que se llevan manualmente comúnmente en las obras.
4. **GUARDAR LOS COSTOS DE EQUIPO, MATERIALES, ETC. DE FORMA DIARIA.** Estos costos se guardan normalmente en el cuadro de control de materiales también de forma diaria.
5. **GUARDAR UNA VITACORA DE LA OBRA DE FORMA DIGITAL DIARIA.** Con el fin de mantener un record diario de los avances en la obra, así como de eventos extraordinarios que sucedan.
6. **HACER TODOS LOS RECORDS DIARIOS ACCESIBLES.** La idea principal de tener un record diario actualizado, poder accederlo para tener cualquier información que sea necesaria de forma rápida. Esta función es la que le da sentido a tener los controles anteriores, sin esta todas las funciones anteriores quedan sin objeto de ser. Además deben estar en un lenguaje y ordenadas de tal

forma que sea fácil tanto para los ejecutivos como para los contadores poder entrar a esta base de datos para verificar cualquier información que necesiten dentro de la base de datos.

7. TRANSMISIÓN DE DATOS A LA CENTRAL. La computadora de obra no debe trabajar como una estación solitaria, en cambio debe estar conectada a una red para poder acceder a la información desde los puntos asignados del sistema de la forma más actualizada posible para poder contar con la mayor cantidad de beneficios posible.
8. HACER TRABAJOS DE PROGRAMACIÓN, ESTIMACIONES, ENTRE OTRAS FUNCIONES. Esta es una función que va de la mano con la documentación, pero el programa debe ser capaz de registrar todos estos procesos para contar con el panorama completo sobre la obra.
9. LA COMPUTADORA DEBE SER CONFIABLE Y ESTAR EQUIPADA CONTRA LOS CORTES ELÉCTRICOS. La computadora debe ser capaz de trabajar un momento sin energía eléctrica, esto con el fin de no perder información valiosa por culpa de las fluctuaciones eléctricas.
10. LA INFORMACIÓN DEBE ESTAR ASEGURADA EN EL SITIO. Esto se refiere tanto a la información virtual, esto es contar con copias de seguridad, y como la información física, específicamente discos duros los cuales pueden ser sujetos a robos o acciones mal intencionadas de parte de gente ajena a la empresa.

El programa debe cumplir con todas estas funciones, pero no debe, en ningún momento, quitar mérito al gerente de proyecto el cual debe ser capaz de analizar las situaciones y resolverlas de la mejor forma posible cuando esto este a su alcance. Un sistema que permite a los ejecutivos revisar la documentación completa de las obras puede recaer en la pérdida de autoridad del residente del proyecto. Esto es algo que debe evitarse a toda costa ya que la función del residente o del gerente de proyecto no es, en ningún momento, sólo recabar e ingresar datos a una computadora. (Lester, 1,984)

El uso de computadoras para las tareas rutinarias de obra es inevitable. El tremendo poder y la flexibilidad con que cuentan las computadoras no debe ser utilizado simplemente para las tareas de contabilidad. Las computadoras de obra deben ser capaces de documentar todo el proceso y cualquier contratiempo para tener fácil acceso a los archivos. Implementar un sistema computarizado requiere mucho

esfuerzo de parte de la empresa y de sus trabajadores, pero los beneficios que se pueden llegar a obtener al tener toda la base de datos en red son invaluable, y a largo plazo resultan en una mejor productividad.

(Lester, 1,984)

III. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo surge de la necesidad de toda empresa constructora por llevar un control sobre los materiales que se manejan en las obras, así como la información que el movimiento de estos materiales genera. El fácil acceso al Internet hoy en día proporciona una oportunidad para lograr este control tan deseado. Logrando una combinación sencilla de estos dos factores se obtiene una herramienta que facilita el trabajo de monitoreo de obra y al mismo tiempo permite hacer proyecciones más acertadas y reales basado en la información que es continuamente actualizada. En resumen, este proyecto espera facilitar el manejo de información para lograr mejores decisiones en tiempos más cortos y evitando así los problemas por el mal manejo de los recursos.

IV. OBJETIVOS

A. Generales

Simplificar el manejo de información por medio de un sistema que comunique las bodegas de obra con la oficina central para facilitar la toma de decisiones basándose en datos obtenidos en tiempo real.

B. Específicos

1. Lograr un sistema de interface sencillo para el manejo de inventarios en bodega que actualice continuamente a un sistema más avanzado, permitiendo la visualización de los datos para la toma de decisiones.
2. Determinar las necesidades de las diferentes personas involucradas en el manejo de la información generada por el movimiento de materiales en obra, para plantear diferentes versiones del sistema que cumplan con estas necesidades.

V. METODOLOGÍA

La metodología para realizar este trabajo estará compuesta por: encuestas, para determinar las necesidades de las personas relacionadas con el control y monitoreo de bodegas en empresas constructoras de Guatemala. Tabulación y elaboración de gráficos, para obtener una idea general, tanto de la aceptación del sistema como para visualizar las herramientas que cada nivel de control requiere. Y la realización de las recomendaciones y requerimientos básicos para la ejecución del proyecto. Basado en esta información se estará obteniendo el panorama de las necesidades de información que se pretenden cubrir con la implementación del sistema.

A. Encuestas y perfil del encuestado

Una copia del formato de la encuesta se puede ver en la sección de anexos (ver página 50). El perfil del encuestado es toda aquella persona que tenga relación directa con una empresa constructora ya sea desde el área administrativa o desde el área de campo. Este perfil tan amplio pretende lograr un punto de vista de igual amplitud sobre el tema a tratar. Se pretende entrevistar tanto a profesionales como a personas que han adquirido conocimientos empíricos basados en su experiencia. Tampoco se pretende restringir las edades del encuestado ya que se quiere obtener el panorama total.

VI. RESULTADOS

Luego de elaborar las encuestas se obtuvieron los siguientes resultados. El muestreo se realizo de forma aleatoria y sin ningún orden específico. A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos.

A. Tablas de resultados obtenidos.

Tabla 1. Resultados de la encuesta pregunta 1

PREGUNTA 1	¿Cuál es su actividad principal dentro de la empresa?
Cálculo	7
Supervisión	15
Cuantificación	3
Financieras	3
Diseño	5
Compras	4
Administrativas	3
Otras	0

Tabla 2. Resultados de la encuesta pregunta 2

PREGUNTA 2	¿Tiene acceso a Internet?
Sí	32
No	8

Tabla 3. Resultados de la encuesta pregunta 3

PREGUNTA 3	¿Conoce la opción de Internet inalámbrico conectado por celular?
Sí	23
No	17

Tabla 4. Resultados de la encuesta pregunta 4

PREGUNTA 4	En su empresa, ¿cuentan actualmente con computadoras instaladas en las bodegas de obra?
Sí	12
No	28

Tabla 5. Resultados de la encuesta pregunta 5

PREGUNTA 5	Si su respuesta es sí, ¿cuenta esta computadora con acceso a Internet?
Sí	0
No	12

Tabla 6. Resultados de la encuesta pregunta 6

PREGUNTA 6	¿Con qué frecuencia realiza su empresa controles de inventario de bodega?
Diario	0
2-3 días	0
4-7 días	0

1-2 semanas	12
2-4 semanas	17
Mas de 4 semanas	11

Tabla 7. Resultados de la encuesta pregunta 7

PREGUNTA 7	¿La persona encargada de compras tiene acceso a los controles de bodega para conocer la existencia de materiales en obra?
Sí	8
No	32

Tabla 8. Resultados de la encuesta pregunta 8

PREGUNTA 8	Si su respuesta es no, ¿por qué?
Por el tiempo que toma generar los reportes de bodega	28
Por políticas de la empresa	4
Otras	0

Tabla 9. Resultados de la encuesta pregunta 9

PREGUNTA 9	¿Cree que tener proyecciones estadísticas de los movimientos de materiales en obra le ayudaría a los gerentes de proyecto a tomar mejores decisiones?
Sí	40
No	0

Tabla 10. Resultados de la encuesta pregunta 10

PREGUNTA 10	¿Cuenta su empresa con algún programa de computadora para monitoreo de costos con base a consumo de materiales en obra?
Sí	16
No	24

Tabla 11. Resultados de la encuesta pregunta 11

PREGUNTA 11	¿Estaría dispuesto a implementar un programa para el monitoreo en tiempo real de bodegas por medio de computadora en Internet instalado en obra, el cual informaría a la persona encargada cuando llega a niveles críticos de existencia en algunos materiales?
Sí	40
No	0

B. Gráficas de resultados obtenidos en encuestas realizadas.

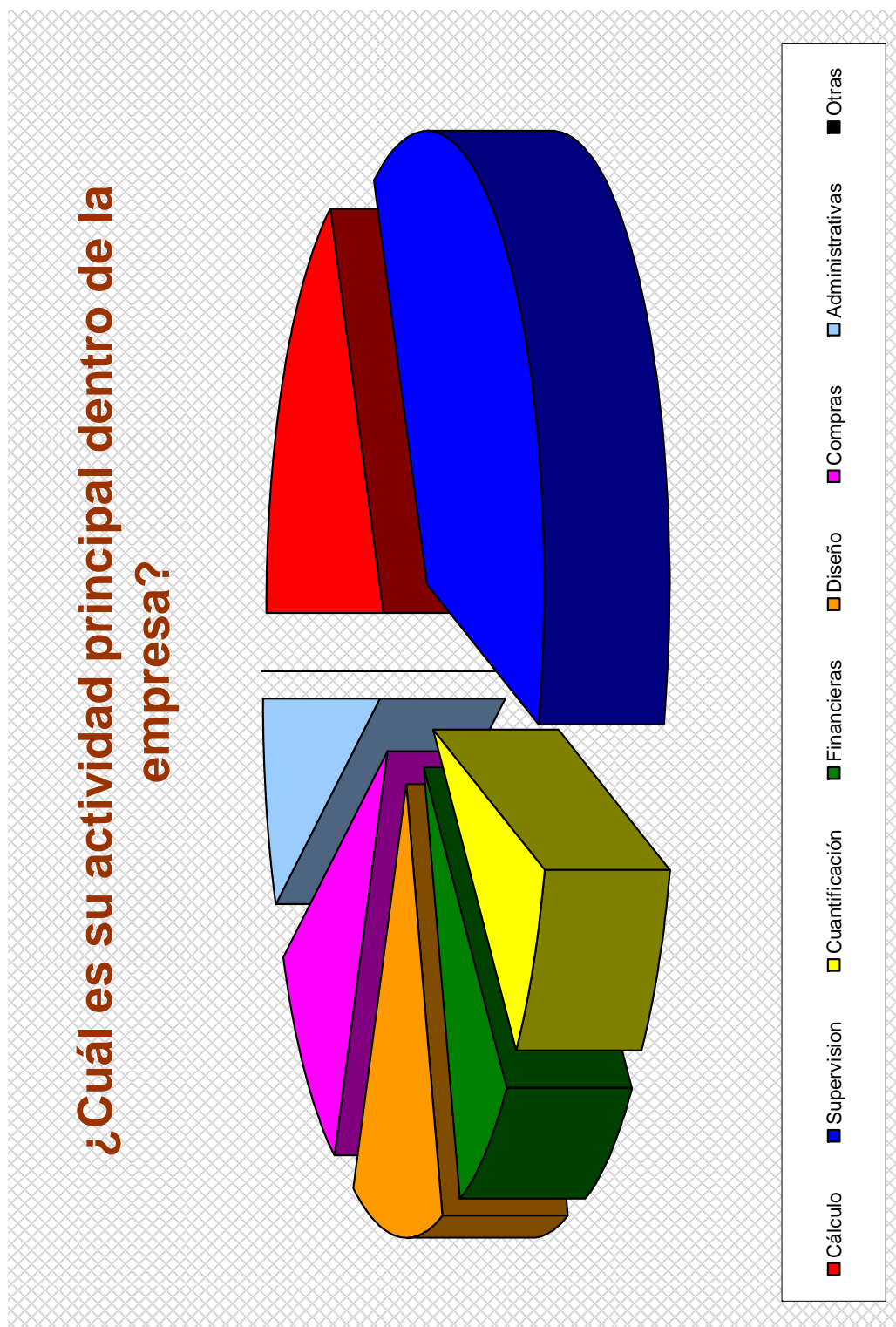


Figura 2. Pie de respuestas para la pregunta 1

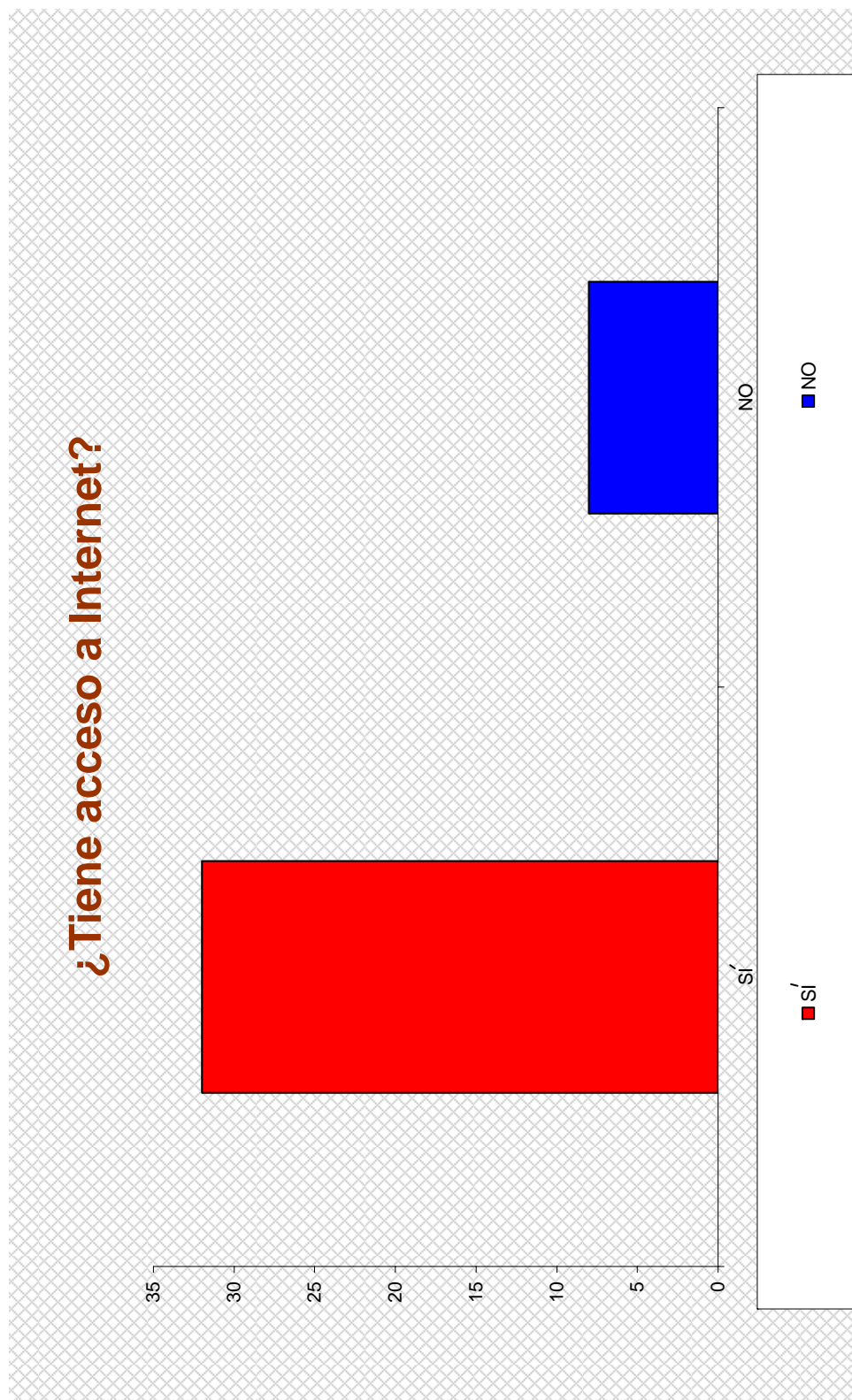


Figura 3. Barras para respuesta para la pregunta 2

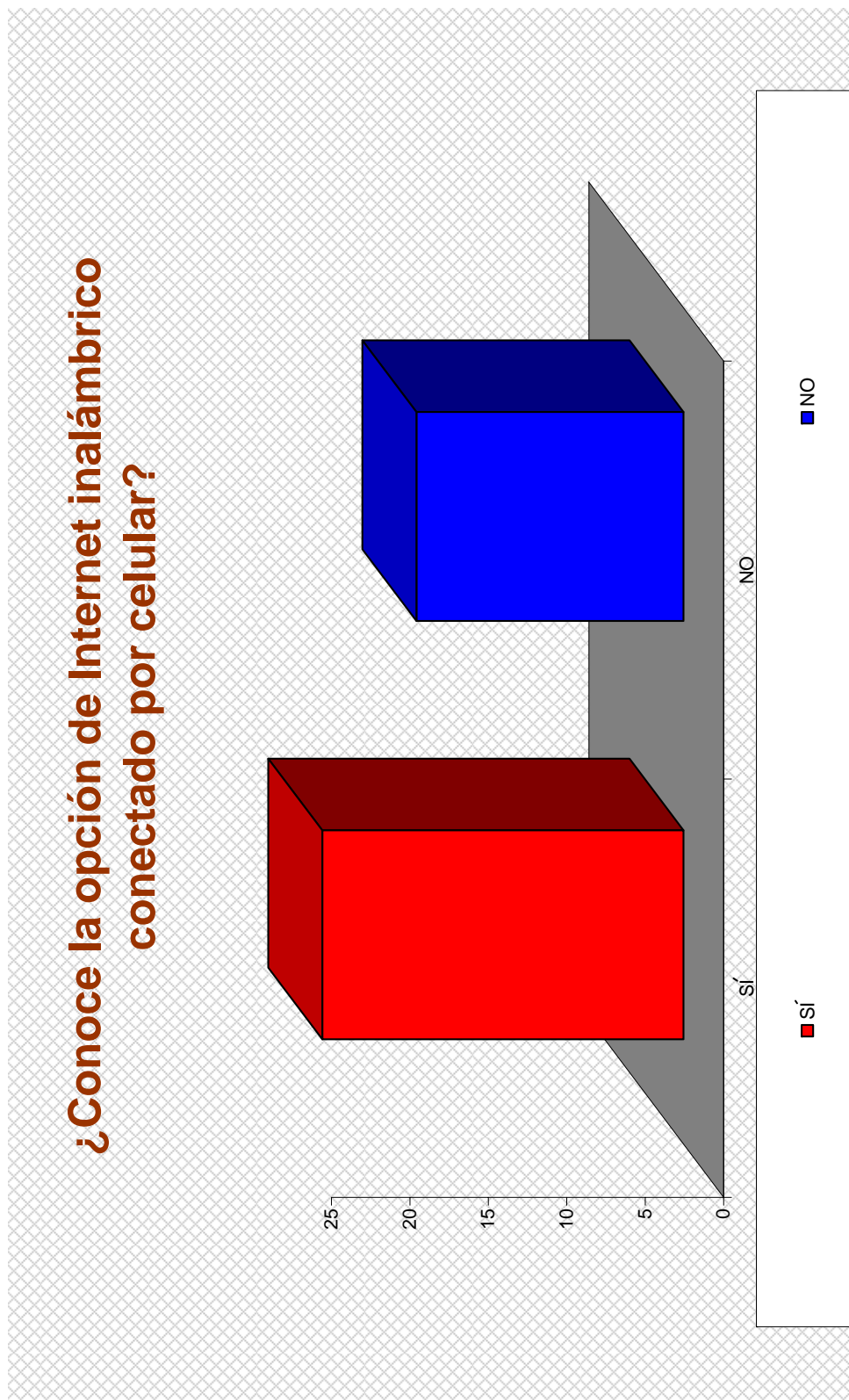


Figura 4. Barras de respuestas para la pregunta 3

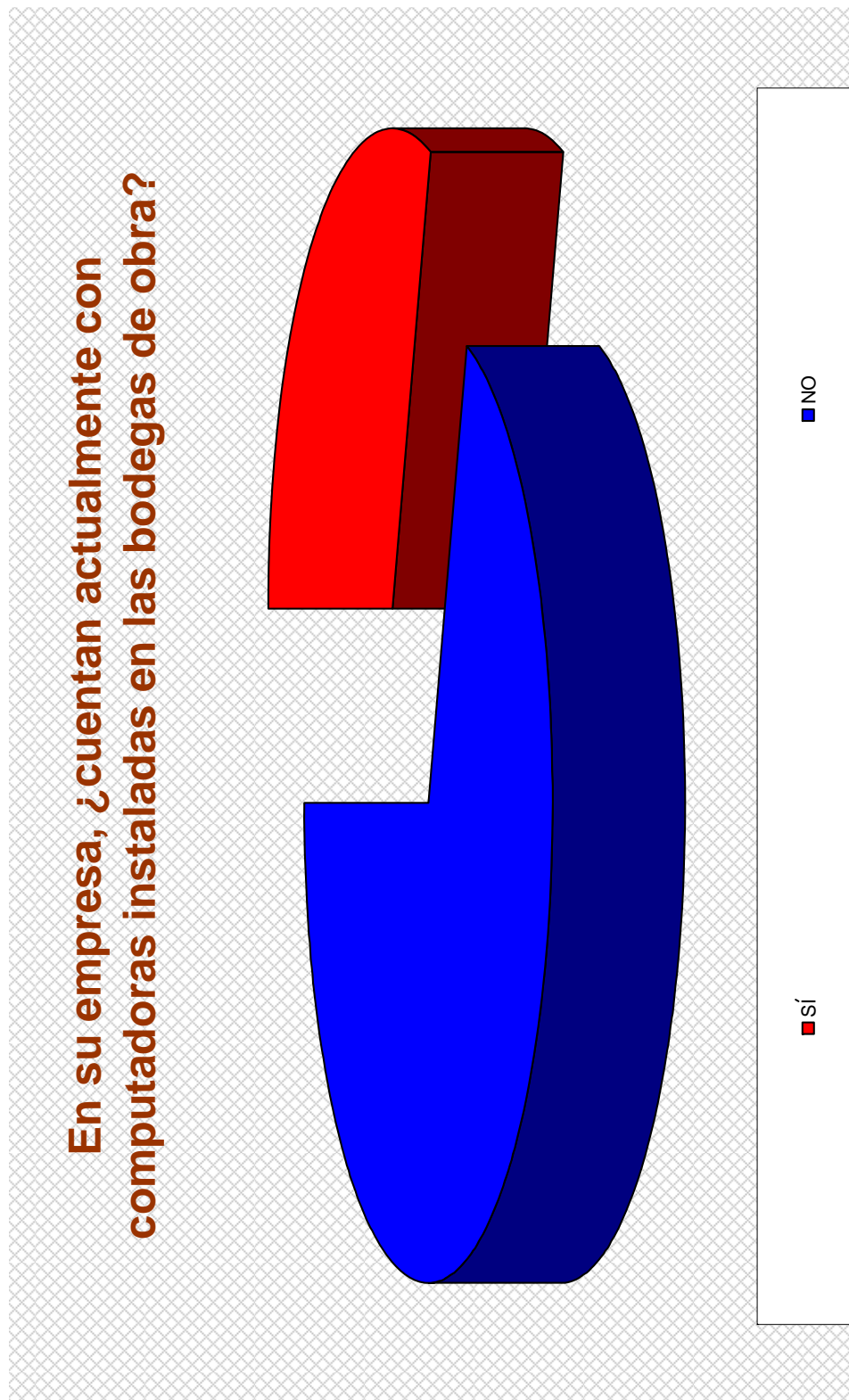


Figura 5. Pie de respuestas para la pregunta 4

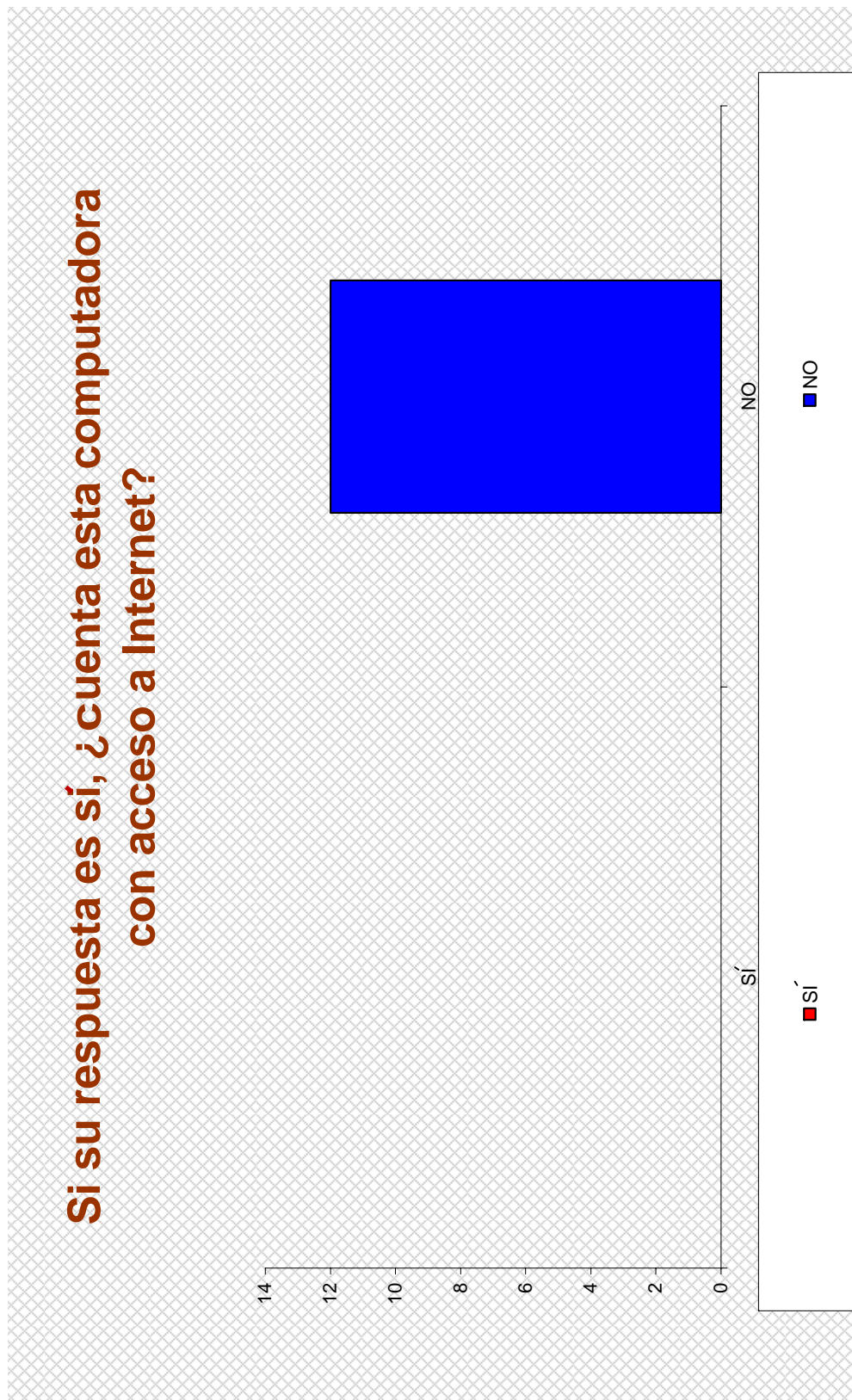


Figura 6. Barras de respuestas para la pregunta 5

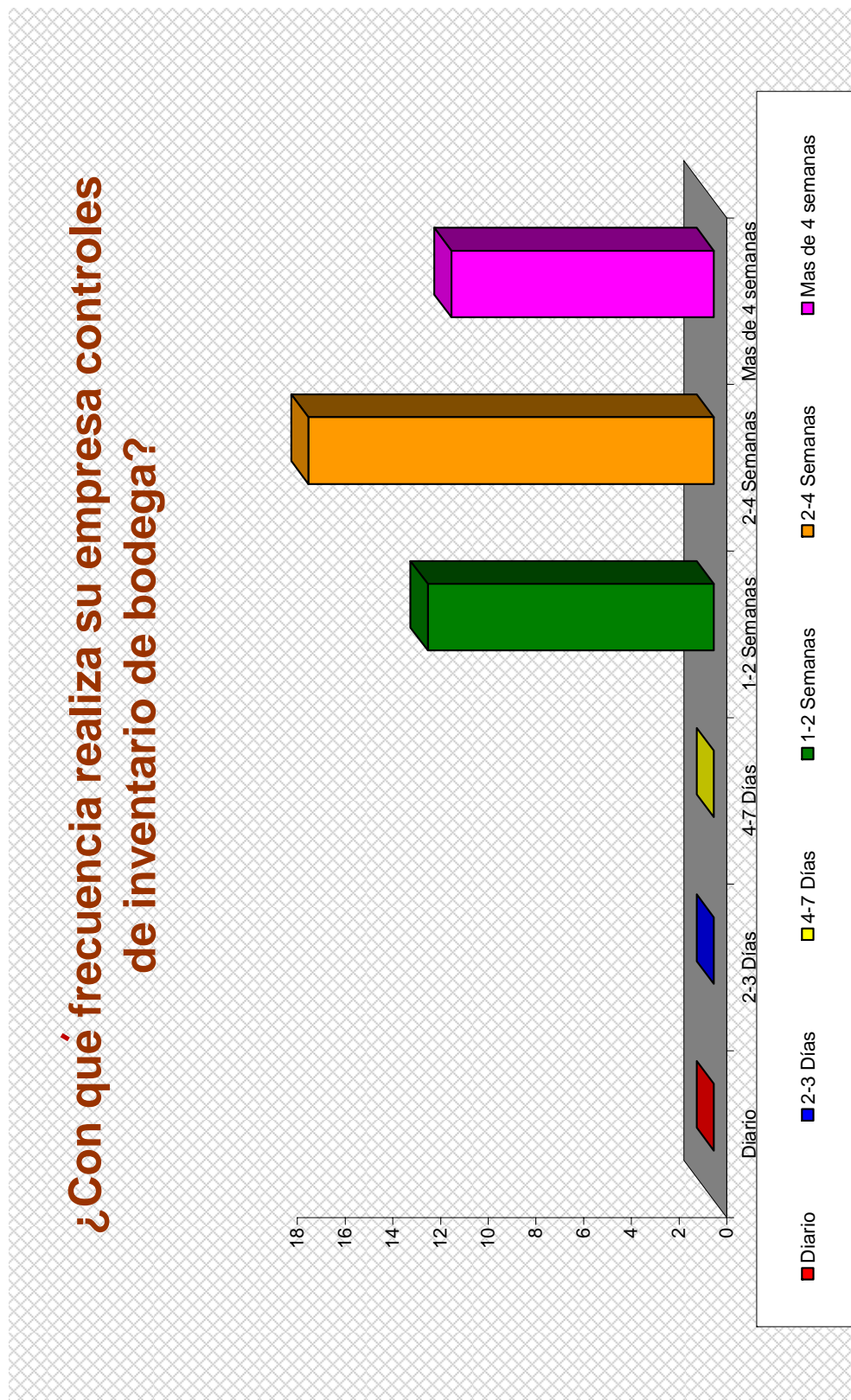


Figura 7. Barras de respuestas para la pregunta 6

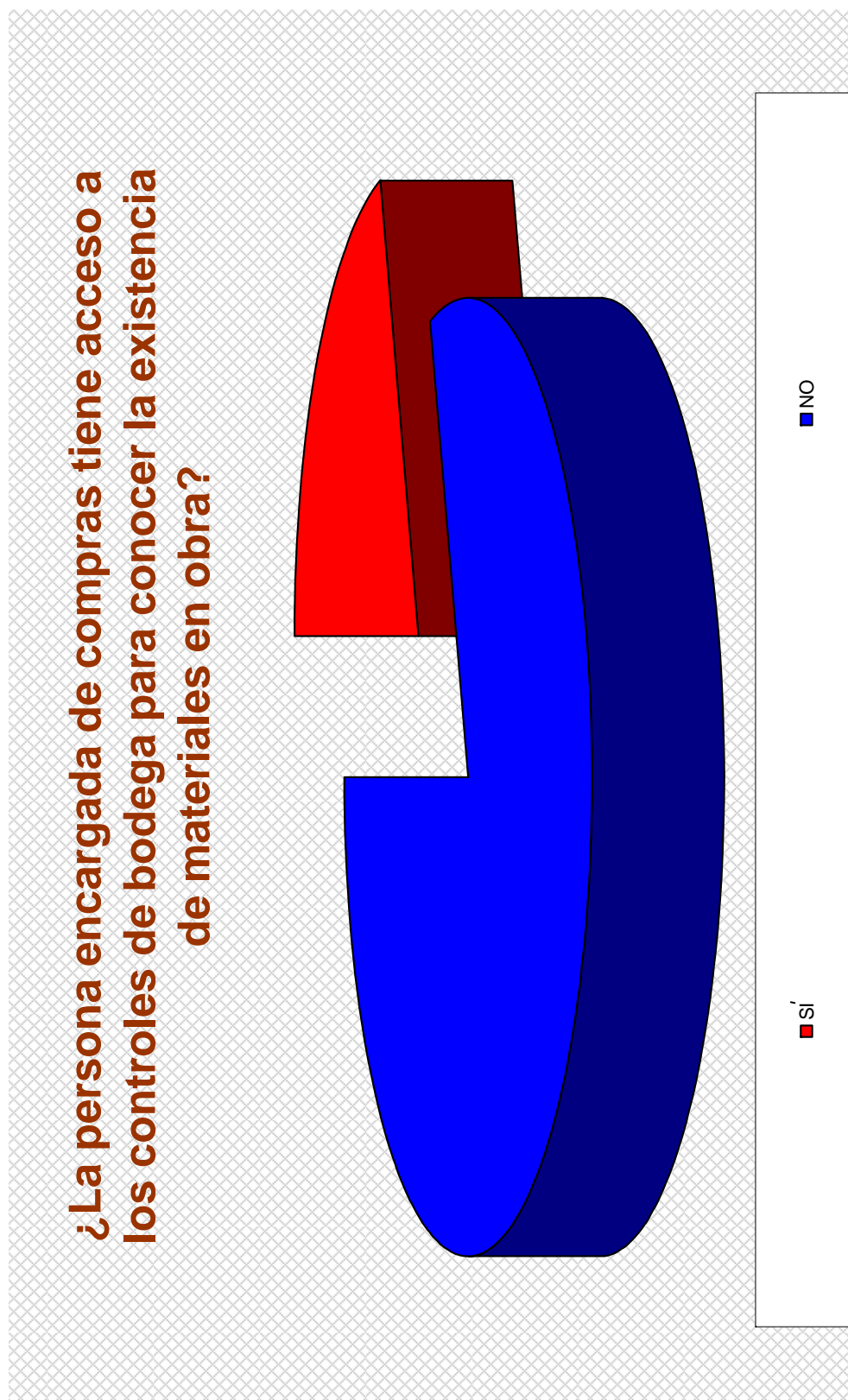


Figura 8. Pie de respuestas para la pregunta 7

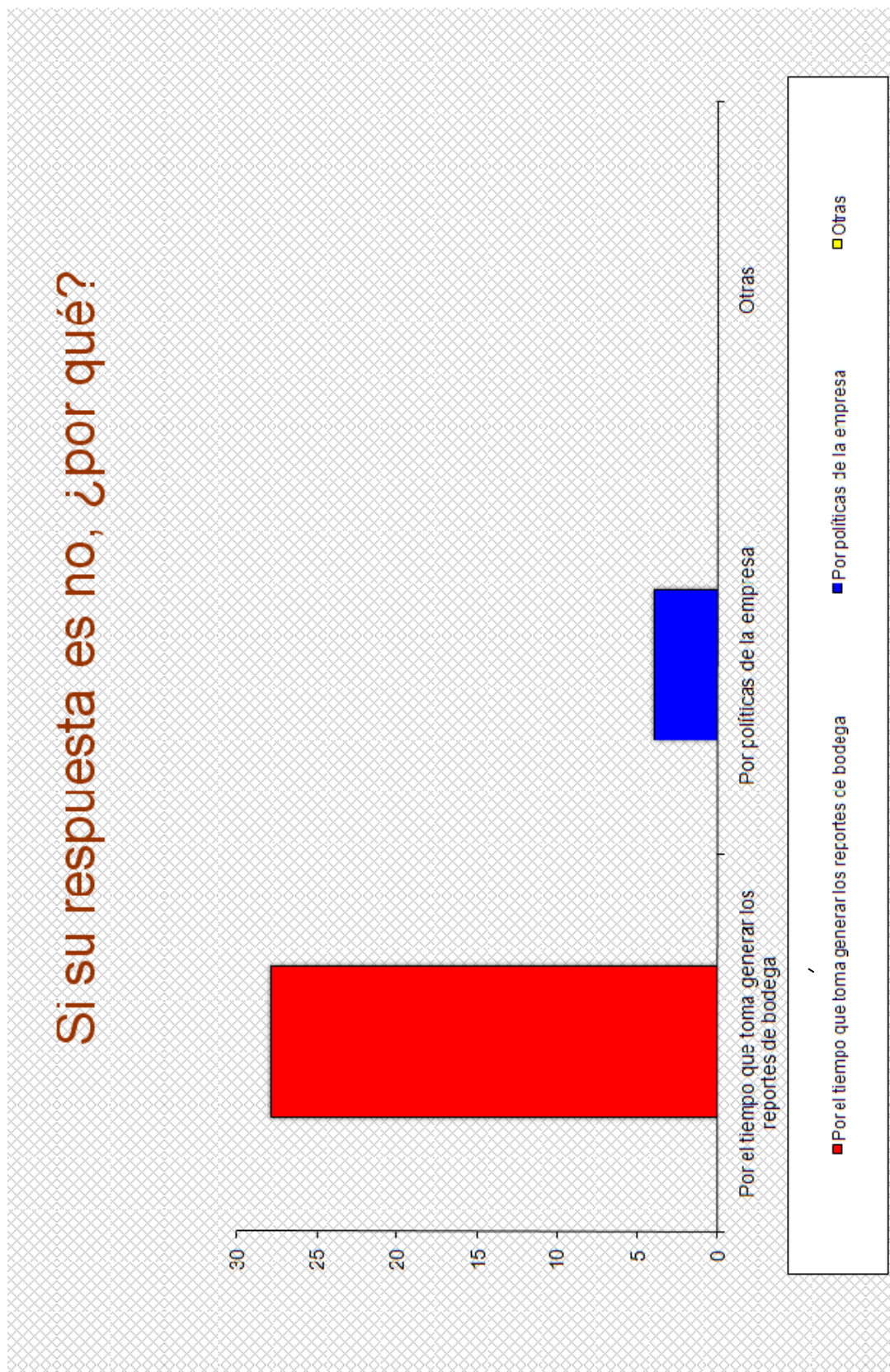


Figura 9. Barras de respuestas para la pregunta 8

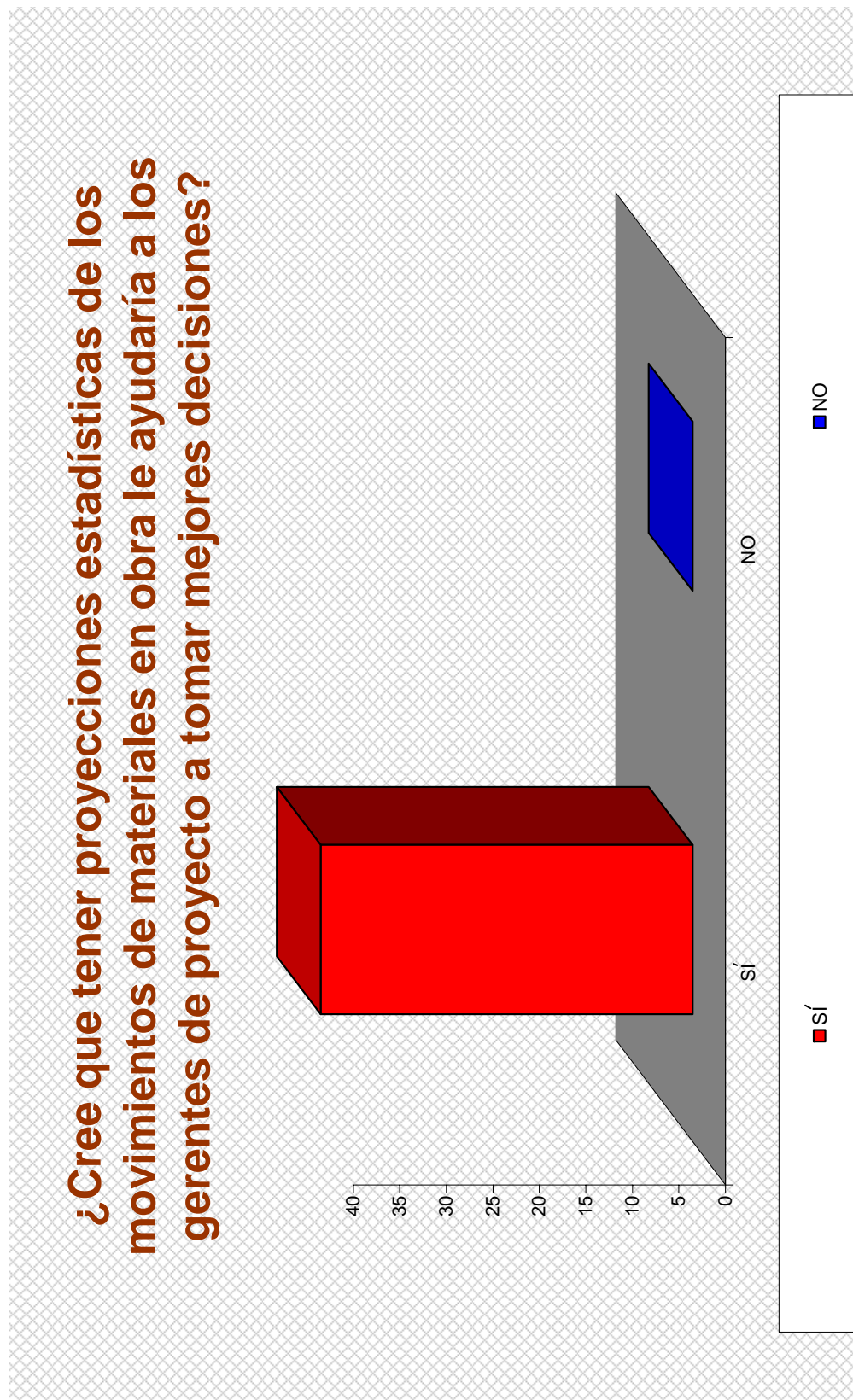


Figura 10. Barra de respuestas para la pregunta 9

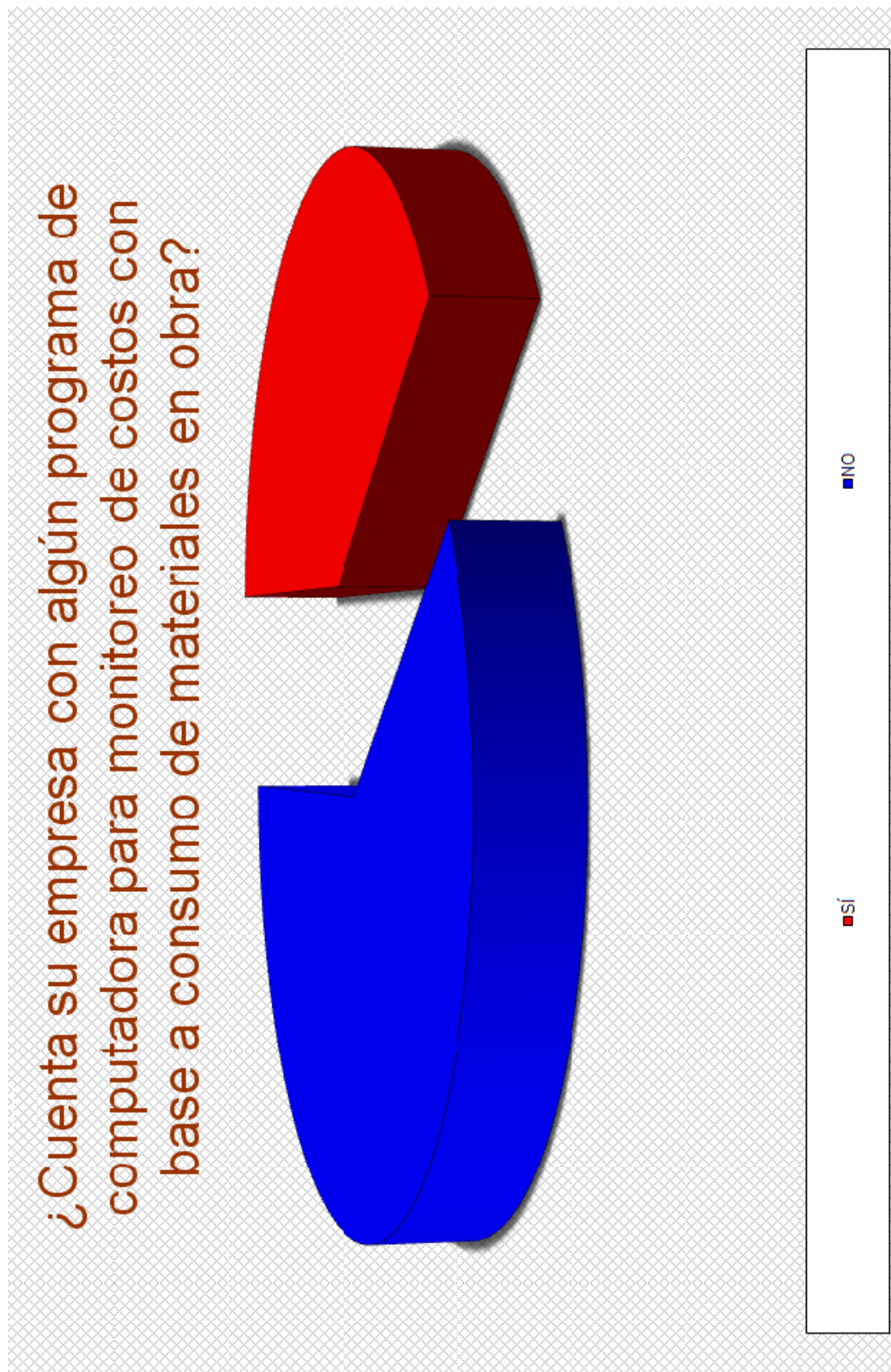


Figura 11. Pie de respuestas para la pregunta 10

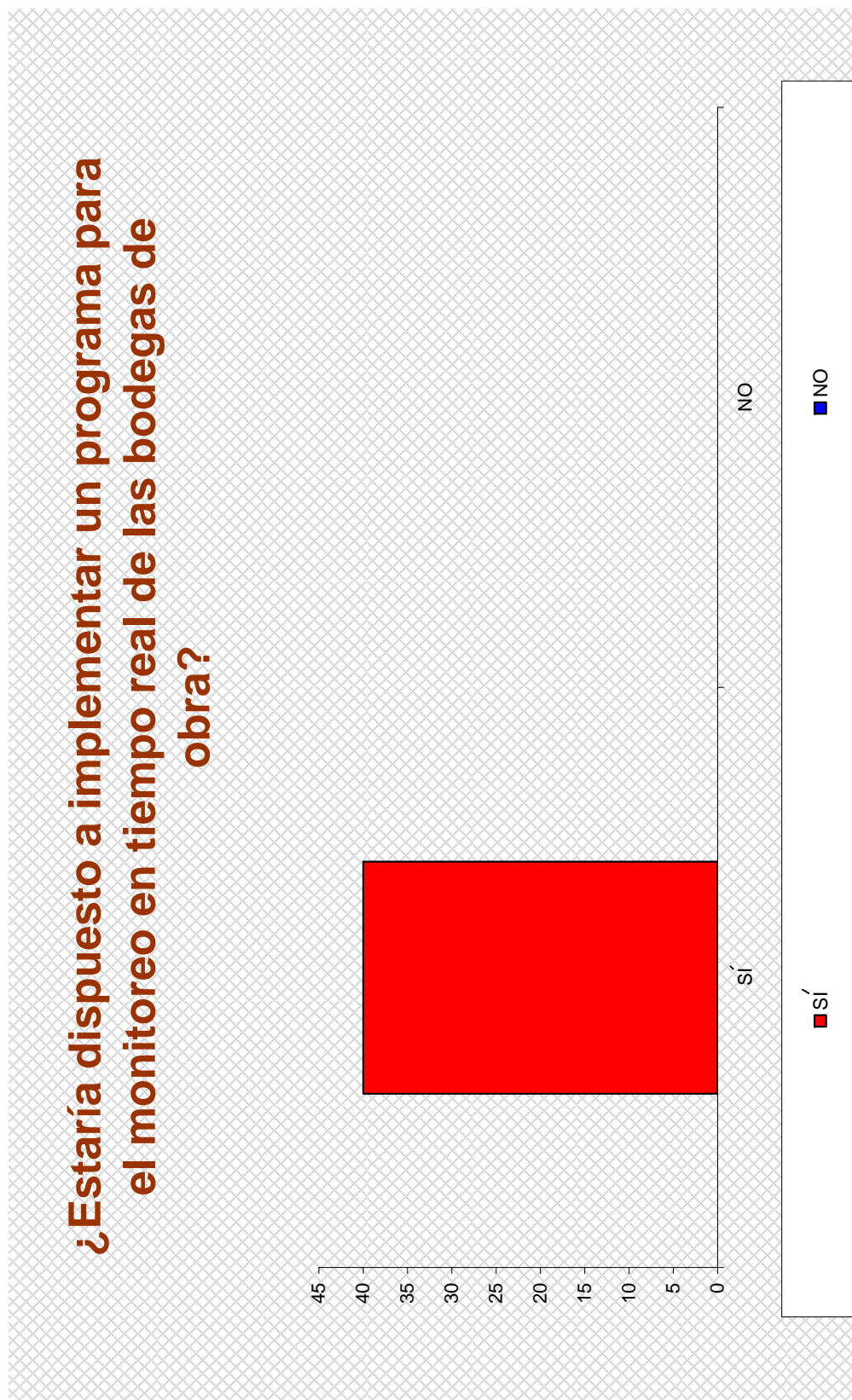


Figura 12. Barra de respuestas para la pregunta 11

C. Interpretación de los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos de las encuestas realizadas son los siguientes:

PREGUNTA 1. La pregunta realizada fue, ¿cuál es su actividad principal dentro de la empresa? La respuesta más común para esta pregunta fue supervisión con un 37.50% de los casos. En segundo lugar se situó la función de cálculo la cual tuvo un 17.50 % de los encuestados. Luego las funciones están muy compartidas ya que la función de diseño obtuvo un 12.50 % la función de compras un 10.00 % y las funciones de cuantificación, financieras y administrativas están empatadas con un 7.50 % de los casos totales. Esto refleja que el grupo escogido para el estudio abarca la mayoría de puntos de vista que estarían involucrados con el programa para el monitoreo y control de bodegas en tiempo real. Lo cual es bueno ya que dará un panorama amplio sobre la posibilidad de implementar este sistema.

PREGUNTA 2. La pregunta realizada fue ¿tiene acceso a Internet? La población encuestada tiene acceso a Internet en un 80.00%. Esto facilitará mucho el trabajo de implementación ya que el programa está basado en el envío de datos vía Internet.

PREGUNTA 3. La pregunta realizada fue ¿conoce la opción de Internet inalámbrico conectado por celular? A esta pregunta la respuesta fue un poco más equilibrada ya que sólo un 57.50 % de los encuestados tiene conocimiento de este servicio que se presta en el país. Esto nos da indicios de que no muchas empresas aprovechan las opciones de conectividad que tiene nuestro país para el envío de datos desde prácticamente cualquier lugar del país. Esta opción también es importante, ya que es la base del envío de información a través del programa a implementar. Sin esta conectividad entre campo y oficina se desaprovecha totalmente la opción de control de bodegas en tiempo real, y se cae simplemente en la elaboración de una base de datos en campo para su posterior análisis en oficina. Esta opción puede limitar también la utilidad de los datos para la toma de decisiones ya que es difícil contar con datos actualizados si no se está conectado constantemente a la red para recibir la información de forma continua.

PREGUNTA 4. La pregunta realizada fue en su empresa, ¿cuentan actualmente con computadoras instaladas en las bodegas de obra? A esta pregunta la respuesta fue contundente, un 70.00 % de los

encuestados no trabaja en una empresa que cuente con computadoras en obra, esto refleja que no todas las empresas de la industria cuentan con las ventajas de trabajar un control de obra por medio de computadora.

PREGUNTA 5. La pregunta realizada fue si su respuesta es afirmativa, ¿cuenta esta computadora con acceso a Internet? El 30.00 % de las personas que contestaron la pregunta 4 de forma afirmativa ninguno cuenta con acceso a Internet en obra, con lo que se desaprovecha la ventaja de la información continua, y solo se elabora una base de datos en obra para su posterior análisis en oficina cada vez que se realiza un control de bodega.

PREGUNTA 6. La pregunta realizada fue, ¿con qué frecuencia realiza su empresa controles de inventario de bodega? Esta pregunta fue una de las más alarmantes ya que la respuesta más común fue de 2 a 4 semanas con un 42.50 % de las respuestas. Seguido muy de cerca por la opción de 1 a 2 semanas con un 30.00 % y por último la opción de mas de 4 semanas con un 27.50 %. Esto refleja el poco control que tiene la oficina central sobre la bodega ya que en promedio la oficina central recibe reportes de campo cada 3 semanas esto sin tomar en cuenta el tiempo que le toma a la oficina central analizar y hacer los procesos correspondientes para dar resultados a los gerentes de proyecto. Esto sin duda es uno de los puntos más críticos del control de bodegas ya que al no contar con alimentación de información continua los resultados toman mucho tiempo lo que hace difícil identificar un problema tanto para los gerentes de proyecto como para los ingenieros residentes. Al mismo tiempo hace inútil esta información para los encargados de compra ya que la información toma tanto tiempo en ser generada que es obsoleta cuando por fin esta lista para ser analizada.

PREGUNTA 7. La pregunta realizada fue, ¿la persona encargada de compras tiene acceso a los controles de bodega para conocer la existencia de materiales en obra? A esta pregunta el 80.00 % de los encuestados contesto que no. Esto es lógico ya que toma tanto tiempo generar estos reportes que simplemente servirían para confundir al encargado de compras y esto se refleja claramente en la siguiente pregunta.

PREGUNTA 8. La pregunta realizada fue, si su respuesta es negativa ¿por qué? En esta pregunta la respuesta más común fue por el tiempo que toma generar los reportes con un abrumador 87.50 % de los casos. Esto se solucionaría si los reportes de inventario de bodega se realizaran con una periodicidad más corta logrando que las existencias de materiales en bodega sean prácticamente reales lo que facilitaría fijar existencias mínimas de materiales críticos como el cemento o el hierro en obras constructivas. Esto con el fin de no limitar la producción a los materiales. Esta es una de las primeras ventajas que se obtienen al contar con un sistema de control continuo de existencias en bodega y de control de inventarios.

PREGUNTA 9. La pregunta realizada fue, ¿cree que tener proyecciones estadísticas de los movimientos de materiales en obra le ayudaría a los gerentes de proyecto a tomar mejores decisiones? Esta pregunta ya se enfoca en la disponibilidad de las personas a tomar nuevas opciones para el control de bodegas. Este pregunta es muy favorable ya que el 100.00 % de los encuestados contestó que sí. Lo que refleja la disponibilidad de la industria en cuanto a tomar herramientas que mejoren los controles y faciliten la toma de decisiones por parte de los altos mandos de las empresas.

PREGUNTA 10. La pregunta realizada fue, ¿cuenta su empresa con algún programa de computadora para el monitoreo de costos con base a consumo de materiales en obra? La respuesta más común fue no el cual tuvo un 60.00 % del total de los encuestados. Esta respuesta refleja que aunque muchos de los encuestados trabajan en una empresa que cuenta con las herramientas para controlar las bodegas estas no las utilizan en la actualidad, o estas herramientas no son apropiadas para las facilidades informáticas con las que contamos al día de hoy.

PREGUNTA 11. La pregunta realizada fue, ¿estaría dispuesto a implementar un programa para el monitoreo en tiempo real de bodegas por medio de computadora en Internet instalado en obra, el cual informaría a la persona encargada cuando llega a niveles críticos de existencia en algunos materiales? La respuesta a esta pregunta es clara, un 100.00 % de los encuestados estaría dispuesta a hacer el esfuerzo para levantar un sistema de control dentro de su empresa, desde cualquier punto de vista y desde cualquier

función dentro de la empresa, todos conocen la importancia de contar con herramientas que faciliten la toma de decisiones, reflejo de esto es la respuesta a esta pregunta.

Como podemos observar en los resultados de la encuesta las personas están consientes de la importancia de contar con el apoyo de la tecnología para el control de materiales dentro de las obras constructivas. Esto es algo que ha diferenciado a la industria de la construcción del resto de la industria. La modernización de la industria de la construcción está por los suelos. Los controles que se realizan no son suficientes para reflejar la realidad de la obra, y más importante aún es que estos controles sólo se utilizan para asegurar que el material en obra se está utilizando de buena manera y evitar el robo, pero no genera información que permita al encargado tomar decisiones.

La clave para los programas de bodegas constructivas es el manejo del inventario. Esto con el fin de direccionar los costos de los materiales al consumo de los mismos y no ha la compra como es normal hacerlo en Guatemala. Esta práctica de direccionamiento de costos se ha realizado ya que es más fácil direccionar los gastos cuando se compran los materiales obteniendo así los costos de la obra sin que estos pasen por un control de campo. Aunque esta práctica resulta más sencilla no refleja al 100.00 % la realidad de la obra y es por esto que es superada por el direccionamiento de los gastos de materiales directamente en la bodega contra el consumo de los mismos.

D. Metodología del sistema.

Una metodología aconsejable para el sistema computarizado para el control de bodegas es la siguiente: hay que definir claramente las funciones y las responsabilidades de cada tipo de usuario del sistema, esto con el fin de hacer interfaces que sean amigables al tipo de usuario que trabajara con ellas día a día. Además es aquí donde se define el alcance que puede tener cada usuario para acceder la información, esto con el fin de garantizar la seguridad de la información que se genera. Luego debe equiparse a cada usuario para que pueda cumplir con los requisitos que este sistema requiere. Debe contarse con una computadora en obra con acceso a Internet para que la alimentación de la base de datos en la estación central sea continua e ininterrumpida en la medida de lo posible. Cuando la estación central recibe la

información de los últimos cambios en la bodega, esta debe distribuirla coherentemente con los permisos de ingreso con que cuenta cada usuario, por ejemplo, debe dar una alerta al jefe de compras cuando la existencia de cemento baja del límite establecido por el usuario, mientras que al gerente de proyecto debe informarle en forma de gráficas que demuestren los últimos historiales de consumos y la tendencia que éste lleva para organizar los pedidos que se realizarán en las siguientes semanas.

A continuación se presenta una pequeña descripción de las funciones del sistema que deben estar disponibles para cada usuario.

- **ENCARGADO DE BODEGA:** esta función debe ser cumplida por el bodeguero o por la persona encargada de la información en campo. En esta opción el programa se encuentra en su nivel más bajo de seguridad, es decir que este es el nivel que tiene acceso a menos información y tiene menos permisos de modificación. Su uso es primordialmente para el ingreso de datos en campo. También debe tener la capacidad de enviar mensajes electrónicos a los otros usuarios del sistema verticalmente, es decir un bodeguero puede enviar un mensaje a su supervisor, pero el mismo bodeguero no puede enviar un mensaje a un bodeguero en otro proyecto. En esta estación se introducen los datos de recepción de materiales en obra y se hacen los reportes de salida de material de la bodega hacia destinos específicos del proyecto. Un ejemplo de esto es la asignación de una cantidad de cemento para hacer el mortero de la pared perimetral de la casa.
- **ENCARGADO DE PLANILLA:** esta función debe ser cumplida por la persona encargada de tomar asistencias, control de horarios de trabajo, etc. En algunos casos puede ser cumplida por la misma persona encargada de introducir los datos de bodega. Esta función cumple con ingresar los datos de asistencia y el movimiento del personal, los avances de la mano de obra para el pago de la mano de obra, el record de horas extras trabajadas, el record de las horas trabajadas por la maquinaria y cualquier otra información similar. Además este recaba información sobre los lugares en los que se está trabajando, esto debe concordar con la información recabada por el bodeguero. Al igual que el bodeguero, éste puede enviar mensajes vía electrónica al bodeguero de la obra y a los superiores siempre en sentido vertical.
- **INGENIERO RESIDENTE:** éste es el supervisor inmediato del planillero y del bodeguero, éste tiene acceso total a la información de ambos y es la máxima autoridad presente en la obra la mayor parte

del tiempo. La información le sirve al residente para tomar decisiones en campo sobre la localización de materiales y otro tipo de decisiones concernientes al equipo y al personal. Parte del trabajo del ingeniero residente debe ser realizar una bitácora diaria sobre las asignaciones a los caporales y maestros de obra así como comentar sobre el progreso de asignaciones anteriores y cualquier evento que suceda en campo para tener referencias posteriores. Por último, el ingeniero residente puede comunicarse con cualquier usuario del sistema vía electrónica incluso con personal de otra obra.

- **ENCARGADO DE COMPRAS:** el encargado de compras tiene acceso, aunque limitado, a los movimientos de materiales dentro de cada proyecto, esto con el fin de estar atento a cualquier variación crítica en la existencia de materiales. El encargado de compras puede asignar alertas a materiales para recibir un aviso cuando la existencia de dicho insumo sobrepasa el límite establecido para este reaccionar con previa autorización del ingeniero residente o del gerente del proyecto para enviar material a la obra.
- **GERENTE DE PROYECTO:** el gerente de proyecto tiene acceso a la información total del proyecto incluyendo datos de facturación de materiales generados por el encargado de compras. El gerente de proyecto debe mantener un registro de cualquier cambio solicitado para registrarlo en la base de datos del proyecto, así como cualquier comunicación entre la empresa constructora y el cliente o el inversionista. Además el gerente de proyecto tiene acceso al historial y a la programación ingresada y asignada a cada proyecto para la comparación entre el presupuesto y la ejecución de la obra, todo esto con el fin de permitirle efectuar sus análisis de forma eficiente y efectiva. Además tiene la opción de generar reportes sobre avances así como impresiones sobre las bitácoras y sobre ingresos específicos generados por el encargado de bodega o el encargado de planilla.

E. Manejo de la información.

El propósito del sistema es realmente facilitar el manejo de inventarios en bodegas remotas. Esto con el fin de satisfacer las necesidades tales como el mantener una independencia en las operaciones, de tal forma que se pueda mantener la producción aunque exista una falta en el suministro de materiales. Satisfacer las demandas de productos. Permitir la flexibilidad en los programas de producción y servicios. Proporcionar un margen de seguridad para cubrir variaciones en el mercado.

Al mismo tiempo el sistema precisa reducir costos de almacenaje, al contar con las existencias necesarias para cubrir la producción de un periodo determinado. Los costo de almacenamiento pueden ser reducidos al tener simplemente el material que realmente se necesita y planificando la bodega para que sea capaz de almacenar perfectamente todo este material.

El sistema de inventario para la demanda independiente suele provenir de los requerimientos de posproyectos de bienes terminados o de servicios prestados en el mercado. Las proyecciones de estos materiales o servicios pueden ser basadas en consumos históricos o en estimaciones realizadas con base a planos y especificaciones. Los inventarios pueden ser administrados según cantidades mínimas de un producto o por periodos fijos (cada cierto tiempo se abastece un material). Por razones obvias el modelo de cantidad mínima es el modelo más utilizado ya que éste depende del consumo y no del tiempo que lleva consumirlo. El mayor problema de este modelo es la necesidad de un monitoreo continuo de las existencias de cada producto. Es esta necesidad de monitoreo la que hace tan importante un control de bodega en tiempo real. Al lograr un manejo más eficiente de la información la reacción del departamento de compras, o de la persona encargada de proveer de material al proyecto, será mucho más rápida, evitando atrasos en los programas de obra por simplemente mal manejo de la información.

Lograr que la información fluya de forma automática permitiría a los encargados de compra programar los pedidos según el tiempo de reacción de los proveedores. Además puede colocarse alertas de existencias mayores para aquellos proveedores que son más inestables y para los que con más frecuencia incumplen con los plazos prometidos.

Para facilitar el uso del programa se debe usar una interfase sencilla, que sea accesible para operadores con cualquier tipo de preparación educativa, simplemente recibiendo una capacitación que los instruya en el manejo de los datos que necesita ingresar.

A continuación se presentan algunas propuestas para el funcionamiento del programa. Por ejemplo, en la figura 13 se puede observar una imagen del arranque del programa, en el que por seguridad se cuenta

con un nombre de usuario y una contraseña para ingresar a las áreas de reporte. Esta opción permite además que en una misma computadora trabajen distintos tipos de operadores e incluso se podría configurar para que los caporales de obra compartan máquina con los encargados de bodega, simplemente cambiando de usuario para acceder a las opciones personalizadas de cada tipo de usuario.



Imagen 13. Vista previa del programa

Luego de ingresar, el operador accedería a una página simple, con botones que lo dirijan a todas las opciones con las que cuenta. Por ejemplo, en la versión de obra estas opciones podrían ser: importar órdenes de compra generados por el departamento de compras, hacer ingreso de materiales a bodega, dar salidas y despachos de materiales a destinos específicos, leer y enviar mensajes electrónicos y salir. La propuesta de estas opciones se puede observar en la figura 14.

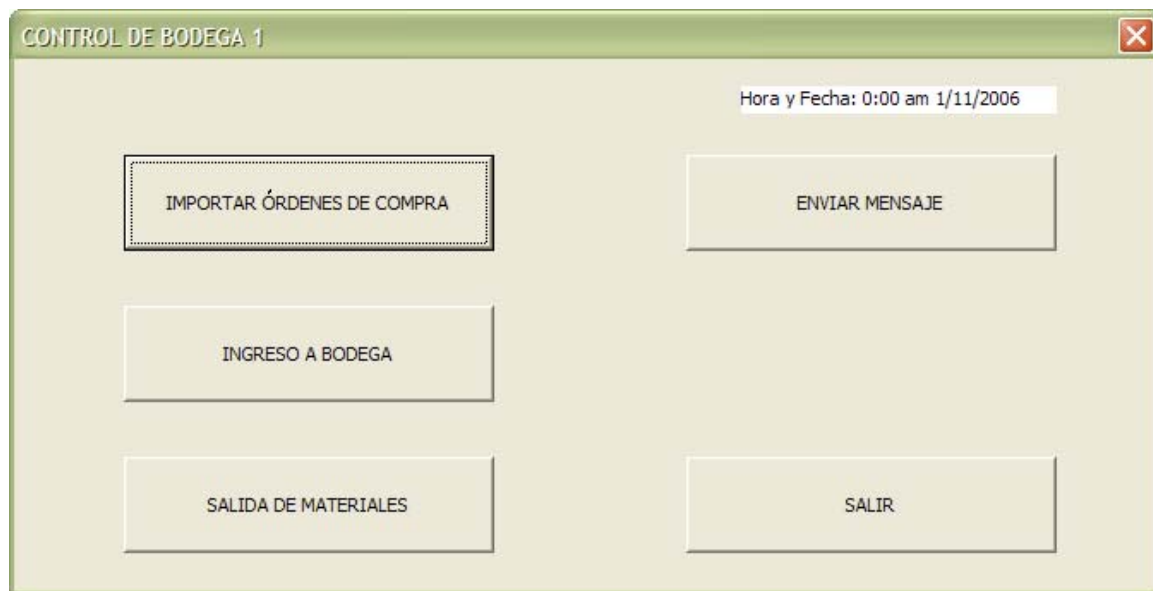


Imagen 14. Vista previa del programa

En la versión de obra se cuenta con la opción de ingresar materiales a bodega esto siempre basado en las órdenes de compra. En la figura 15 podemos observar un cuadro que representa estas opciones, en el cual al ingresar el número de orden de compra, por medio de una selección entre varias disponibles, se despliega la información sobre el proveedor, y la cantidad con la que debe completarse el pedido. Además cuenta con la opción de confirmar que el material está completo o si falta algo, incluso cuenta con opción de realizar observaciones o reclamos sobre el pedido. Para documentar todos estos movimientos, debe existir una opción de imprimir, entregándole una copia al proveedor y archivando una copia, y la opción de guardar y salir.

CONTROL DE BODEGA 1

INGRESO DE MATERIALES

Versión 1.0 obra

Hora y Fecha: 0:00 am 1/11/2006

No. Orden de Compra: 999901112006 Proveedor: Ferreteria

Materiales	Cantidad	Unidad	Entrega	Faltante
1. Cemento UGC	560	Saco	<input type="checkbox"/> Completo <input checked="" type="checkbox"/> Parcial	160
2. Hierro No. 3 Grado 40	30	qq	<input checked="" type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parcial	
3. Hierro No.4 Grado 40	10	qq	<input checked="" type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parcial	
4. Cal hidratada	200	Saco	<input type="checkbox"/> Completo <input checked="" type="checkbox"/> Parcial	2
5. Alambre de amarre	200	lb	<input checked="" type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parcial	
6. Clavo de 4 pulgadas	200	lb	<input checked="" type="checkbox"/> Completo <input type="checkbox"/> Parcial	

Observaciones: El faltante ingresa a obra mañana a primera hora.

Reclamos: No se aceptaron 2 sacos de cal por estar rotos.

Imagen 15. Vista previa del programa

En la imagen 16 podemos observar otra opción del control de bodega, el despacho de materiales. Esta opción cuenta con un direccionamiento bien claro, tanto hacia la dirección física de los trabajos como hacia la actividad específica que se estará realizando con dicho material. Este registro permite elaborar cuadros de costo bien específicos sobre diferentes renglones de trabajo o sobre diferentes localizaciones de trabajo. Además cuenta con una opción para registrar el nombre y el código de trabajador que retira el material, así como el nombre de la persona responsable de dicho trabajador. Al igual que la opción de ingreso de bodega, esta opción cuenta con la posibilidad de imprimir la salida de material para elaborar un archivo físico sobre este renglón.

CONTROL DE BODEGA 1

SALIDA DE MATERIALES

Versión 1.0 obra

Hora y Fecha: 0:00 am 1/11/2006

Localización: Sector Manzana Casa Actividad Levantado

Código	Materiales	Cantidad	Unidad	Existencia	
001.001.002	Cemento	5	Saco	1223	Saco
008.098.002	Block de 14x19x39 de 25 kg	300	Un	4000	Un
008.098.003	Solera de 14x19x39 de 25 kg	30	Un	500	Un
002.005.001	Arena de río	0.5	M3	60	M3

Observaciones

Nombre del responsable: MAESTRO DE OBRA

Código de trabajador: 160802.01

Persona a quien se entrega: ARMANDO PAREDES AL TAS

Imagen 16. Vista previa del programa

En la figura 17 se observa un cuadro, que también es responsabilidad de la obra. Este es el cuadro de asistencia. El cuadro de asistencia cuenta con la opción siguiente: por medio del ingreso de códigos de trabajador, acceder a la información sobre el personal de obra, y por medio de un simple clic sobre las diferentes opciones, registrar si el trabajador está presente, ausente o si tiene permiso de faltar. Este cuadro podría tener la opción de imprimir un listado de los trabajadores con su información, un cuadro de asistencia de un periodo especificado o simplemente guardar los cambios y regresar al menú principal.

CONTROL DE BODEGA 1

CUADRO DE ASISTENCIA

Versión 1.0 obra

Hora y Fecha: 0:00 am 1/11/2006

Fecha de asistencia:

Código de trabajador:	Nombres	Puesto	<input checked="" type="checkbox"/> Presente	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Permiso
160802.01	Armando Paredes Al Tas	Albañil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
160802.02	Alejandro Lopez	Albañil	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
251232.21	Augusto Perez	Ayudantel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
111002.01	Armando Losas An Chas	Guardian	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Imagen 17. Vista previa del programa

En la figura 18, vemos una de las opciones que es generada gracias al monitoreo en tiempo real. El encargado de compras puede establecer límites de existencia mínimos en los distintos proyectos de la empresa y recibir una alerta cuando estos materiales sobrepasan este mínimo. Esto con el fin de nunca tener limitantes de producción a causa de los materiales. Al igual que el cuadro anterior, este menú cuenta con las opciones de imprimir un listado, un cuadro completo y guardar los cambios registrándolos y regresando al menú principal.

CONTROL DE BODEGA 1

Supervisión de compras

Versión 1.0 Compras
Alertas de existencias

Hora y Fecha: 0:00 am 1/11/2006

Código	Materiales	Cantidad actual	Unidad	Proyecto	Mínimo		
001.001.002	Cemento	500	Saco	VDLF	750	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
008.098.002	Block de 14x19x39 de 25 kg	1232	Un	VDM	1500	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
008.098.003	Solera de 14x19x39 de 25 kg	542	Un	VDM	750	<input checked="" type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
002.005.001	Arena de río	12	M3	P(A)	24	<input type="checkbox"/> OK	<input checked="" type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde
						<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> Recordar mas tarde

Imagen 18. Vista previa del programa

La opción que se muestra en la figura 19 podría ser, sin lugar a duda una de las más importantes, ya que es esta la opción que le permite al gerente de compra tomar decisiones. La toma de decisiones basadas en números y monitoreos continuos y actualizados al momento. Logrando así tener un panorama mucho más amplio y real de los que esta sucediendo en campo, cosa que hasta hoy en día sigue siendo muy poco realizado o, realizado pero con mucho tiempo de retraso. Por ejemplo, si el gerente de proyecto desea comparar el consumo de cemento en los distintos proyectos puede tener opción a visualizarlos en modo de tabla o en modo de gráfica basándose en los análisis estadísticos de los datos para determinar la relevancia real de los números presentados.

VII. CONCLUSIONES

- La implementación de un sistema de computación que logre manejar los inventarios de bodega en tiempo real tiene una gran aceptación en el mercado guatemalteco.
- Los resultados demuestran que un 70% de las bodegas constructivas no cuentan con computadoras instaladas para el manejo de inventario de las bodegas de obra.
- El 100% de los encuestados demostró interés por implementar un sistema de control de bodegas en tiempo real en la empresa para la cual labora.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda instalar computadoras en las bodegas de obras constructivas para que los operadores se entrenen en el manejo de las mismas.
- Se recomienda desarrollar más a profundidad el sistema para lograr implementarlo a la brevedad posible en empresas constructoras, facilitando el manejo de la información desde las obras constructivas hacia la oficina central.
- Se recomienda dar un curso de inducción a los operadores del sistema, para que se familiaricen y para que usen el sistema adecuadamente.
- Se recomienda contactar a una empresa proveedora de Internet para conocer las diferentes opciones con la que cuentan y determinar la más apropiada para su implementación.

IX. LITERATURA CITADA

- García, Nery W. 2,005. *Supervisión básica en el proceso de construcción de viviendas*. Guatemala, Expresión Gráfica. 151 págs.
- Lester, James L. 1,984. *Project documentation and management using jobsite microcomputers*. Estados Unidos, American Society of Civil Engineers. 7 págs.
- Moore, Wayne C. 1,984. *Applications of Small Computers in Construction*. Estados Unidos, American Society of Civil Engineers. 62 págs.
- Suárez S., Carlos. 2,005. *Administración de empresas constructoras*. 2da Edición. México, Limusa Noriega Editores. 333 págs.
- Suárez S., Carlos. *Costo y tiempo en edificación*. 3ra Edición. México, Limusa Noriega Editores. 452 págs.

X. ANEXO A. Formato de encuesta realizada



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA – DEPTO. DE INGENIERÍA CIVIL

ENCUESTA PARA TRABAJO DE GRADUACIÓN

El propósito de esta encuesta es identificar los métodos utilizados actualmente por las empresas constructoras para comunicarse con las bodegas de obra, además identificar las opciones más conocidas y su utilización en la industria. Agradezco de antemano su colaboración y la veracidad de sus respuestas.

1. ¿Cuál es su actividad principal dentro de la empresa?
Cálculos _____ Diseño _____
Supervisión _____ Compras _____
Cuantificación _____ Administrativas _____
Financieras _____ Otras _____
En caso de otras, por favor especifique:

2. ¿Tiene acceso a Internet?
Sí _____ No _____

3. ¿Conoce la opción de Internet inalámbrico conectado por celular?
Sí _____ No _____

4. En su empresa, ¿cuentan actualmente con computadoras instaladas en las bodegas de obra?
Sí _____ No _____ (pase a pregunta 6)

5. Si su respuesta es si, ¿cuenta esta computadora con acceso a Internet?
Sí _____ No _____

6. ¿Con qué frecuencia realiza su empresa controles de inventario de bodega?
Diario _____ 2 ó 3 días _____
4 a 7 días _____ 1 a 2 semanas _____
2 a 4 semanas _____ Más de 4 semanas _____

7. ¿La persona encargada de compras tiene acceso a los controles de bodega para conocer la existencia de materiales en obra?
Sí _____ (pase a pregunta 9) No _____

8. Si su respuesta es no, ¿por qué?

Por el tiempo que toma generar los reportes de bodega _____

Por políticas de la empresa _____

Otras _____

En caso de otras, por favor especifique:

9. ¿Cree que tener proyecciones estadísticas de los movimientos de materiales en obra le ayudaría a los gerentes de proyecto a tomar mejores decisiones?

Sí _____ No _____

10. ¿Cuenta su empresa con algún programa de computadora para monitoreo de costos con base a consumo de materiales en obra?

Sí _____ No _____

11. ¿Estaría dispuesto a implementar un programa para el monitoreo en tiempo real de bodegas por medio de computadora e Internet instalado en obra, el cual informaría a la persona encargada cuando llega a niveles críticos de existencia en algunos materiales?

Sí _____ No _____

Gracias por su colaboración, la información proporcionada será de mucha utilidad
