



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ELÉCTRICAS

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA
AUTOMATIZACIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN
DE HORMIGÓN PARA HORMIAZUAY CÍA. LTDA.**

**Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico.**

Autores: **Tnlg. Esteban Mauricio Inga Ortega**
 Tnlg. Juan Carlos Saquicela Pulla

Director: **Ing. Omar Álvarez Cisneros**

Cuenca – Ecuador

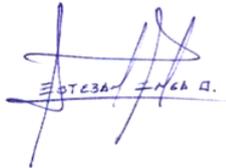
2002

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Esteban Mauricio Inga Ortega, con documento de identificación N°0102116043, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy/somos autor/es del trabajo de grado/titulación intitulado: Análisis costo-beneficio de la automatización en el sistema de producción de hormigón para Hormiazuay Cía. Ltda., mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor/es me/nos reservo/reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

(Firma)



Nombre: Esteban Inga Ortega

Cédula: 0102116043

Fecha: 06/04/2022



Ing. Omar Álvarez Cisneros.

CERTIFICA:

Haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la monografía, así como el funcionamiento del Sistema de Automatización y su aplicación Análisis Costo-Beneficio realizada por los Srs. Tnlgs. Esteban Mauricio Inga Ortega y Juan Carlos Saquicela Pulla, previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en la Facultad de Ciencias Eléctricas.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Cuenca, 18 de Septiembre del 2002

Ing. Omar Álvarez Cisneros

DIRECTOR



Ing. Jonathan Coronel

CERTIFICA:

Haber revisado y fiscalizado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la monografía, así como el funcionamiento del Sistema de Automatización y su aplicación Análisis Costo-Beneficio realizada por los Srs. Tnlgs. Esteban Mauricio Inga Ortega y Juan Carlos Saquicela Pulla, previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en la Facultad de Ciencias Eléctricas.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Cuenca, 18 de Septiembre del 2002

Ing. Jonathan Coronel

ASESOR



Ing. Luis Tobar

CERTIFICA:

Haber revisado y fiscalizado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la monografía, así como el funcionamiento del Sistema de Automatización y su aplicación Análisis Costo-Beneficio realizada por los Srs. Tnlgs. Esteban Mauricio Inga Ortega y Juan Carlos Saquicela Pulla, previa a la obtención del título de Ingeniero Electrónico en la Facultad de Ciencias Eléctricas.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Cuenca, 18 de Septiembre del 2002.

Econ. Luis Tobar Pesántez

ASESOR



AGRADECIMIENTO.

Ing. Esteban Mauricio Inga Ortega

Mi agradecimiento es especial a Dios

que me dio la fuerza y la fe

para culminar este proyecto

Y a mi Madre que siempre estuvo

presente en las buenas y en las malas

apoyándome.



DEDICATORIA.

Ing. Esteban Mauricio Inga Ortega

Este proyecto es dedicado

Con mucho amor a mí hermanito Juan Paúl

Y a mis primos Andrés L. Y Carlos I.

Para que sirva de ejemplo de su

propia superación,

y para aquellos

que nos hicieron

un poco difícil el camino.



AGRADECIMIENTO.

Ing. Juan Carlos Saquícela Pulla

Mi agradecimiento especialmente para Dios,

Por quien ha sido posible todo.

Y a mis padres por siempre brindarme su apoyo.



DEDICATORIA.

Ing. Juan Carlos Saquícela Pulla.

Dedico con gran amor y especial

Esmero a mi novia Lorena

Que siempre estuvo en

Las buenas y en las malas.



INDICE GENERAL

CAPÍTULO I

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN.

1.1	Introducción.....	1
1.2	Diagrama de bloques del proyecto.....	4
1.3	Diseño del software de la PC de acuerdo a las características del proyecto.....	5
1.4	Análisis y diseño de las tarjetas electrónicas.....	11
1.5	Características específicas del PIC a utilizar.....	14
1.6	Señales utilizadas por el slot ISA y periféricos complementarios.....	29
1.7	Operación del sistema.....	39

CAPITULO II

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

2.1	Análisis de costos del proyecto.....	54
2.2	Comparación de los beneficios en base a los costos.....	67
2.3	Evaluación financiera del proyecto.....	68

CAPITULO III

PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.

3.1	Estudio estadístico del rendimiento y capacidad del sistema.....	73
3.2	Cuadros comparativos entre el anterior sistema y el actual.....	88
3.3	Mejoras y recomendaciones sobre la implementación del proyecto.....	95
3.4	Impacto ambiental.....	99

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	140
--	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	144
--------------------------	------------

ANEXOS.....	145
--------------------	------------



INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN.

1.1	Esquema de Producción de la Fábrica HormiAzuay Cía.Ltda.....	3
1.2	Diagrama de bloques del sistema de automatización.....	5
1.3	Flujograma para el programa de la PC	6
1.4	Flujograma para la Dosificación.....	7
1.5	Flujograma para la etapa de Pesado.....	8
1.6	Flujograma para la etapa de Verificación.....	9
1.7	Flujograma de la etapa Guardar.....	10
1.8	Flujograma para la Ayuda.....	11
1.9	Circuito Integrado Max 232 para interfase serial a TTL.....	13
1.10	Microcontrolador PIC (Microchip).....	15
1.11	Flujograma para el programa desarrollado para el Microcontrolador PIC.....	23
1.12	Bus de Expansión ISA XT.....	30
1.13	Interfase Paralela Programable (PPI).....	32
1.14	Palabra de Control de la 4 ^{ta} dirección.....	35
1.15	Palabra de Control para inhibir señales del puerto C.....	35
1.16	Comparador de Magnitud.....	38
1.17	Pantalla de Presentación.....	39
1.18	Cuadro Principal.....	40
1.19	Botón Ayuda	41
1.20	Cuadro de diálogo para ingresar clave.....	41
1.21	Datos de cada Cliente.....	42
1.22	Datos ingresados de cada cliente.....	43
1.23	Cuadro de diálogo para aceptar Modificar.....	44
1.24	Ingreso del cliente a ser modificado.....	44
1.25	Datos modificados.....	45
1.26	Cuadro de Dosificaciones.....	45
1.27	Confirmación para guardar en base de datos.....	46
1.28	Cancelar los datos ingresados.....	46
1.29	Verificación de material.....	47
1.30	Trabajos por despachar.....	47
1.31	Verificación de la base de datos.....	48
1.32	Ingreso del cliente a ser despachado.....	48
1.33	Capacidad del carro.....	49
1.34	Cuadro para ingresar # del silo.....	49
1.35	Pantalla de Control.....	50
1.36	Elección del grado de humedad.....	50
1.37	Ingreso de clave para continuar.....	51
1.38	Verificación para continuar.....	51
1.39	Guardar datos en Disco.....	52
1.40	Confirmación del disco.....	52
1.41	Salir del programa.....	53
1.42	Confirmación para salir.....	53



CAPITULO III

PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.

3.1	Histograma de producción del año 2000.....	81
3.2	Histograma de frecuencias del año 2000.....	82
3.3	Histograma de producción del año 2001.....	84
3.4	Histograma de frecuencias del año 2001.....	85
3.5	Histograma de producción del año 2002.....	86
3.6	Histograma de frecuencias del año 2002.....	88
3.7	Diagrama de Gantt para los tiempos de producción del sistema manual.....	91
3.8	Diagrama de Gantt para los tiempos de producción del sistema autómatas.....	91
3.9	Mejora del tiempo expresado en dólares.....	92
3.10	Incremento y decremento de producción en los sistemas manual y autómatas.....	94
3.11	Ordenes de trabajo vs. tipo de hormigón. Fuente: HormiAzuay.....	94
3.12	Ordenes de trabajo vs. tipo de hormigón. Fuente: HormiAzuay.....	95
3.13	Diagrama a bloques de una completa automatización.....	99
3.14	Monitoreo de Ruido.....	120
3.15	Monitoreo de Polvo.....	125



INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN.

1.1	Características Puntuales del PIC utilizado.....	15
1.2	Tabla de Operación del C.I 8255.....	33
1.3	Programación del 8255 en Modo 0.....	36
1.4	Formato de definición de modo-palabra de control $D_7 - D_0$ s.....	37
1.5	Dirección A1 y A0 del C.I. 8255.....	37
1.6	Tabla de Verdad del C.I 74HCT688.....	38

CAPITULO II

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

2.1	Costos de Materia Prima Año 2000.....	61
2.2	Costos de Materia Prima año 2001.....	61
2.3	Balance General Año 2000.....	62
2.4	Balance General año 2001.....	63
2.5	Estado de Perdidas y Ganancias año 2000.....	64
2.6	Mano de Obra Directa año 2000.....	65
2.7	Sueldos año 2000.....	65
2.8	Estado de Perdidas y Ganancias año 2001.....	66
2.9	Mano de Obra Directa 2001.....	67
2.10	Sueldos Año 2001.....	67
2.11	Análisis Costo - Beneficio.....	67
2.12	Flujo de Caja año 2000-2001.....	71
2.13	Punto de Equilibrio y Margen de Contribución.....	72

CAPITULO III

PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.

3.1	Producción del año 2000. Fuente: HormiAzuay.....	80
3.2	Estudio básico de la producción del año 2000.....	81
3.3	Estudio completo de la producción del año 2000.....	82
3.4	Ajuste con distribución binomial.....	83
3.5	Producción del año 2001. Fuente: HormiAzuay.....	83
3.6	Estudio básico de la producción del año 2001.....	84
3.7	Estudio completo de la producción del año 2001.....	85
3.8	Ajuste con distribución binomial.....	85
3.9	Producción del año 2002. Fuente: HormiAzuay.....	86
3.10	Estudio básico de la producción del año 2001.....	87
3.11	Estudio completo de la producción del año 2002.....	87
3.12	Ajuste con distribución binomial.....	88
3.13	Resumen de producción del año 2000 vs. 2001. Fuente: HormiAzuay.....	89
3.14	Análisis del tiempo de producción.....	90
3.15	Análisis de la capacidad máxima de producción.....	91
3.16	Proyecciones para la demanda del mercado.....	93
3.17	Producción de años anteriores y capacidad instalada. Fuente: HormiAzuay.....	93
3.18	Nivel actual de automatización y mejoras que pueden realizarse.....	98
3.19	Resumen de Recursos Hídricos (Planes Maestros II Etapa. ETAPA 1999).....	108



3.20	Indicadores Ambientales.....	113
3.21	Resumen del Monitoreo de Ruido.....	120
3.22	Muestras obtenidas.....	121
3.23	Resumen de las Concentraciones Máximas Permitidas.....	123
3.24	Resumen de Muestro de Polvo Suspendido.....	124
3.25	Resumen de Valores Obtenidos para Polvo Sedimentable.....	127
3.26	Aforos de Descarga 2.....	130
3.27	Resumen de Análisis Físicos-Químicos y Bacteriológicos de Descargas 1 y 2.....	131

CAPITULO I

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN.

El proyecto “ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN PARA HORMIAZUAY CÍA.LTDA.”, pretende justificar la implementación del sistema de automatización, a través de los estudios y cuadros estadísticos desarrollados para tal efecto.

La estadística, está destinada a garantizar con cifras el incremento en la producción. De igual forma, el análisis de costos demostrará la rentabilidad de la automatización, tal y como se verificó en dicha fábrica.

HormiAzuay Cía.Ltda, elabora hormigón premezclado desde hace muchos años. La idea de automatizar la producción, surgió de los mismos ingenieros que laboran en la empresa; quizás con la idea de mejorar sus sistemas y de estabilizar la calidad del producto terminado. Pero no se imaginaron que esto daría a la empresa un renombre en el mercado, que la ha confirmado como la número uno que existe hasta la fecha.

El cambio más notorio, es el ahorro de tiempo; pues antes el operador se veía obligado a pesar por separado cemento-agua y arena-grava (materia prima utilizada en la producción de hormigón), debido a que no podía realizar estas dos operaciones simultáneamente. Pero gracias al sistema de automatización, estas dos tareas se realizan al mismo tiempo, y en consecuencia, se registra actualmente un ahorro de 7 a 8 minutos en la producción de una bacheada; es decir, por cada 3.5 m³ de hormigón, elevando, como se verá más adelante, la capacidad instalada de la fábrica.

Sin duda esto da estabilidad al producto terminado, pues los procesos son uniformes, la secuencia de operación estable, y se lleva un perfecto control de la cantidad de material que realmente intervino en cada proceso, debido a que el programa los registra y almacena en una base de datos, a través de la cual, se lleva la contabilidad interna de la empresa.

Finalmente, un análisis del costo total de la implementación del sistema de automatización, revelará la rentabilidad del mismo y la forma en la que se depreciará.

Para brindarle al lector una idea del tipo de automatización que se realiza y en donde se aplica, es importante explicar el círculo de producción que presenta HormiAzuay Cía.Ltda; es decir, lo que se pretende con la automatización, que señales se controlan, como se lo realiza y con que.

Los llamados agregados arena y grava, son cargados desde volquetas directamente hacia la balanza # 1 en donde serán pesados, y de acuerdo a las dosificaciones, se abren las compuertas para ser transportados a la mezcladora. Sobre esta balanza, que es una estructura metálica muy resistente, se encuentran dos silos, en los cuales, se deposita el cemento empleado para la elaboración del hormigón, uno para cemento Guapán y otro para cemento Rocafuerte. En la parte inferior se encuentra la bomba de agua para las mezclas.

Posteriormente se pesan los materiales de acuerdo a las dosificaciones elaboradas para cada tipo de hormigón. En primer lugar se pesan los agregados, luego el cemento, por fin se deja caer cierta cantidad de agregados hacia la banda pasante que se encarga de llevarlos al mixer; luego, se envía una pequeña cantidad de agua para que al caer el cemento, no se ocasionen pérdidas de material por golpearse directamente con los agregados y finalmente, se envía cemento alternándolo con agua en forma dosificada.

El paso siguiente, es mezclar todos los materiales en el carro, y dependiendo de la cantidad de hormigón realizado, se pueden transportar en carros de hasta $7m^3$.

Antiguamente, se disponían de balanzas analógicas con las que se realizaba el pesaje, pero siempre existían errores por paralaje y su precisión dejaba mucho que desear. Todo este proceso se lo realiza ahora con celdas de carga, que envían la señal a los indicadores digitales y estos a su vez a la PC.

También, las compuertas de los silos y de los agregados, eran accionados por relés a criterio del operador, y en ese proceso se perdía mucho material, además las dosificaciones no eran exactas. Actualmente, esto se controla por el puerto paralelo de la PC, la cual, gobierna a los mismos relés de una forma sincrónica.

Toda la automatización es controlada por una PC Pentium II con un disco duro de 1Giga, suficiente para almacenar el programa desarrollado en Visual Basic 6.0.

1.1.1 GENERALIDADES TÉCNICAS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

La figura 1.1, muestra la estructura de la empresa y sus etapas principales para la elaboración de hormigón.

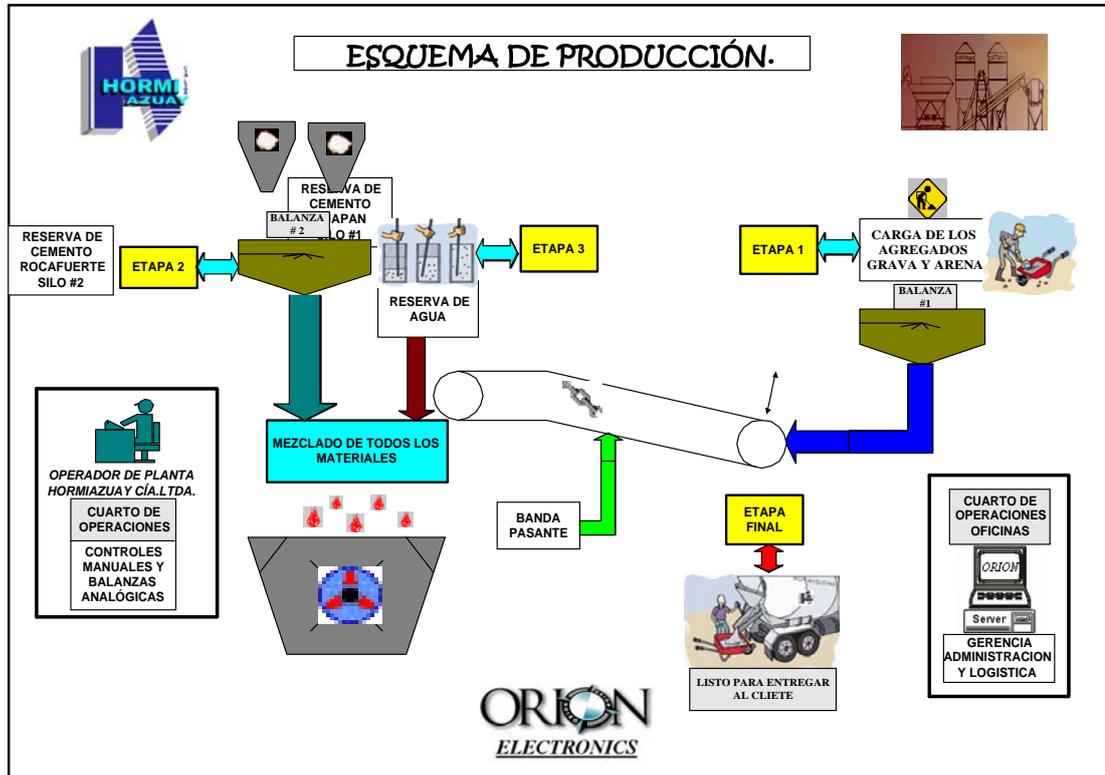


Figura 1.1 Esquema de Producción de la Fábrica HormiAzuay Cía.Ltda.

Con la automatización, surge la pregunta sobre la relación entre el costo que brindará el proyecto y sus reales beneficios en cuanto a rendimiento y capacidad de producción.

Por tal motivo, tomando como punto de partida esta interrogante, se comprende fácilmente de que es difícil obtener datos reales antes de la implementación de un sistema de automatización, sino únicamente al final, en donde se verifican los resultados y se toman las debidas correcciones, tanto en la parte técnica como también en los efectos ambientales que conlleva la automatización, debido al incremento de polvo, ruido y sobre todo la necesidad de tener un operador que conozca el sistema.

En el sistema manual, el proceso de pesado del material no podía realizarse al mismo tiempo, es decir, se tenía que esperar a que pese la balanza número uno para que pueda pesar la balanza número dos, dando como resultado una pérdida de siete a ocho minutos. Esta demora se debía a la imposibilidad de “leer” los dos indicadores de peso de las celdas de carga a la vez, y fue mejorado con el sistema de automatización en base al programa

computacional ya instalado, que permite leer las dos balanzas simultáneamente manipulando los dos puertos seriales de la PC.

Fue manifestado por parte del gerente técnico de la empresa, el inconveniente de tener indicadores digitales de marca GSE (Scale Systems modelo 350, Made in USA), ya que su costo es muy elevado (aproximadamente ochocientos dólares cada uno) y su función en el proceso no se justifica. Por este motivo, se diseñó un circuito electrónico capaz de suplir a estos equipos, y que realiza la misma función; esta es, la de convertir las señales analógicas provenientes de las celdas de carga en datos digitales, y luego enviarlos a la PC en forma serial.

Desperdicios del material empleado durante la elaboración del hormigón en cada proceso realizado, se registraban con el sistema manual, debido a que la descarga se realizaba en forma aleatoria, dando como resultado un índice económico negativo. La investigación pretende llegar a constatar si realmente con la automatización se disminuyeron las pérdidas, pues actualmente el ingreso y evacuación del material hacia las balanzas se controla con el programa en lenguaje computacional.

Dos tarjetas electrónicas constituyen la parte principal del hardware implementado. La una alojada en el Slot ISA XT, cumple las funciones del puerto paralelo y la otra, externa, consta principalmente de dos microcontroladores PIC, los cuales reemplazan a los indicadores descritos anteriormente.

1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO.

En la figura 1.2 se presenta el diagrama a bloques del proyecto, en él se aprecian en conjunto las diferentes etapas. La PC constituye el corazón del proyecto y a su vez contiene el programa desarrollado en Visual Basic 6.0; brindando al usuario, una interfase gráfica del manejo de todo el sistema utilizado para la elaboración de hormigón.

Los Indicadores han sido desplazados por la utilización de los microcontroladores PIC sobre una interfase electrónica exterior a la PC. Por otra parte, es posible apreciar las conexiones de las celdas de carga y los indicadores, en forma analógica, y de allí a los PIC que es en donde se digitaliza la señal.

La primera celda de carga se encarga de la reserva de cemento y agua y la segunda celda se encarga de la reserva de arena y agua, quedando de esta manera cerrado el ciclo de

funcionamiento del sistema de automatización que controla los procesos de dosificación y pesado.

La activación de los relés, es mediante la tarjeta de puerto paralelo creada específicamente para el control de las compuertas del sistema mecánico, dejando libre el puerto de la máquina para otras utilidades como por ejemplo, la impresión de facturas o de la base de datos con toda la información detallada de los clientes.

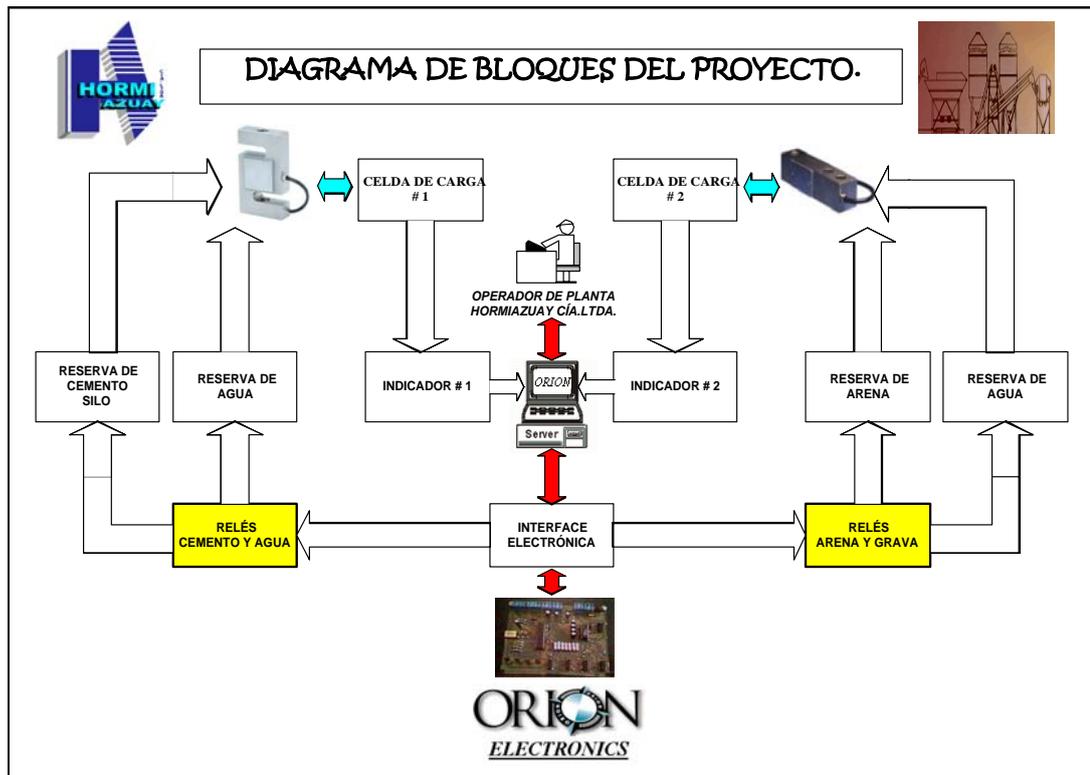


Figura 1.2 Diagrama de bloques del sistema de automatización.

1.3 DISEÑO DEL SOFTWARE DE LA PC DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Como es de conocimiento general, Visual Basic ha facilitado el desarrollo de programas sobre Windows, permitiendo la elaboración de robustos programas cliente-servidor y aplicaciones para base de datos. Visual Basic no se usa como herramienta de productividad; se usa para crear herramientas de productividad personalizadas. Este lenguaje permite tener un programa de computación lo suficientemente flexible como para realizar la tarea, en lugar de tener que modificar las necesidades para adaptarse al programa.

La razón principal del ¿por qué? se utilizó Visual Basic versión 6.0 en el desarrollo del software, es básicamente el uso de recursos mediante una interfaz gráfica y su fácil empleo en sistemas complejos interpretados a través del lenguaje de máquina, facilitando al operador el manejo de las necesidades del proyecto, como es el caso de la lectura del peso de las balanzas y su correcta calibración.

1.3.1 FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA PARA LA PC GENERAL

A continuación, se presentan cada uno de los diagramas de flujo tal y como fueron desarrollados, los cuales, tienen la finalidad de explicar de una mejor manera, el comportamiento del software de la automatización.

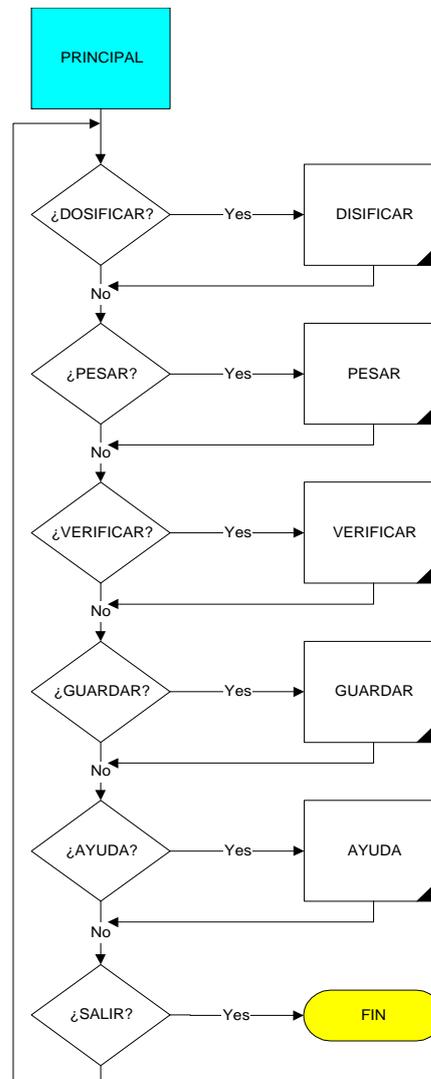
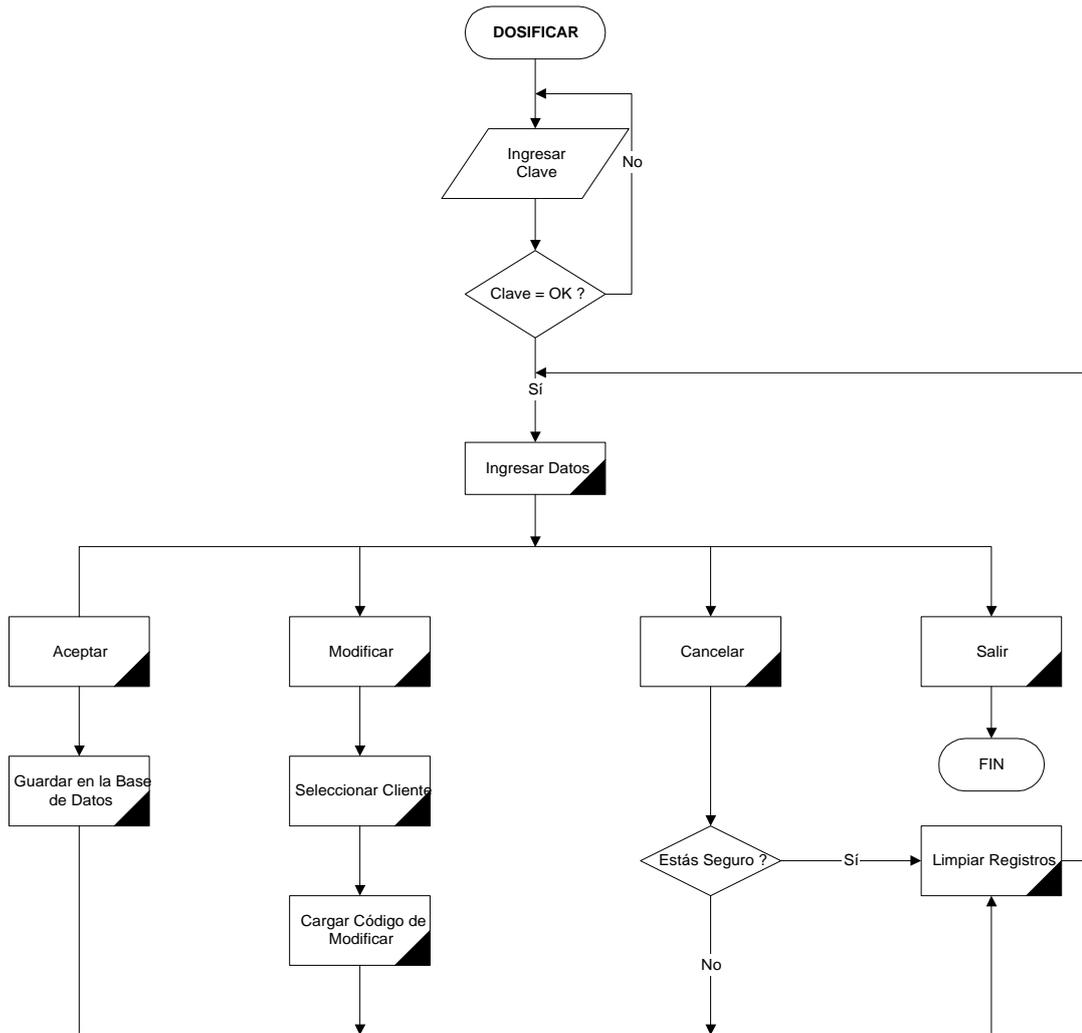


Figura 1.3 *Flujograma para el programa de la PC.*

FLUJOGRAMA DE LA DOSIFICACIÓN**Figura 1.4** *Flujograma para la Dosificación.*

FLUJOGRAMA DEL PESADO

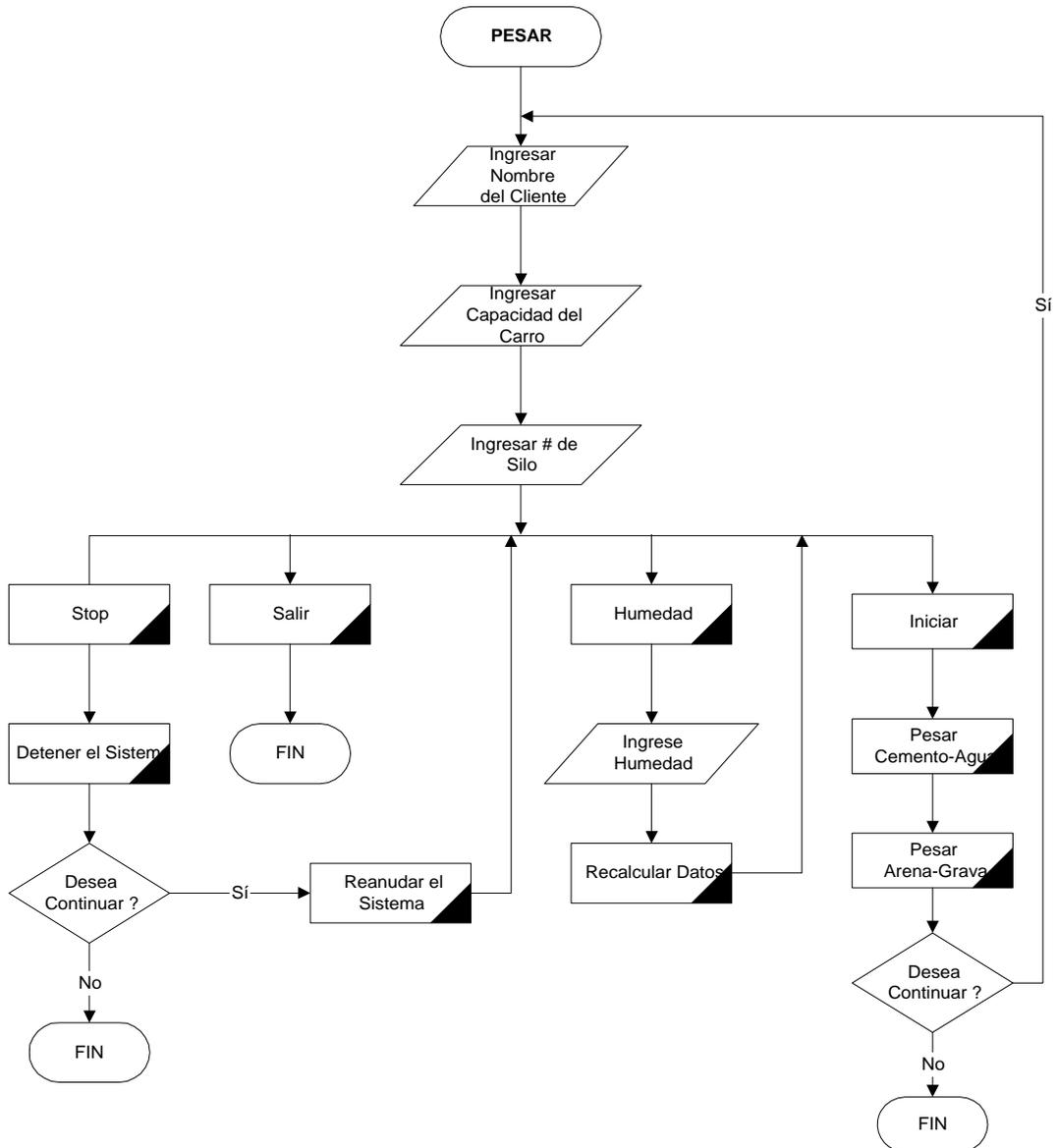
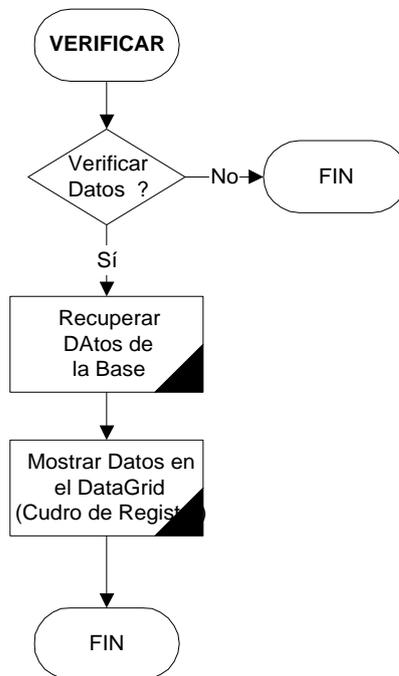
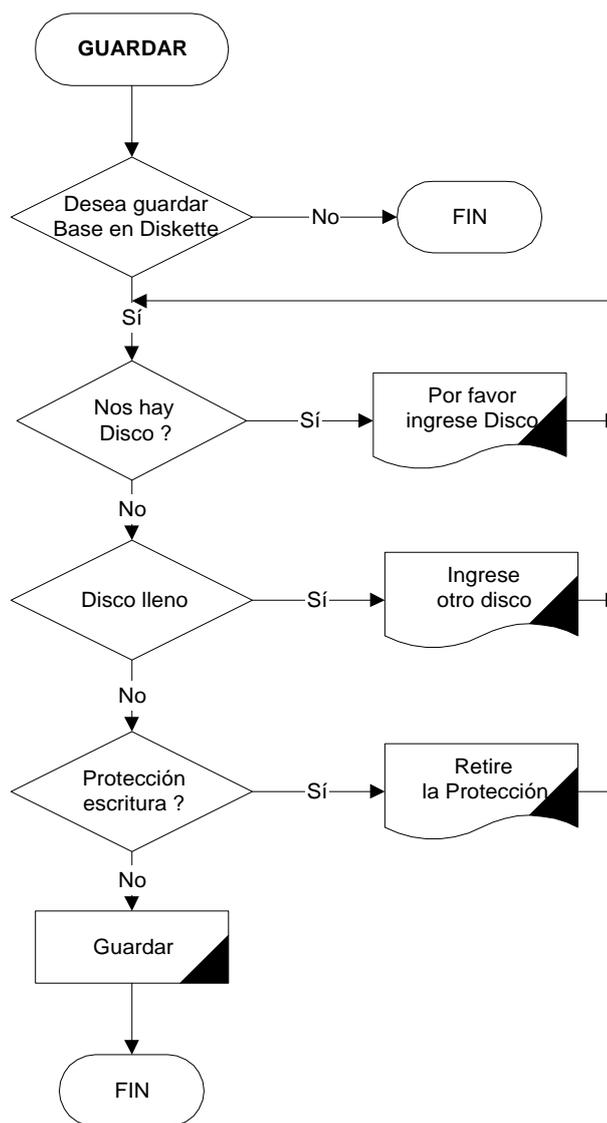


Figura 1.5 Flujograma para la etapa de Pesado.

FLUJOGRAMA DE LA VERIFICACIÓN**Figura 1.6** *Flujograma para la etapa de Verificación.*

FLUJOGRAMA PARA GUARDAR EN DISKETTE**Figura 1.7** *Flujograma de la etapa Guardar.*

FLUJOGRAMA DEL CUADRO DE AYUDA

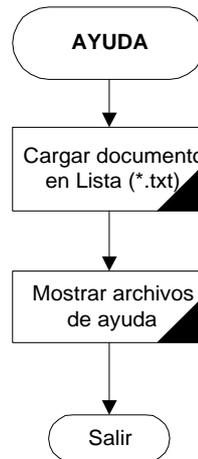


Figura 1.8 *Flujograma para la Ayuda.*

1.3.2 PROGRAMA EN LENGUAJE COMPUTACIONAL (VISUAL BASIC 6.0).

El programa desarrollado en lenguaje de programación Visual Basic versión 6.0, tiene la finalidad de lograr una interfase operador-mixer; es decir, facilita el manejo de las diferentes etapas que tiene la elaboración del hormigón.

El programa tiene elaborado un sistema interactivo para el operador, que le permite controlar mediante botones, las diferentes etapas del proceso antes mencionado, pues procesa valores digitados por el operador de acuerdo con las necesidades de cada cliente. A su vez estos valores son almacenados en una base de datos para posteriores análisis estadísticos de la fábrica, los valores son pesados y se verifican en la PC por el mismo programa que recoge los datos enviados por los microcontroladores pic 16F870. El código fuente del programa se encuentran en el CD de la contratapa de la monografía.

1.4 ANÁLISIS Y DISEÑO DE LAS TARJETAS ELECTRÓNICAS.

En cualquier computadora personal (PC), la capacidad de entrada-salida es limitada, para demostrarlo, bastan unos simples ejemplos: salida serie, salida de impresora, ratón, puerto de juegos, y no posee más alternativas.

Si en realidad se pretende realizar montajes, se hace necesario tener algo más que éstas salidas. Para obtener algunas más (1 o más de 200) hay que conectarlas al bus de expansión que posee la PC.

Los modelos comerciales de PC tienen diferentes buses: ISA, PCI, pero para nuestra aplicación se ha escogido el BUS ISA XT.

En el diseño original de la PC, se estructuró un bus que admitiera posibles expansiones futuras y que éstas no se limiten a tarjetas ya pensadas.

La tarjeta de Control de los relés de activación, consta de dos partes, la primera es una interfase paralela de 3 puertos de 8 bits cada uno. Esta se puede conectar a circuitos que se requieran controlar, como por ejemplo luces, alarmas domiciliarias, control de aire acondicionado, pequeños motores, motores paso a paso, y en nuestro caso el control de las compuertas de los agregados para la elaboración del Hormigón.

La segunda parte de la tarjeta, se destina para la lectura de las celdas de carga a cargo de un Microcontrolador PIC. De esta manera se realizará la comunicación serial PC-Tarjeta de adquisición de Datos.

El C.I. 74HCT688, que interviene en la primera tarjeta, es un comparador de 8 bits, que determina un rango de 4 direcciones correctas, desde la 300 a 303h (768 a 771 en decimal).

A su vez, el C.I. PPI 8255 proporciona 3 puertos de 8 bits programables como entradas o salidas. Está provisto de un dip-Switch, que posibilita la conexión de hasta 4 direcciones posibles que van desde 300 a la 303h, 304 a la 307h, 308 a la 30Ah y desde 30B a 30Fh, respectivamente.

La tarjeta de control se compone de los C.I. 74HCT688 y PPI 8255. No obstante se recomienda utilizar el buffer 74LS245 que sirve para aislar las señales de la computadora de la de los circuitos externos y que proporciona las señales IOR (salida), RESET (salida), AEN (salida), IOW (salida) y T/C (salida). El diseño del circuito previo para la construcción de la tarjeta electrónica se encuentra en el anexo A1.3.

La tarjeta de adquisición de datos, está compuesta por un microcontrolador PIC16F870, un conversor analógico-digital de 10 bits y un amplificador. El diseño, se puede observar en el anexo A1.1

1.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INTERFACE SERIAL.

Existe una norma de comunicación serie que es la RS-232, la cual tiene como característica principal que los rangos de tensiones que utiliza para representar los niveles lógicos son negativos y positivos. El nivel alto se representa con una tensión comprendida entre $-3V$ y $-15V$, mientras que el nivel bajo utiliza el rango de $+3V$ a $+15V$.

El integrado utilizado, dispone de dos canales de entrada para niveles TTL, que son el T1IN y el T2IN, con sus correspondientes salidas, R1OUT y R2OUT. Igualmente, posee dos canales de entrada para niveles RS-232 R1IN y R2IN y sus correspondientes salidas TTL, T1OUT y T2OUT. Se alimenta con $+5V$.

El gráfico del C.I. se muestra a continuación:

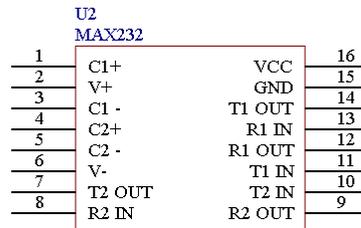


Figura 1.9 Circuito Integrado Max 232 para interfase serial a TTL.

1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ETAPA AMPLIFICADORA.

Las celdas de carga entregan una señal entre 0 y 30mV, por ello es imprescindible construir una etapa amplificadora para lograr niveles de voltaje que puedan ser aplicados al convertidor analógico digital del microcontrolador. El C.I. INA 114 (AP o BP) de la casa Burr-Brown cumple bien esta función, ya que se trata de un amplificador de instrumentación de alta precisión sobre un encapsulado de 8 pines de alimentación doble, negativa y positiva ($+12V$ y $-12V$), tiene un voltaje de referencia que se lo puede asignar a voluntad (0V), una resistencia que brinda la ganancia del amplificador y las entradas provenientes de la celda de carga entran respectivamente a los pines Vin- y Vin+.

Para calibrar el nivel de referencia 0V, se utilizó un amplificador de precisión, el ECG 918M (Amplificador Operacional de precisión y alta velocidad) sobre encapsulado de 8 pines en conexión de seguidor de voltaje con un trimer de precisión para calibrar la ganancia. El circuito electrónico puede ser consultado en el anexo A1.2.

1.5 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL PIC A UTILIZAR.¹

De acuerdo a la necesidad del proyecto y por los beneficios que brindan los Microcontroladores PIC, se utilizó el PIC16F870 de Microchip.

Las características más puntuales del PIC16F870 son las siguientes:

- Microcontrolador de 28 pines de 8 bit CMOS FLASH.
- RISC CPU Alto rendimiento.
- Sólo 35 palabras de instrucciones para aprender.
- Todas las instrucciones son de un ciclo salvo la del programa que son dos ciclos.
- Velocidad de operación: DC - 20 MHz reloj entrada DC - 200 ns ciclo de instrucción.
- 2K x 14 palabras de Memoria de Programa FLASH
128 x 8 bytes de Memoria de los Datos (RAM)
64 x 8 bytes de EEPROM Datos Memoria.
- Pinout compatible a los PIC16CXXX 28 y 40.
- Capacidad de Interrupciones (a 11 fuentes).
- Directo, indirecto y relativo modos de direccionamiento.
- Power-on Restablezca (POR).
- Power-up cronómetro (PWRT) y Oscilador Salida-a el Cronómetro (OST).
- Perro guardián Cronómetro (WDT) con su propio on-chip RC oscilador para el funcionamiento fiable.
- Código-protección Programable.
- Selección de opciones del oscilador.
- Tecnología Bajo-poder, gran velocidad CMOS FLASH-EEPROM.
- Totalmente estático.
- Circuito serie Programado (ICSP) vía dos pines.
- Capacidad sólo de 5V sobre circuito serial programado.
- Procesador accede para programar memoria lectura-escritura.
- El rango de voltaje operando es de: 2.0V a 5.5V
- Corriente Alta de Sink/Source: 25 mA
- Rangos de temperatura Comerciales e Industriales.
- Bajo poder de consumo:

¹ www.microchip.com.

- <1.6 MA típico @ 5V, 4 MHz,
- 20 MA típico @ 3V, 32 kHz,
- <1 MA la corriente de reserva típica

Rasgos Periféricos:

- Timer0: 8-bit timer/counter con 8-bit prescaler.
- Timer1: 16-bit timer/counter con prescaler.
- Timer2: 8-bit temporizador-contador con 8-bit período registre.
- 10-bit multi-canal el convertor Analógico-a-digital.
- Receptor Asíncrono Síncrono Universal.
Transmisor (USART/SCI) con 9-bit dirección.
- Puerto Esclavo Paralelo (PSP) 8-bits ancho, con RD externo.

La figura 1.10, muestra el patillaje del microcontrolador y la tabla 1.1 resume las principales características del mismo:

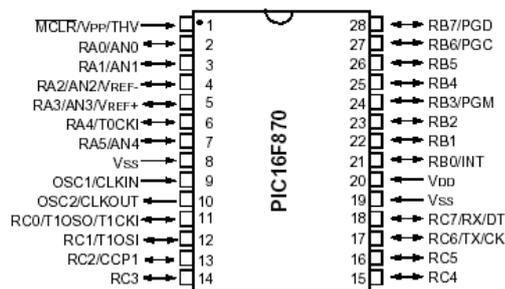


Figura 1.10 Microcontrolador PIC (Microchip).

PIC	16F870
Frecuencia de Operación	20MHz
Memoria de Programa Flash x 14(bit) palabras	2k
Memoria de Datos	128 Bytes
Memoria de Datos EEPROM	64 Bytes
Interrupciones	10
Puertos de I/O	Puertos A,B,C (22)
Timers	3
Módulo de Captura y Comparación	1 PWM (10Bit)
Comunicación Serial	USART
Módulo Analógico-Digital de 10 Bits	5 Canales de Entrada
Set de Instrucciones	35
Paquete	28 Pines

Tabla 1.1 Características Puntuales del PIC utilizado.

1.5.1.1 PUERTOS DE E/S DEL PIC16F870.²

Son llamados así porque dejan entrar y salir la información al procesador. Dichos puertos deben soportar las líneas que precisan los distintos periféricos que hay integrados en la cápsula. Cuantos más periféricos dispone el modelo, exige más líneas de comunicación y mayor número de pin o pines, con más multiplexado de señales. En el caso del PIC16F870 de 28 pines tiene 22 líneas dedicadas a las líneas de E/S.

Este PIC tiene 3 Puertos de E/S (A, B, C,). La mayoría de las Puertas son multifunción, es decir, soportan diferentes funciones según sean programadas. Así, existen pines que a veces funcionan como líneas de E/S digitales y otras como entradas o salidas de señales analógicas para un comparador.

Puerto A.

Consta de 6 pines o líneas (RA0-RA5). Todos, menos RA4, pueden actuar como E/S digital o como canales de entrada para el conversor AD. El pin RA4, además de E/S digital puede funcionar como entrada del reloj externo para el TMR0.

Además, posee 5 líneas multifuncionales que responden a la siguiente nomenclatura y misiones:

RA0-AN0; RA1-AN1, cada uno de estos pines pueden funcionar con E/S digital ó como entrada analógica a un comparador.

RA2-AN2/VREF- y RA3-AN3/VREF+, son Pines que pueden realizar 3 funciones:

- 1.- E/S digital.
- 2.- Entrada analógica al comparador.
- 3.- Salida de la Tensión de Referencia.

RA4/T0CKI, puede emplearse como línea de E/S digital, o como entrada de la señal de reloj externa para el TMR0 o como salida del comparador.

² ANGÚLO Usátegui J. M^a, ANGÚLO Martínez I., CUENCA Martín, *Microcontroladores PIC, Paraninfo, Segunda Edición, 1997 Pág. 208-209.*

Puerto B.

Las 4 líneas más significativas del Puerto B (RB <3:0> actúan como E/S digitales, según la programación del registro TRISB. Además pueden disponer de una carga pull-up interna si se programa la línea como entrada y el bit <7> (RBPO) del registro OPTION vale 0.

Las líneas RB <7:4> funcionan como las anteriores, pero además pueden provocar una interrupción si se programan como entradas y se produce el cambio de nivel lógico en alguna de ellas. En tal caso se activa el bit <0> (RBIF) de INTCON. La interrupción se anula al borrar el bit <3> (RBIE) de INTCON o al hacer una nueva lectura del Puerto B.

Se trata de un conjunto de 8 pines con las siguientes funciones:

RB0/INT, E/S digital con pull-up programable o entrada de petición de interrupción externa por hardware.

RB1-RB3, E/S digitales.

RB4-RB7, E/S digitales o conjunto de entradas que son capaces de provocar una interrupción cuando varía el nivel lógico de alguna de ellas.

Las líneas de E/S del Puerto A pueden programarse como entrada o salida digital, según se escriba en el registro TRISA un 1 ó un 0, respectivamente. Si la línea es salida está registrada en una báscula D y conserva su valor, hasta que no se escriba otra información. Si es entrada se lee en cada momento el valor que exista en el pin. Un Reset pone a 1 todos los bits de los registros TRIS y deja configuradas como entradas las líneas de E/S.

Las líneas del Puerto B se programan con el registro TRISB de forma que un 1 en uno de sus bits configura el pin correspondiente como entrada y un 0 como salida.

Tanto en lectura como en escritura la información del pin pasa por la báscula. Las líneas del puerto B pueden disponer de una carga pull-up interna si dicha línea se programa como entrada y el bit <7> (RBPU) del registro OPTION se pone a 0.

Además, las líneas RB<7:4> pueden provocar una interrupción si se programan como entradas y varía el nivel lógico en alguna de ellas. Los valores que se leen de estas líneas se comparan con los anteriores y si no coinciden se activa el bit <0> (RBIF) del registro

INTCON. La interrupción se anula borrando el bit <3> (RBIE) de INTCON o al hacer una nueva lectura.

RA4/T0CKI es un pin que funciona como entrada de alta impedancia o salida. También puede ser salida del comparador si los bits <2:0> de CMCON tienen el valor para el TMR0 cuando se halla programado como contador de eventos.

Puerto C.

Es un puerto bidireccional de 8 bits. Cada pin actúa como E/S digital, según la programación de TRISC. Además, también puede actuar como entrada o salida de diversos periféricos internos.

RC0/T1OSO/T1CKI: E/S digital. Salida para la conexión del cristal de realimentación del oscilador externo para el TMR1. Entrada de reloj para el TMR1.

RC1/T1OSI: E/S digital. Entrada para la conexión del cristal del oscilador externo del TMR1. E/S del módulo 2 para la Captura/Comparación/PWM.

RC2/CCP1: E/S digital. E/S del módulo 1 de Captura/Comparación/PWM.

RC3: E/S digital. Reloj síncrono para los modos SPI e I²C del puerto serie.

RC4: E/S digital. Entrada de dato serie en el modo SPI. E/S serie en el modo I²C.

RC5: E/S digital. Salida de datos serie en el modo SPI.

RC6/Tx/CK: E/S digital. Línea de transmisión asíncrona del canal serie. Reloj síncrono del canal serie.

RC7/Rx/DT: E/S digital. Línea de recepción asíncrona del canal serie. Línea de datos del canal serie síncrono.

1.5.1.2 TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN SINRONA Y ASINCRONA UNIVERSAL (UART).³

Proporciona las mismas prestaciones que una UART programable. Se puede configurar de dos modos diferentes:

Asíncrono (full-duplex)._ La comunicación es bidireccional. El pin RC6/Tx/CK actúa como línea de transmisión y la RC/Rx/DT como línea de recepción. Cada dato lleva un bit de inicio y otro de alto.

Síncrono (semiduplex)._ Comunicación unidireccional. Una sola línea para los datos que se implementan sobre el pin RC7/Rx/DT. En el modo master la señal de reloj sale por el pin RC6/Tx/CK. En el modo esclavo (“slave”) entra por ella. En ambos modos los datos pueden ser de 8 ó 9 bits, pudiendo emplear el noveno como bit de paridad, transmitiéndose o recibiendo por el bit <0> de RXSTA y/o RCSTA.

El registro específico TXSTA actúa como registro de estado y control del transmisor y el RCSTA hace lo mismo para el receptor.

Los baudios se establecen por el valor cargado en el registro SPBRG y el bit BRGH del registro TXSTA, con el que se puede elegir la velocidad alta (1) o baja (0) en el modo asíncrono.

$$\text{Baudios} = F_{osc} / (n(x + 1))$$

$n = 4$ en el modo síncrono

$n = 16$ en el modo asíncrono de alta velocidad

$n = 64$ en el modo asíncrono de baja velocidad

$x =$ valor cargado en el registro SPBRG

Siendo $x = (F_{osc} / \text{Baudios}) / (n - 1)$.

³ ANGÚLO Usátegui J. M^a, ANGÚLO Martínez I., CUENCA Martín, *Microcontroladores PIC, Paraninfo, Segunda Edición, 1997 Pág. 230.*

Mediante la programación de los bits del registro TXSTA y RCSTA se configuran el modo de trabajo. Así, SPEN configura RC7/Rx y RC6/Tx como líneas de comunicación serie. El transmisor se activa con el bit TxEN. El dato a transmitir se carga en TxREG y luego pasa al registro transmisor TSR, cuando se haya transmitiendo el bit de stop del dato anterior. Entonces se activa el señalizador TxIF y si el bit de permiso está activado se produce una interrupción.

Activando Tx9 se inserta el noveno bit almacenado en el bit <0> (Tx9D) de TXSTA. El bit TRMT indica si el transmisor está vacío o no.

El módulo receptor asíncrono se activa con el bit CREN. El dato se recibe por RSR y cuando se completa se pasa al registro RCREG para su posterior lectura, activándose el señalizador RCIF.

En el modo síncrono el SCI trabaja en half duplex, no pudiendo emitir y transmitir a la vez. La señal de reloj la envía el transmisor (maestro) conjuntamente con los datos. Los principios y el funcionamiento de la emisión y la excepción síncronas son similares al modo asíncrono y únicamente hay que seleccionar esta forma de trabajo cargando adecuadamente los registros TXSTA y RCSTA.

1.5.1.3 **CONVERSION A/D.** ⁴

Se trata de un periférico que se halla integrado en el microcontrolador del tipo PIC16F870, el modelo 870 dispone de 5 canales de entrada. Es un convertor analógico a digital de 10 bits con una tensión de referencia que puede ser interna (VDD) ó externa (entra por el pin AN3/Vref). En cada momento la conversión sólo se realiza con la entrada de uno de sus canales, depositando el resultado de la misma en el registro ADRES H/L y activándose el señalizador ADIF, que provoca una interrupción si el bit de permiso correspondiente está activado. Además, al terminar la conversión el bit GO/*DONE se pone a 0.

La tensión de referencia puede provenir de la tensión interna VDD o de la externa que se introduce por el pin AN3/Vref.

⁴ ANGÚLO Usátegui J. M^a, ANGÚLO Martínez I., CUENCA Martín, *Microcontroladores PIC, Paraninfo, Segunda Edición, 1997 Pág. 233.*

Para gobernar el funcionamiento del CAD se utiliza dos registros: ADCON0 y ADCON1. El primero, selecciona el canal a convertir con los bits CHS <2:0>, activa al conversor y contiene el señalizador que avisa del fin de la conversión (ADIF) y el bit GO/*DONE.

El registro ADCON1 establece las entradas que son digitales y analógicas, así como el tipo de tensión de referencia (interna o externa).

El tiempo que dura la conversión depende de la frecuencia de funcionamiento del PIC y del valor de los bits ADCS1 ADCS0. Por ejemplo e nuestro caso, el PIC trabaja a 20MHz y los bits ADCS1:ADCS0 = 00, el tiempo de conversión $T_{ad} = 100\text{ns}$; si el valor de los bits es 0:1, $T_{ad} = 400\text{ns}$; si valen 1:0, $T_{ad} = 1,6\mu\text{s}$ y sí ADCS1:ADCS0 = 11, $T_{ad} = 4\mu\text{s}$.

A continuación describiremos de forma resumida los pasos para realizar una conversión en el CA/D:

- 1) Se configura correctamente el CA/D programando los bits de los registros de control.
- 2) Se autoriza o prohíbe la generación de interrupción al finalizar la conversión, cargando los bits del PIE1.
- 3) Para iniciar la conversión se pone el bit GO/*DONE = 1. Hay que tener en cuenta el tiempo de durará la conversión.
- 4) Se detecta el final de la conversión bien porque se genera la interrupción, o bien porque se explora cuando el bit GO/*DONE = 0.
- 5) Se lee el resultado de la conversión en el registro ADRES H/L.

1.5.1.4 TEMPORIZADORES.⁵

TMR0

Dada su importancia, es el primer timer en utilizarse, a continuación su funcionamiento:

⁵ www.microchip.com

El Timer0 timer/counter del módulo tiene los rasgos siguientes: 8-bit timer/counter de lectura y escritura, tiene un software prescaler programable de 8 bits, su reloj se puede seleccionar interno o externo. Se produce una interrupción por sobreflujo desde FFh a 00h.

En modo de *cronómetro* es seleccionado en el bit T0CS del registro (OPTION_REG <5>).

En modo de Timer, el módulo Timer0 incrementa todos los ciclos de la instrucción (sin el prescaler). Si el registro del TMR0 se escribe, el incremento es inhibido para los siguientes dos ciclos de la instrucción. El usuario puede trabajar alrededor de esto escribiendo un valor ajustado al registro TMR0.

En modo de *contador* se selecciona habilitando el bit T0CS (OPTION_REG <5>).

Como contador, el Timer0 decrementa o incrementa en cada subida o flanco descendente del pin RA4/T0CKI. Se puede setear el flanco si el incremento es de alto a bajo o viceversa en el bit T0SE del registro (OPTION_REG <4>).

La interrupción del TMR0 se genera cuando el TMR0 registro sobrepasa de FFh a 00h. Esta inundación pone habilitada el bit T0IF (INTCON <2>). La interrupción puede enmascarse por el bit T0IE borrando en el registro (INTCON <5>). El bit T0IF debe ser borrado en software por el servicio de interrupción del módulo Timer0. La interrupción TMR0 no puede despertar el procesador de SLEEP subsecuentemente que el cronómetro está apagado cerrado durante SLEEP.

Usando Timer0 con un Reloj Externo, cuando ningún prescaler se usa, la entrada del reloj externa es igual que el rendimiento del prescaler. Por consiguiente, es necesario para T0CKI ser alto por lo menos $2T_{osc}$ (y un RC pequeños tardan de 20 ns) y tarda por lo menos $2T_{osc}$ (y un RC pequeños tardan de 20 ns).

Como Prescaler hay sólo un prescaler disponible que es mutuamente exclusivamente compartido entre el módulo Timer0 y el cronómetro del perro guardián. Los bits PSA y PS2:PS0 del registro (OPTION_REG <3:0>) determina la asignación del prescaler y proporción del prescaler.

1.5.2 FLUJOGRAMA DEL PROGRAMA PARA EL μ PIC 16F870.

La figura 1.11, muestra el diagrama de flujo utilizado en la elaboración del programa que gobierna la tarjeta de adquisición de datos:

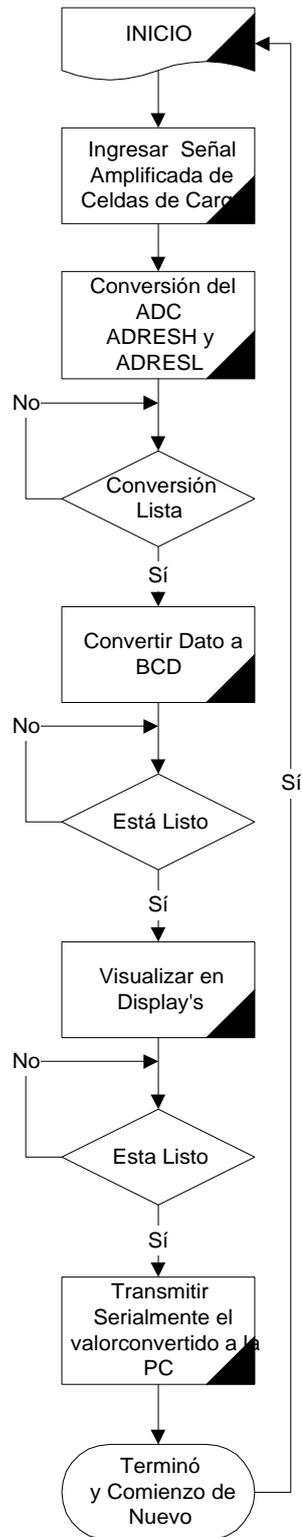


Figura 1.11 *Flujograma para el programa desarrollado para el Microcontrolador PIC.*

1.5.2.1 PROGRAMA EN LENGUAJE ENSAMBLADOR.

El programa desarrollado para el microcontrolador PIC 16F870 tiene la finalidad de convertir señales analógicas en una rango de 0 a 3mV que son previamente amplificadas, Estas señales son provenientes de las celdas de carga que se encuentran en cada balanza, destinadas para registrar la cantidad de material.

El microcontrolador recoge las señales analógicas amplificadas, las convierte en señales digitales mediante el conversor analógico-digital interno y visualiza el valor registrado en display's; al mismo tiempo, envía serialmente los datos hacia los puertos serie de la PC, esto mediante transmisión síncrona a 9600 baudios por el puerto UART del PIC.

Este programa tiene la facilidad de borrar el contenido de los display's, es decir ponerlos a cero y reestablecer su valor original, todo esto mediante pulsantes aplicados a señales provenientes del microcontrolador.

Las líneas de programa se pueden verificar a continuación:

```

;          Programa: tesis.ASM          Fecha Inicio:19/03/2002
;=====
;*      Programa Desarrollado para el Pic 16F870 con 20Mhz de Velocidad      *
;*      Convertidor Analógico Digital de 10 Bits                            *
;*      Reloj Tipo HS                                                         *
;*                                                                           *
;*          Tesis de Ingeniería Electrónica                                 *
;*          Universidad Politécnica Salesiana.                               *
;*                                                                           *
;*      Autores:                                                             *
;*      Ing. Electrónico  Esteban Mauricio Inga Ortega                     *
;*      Ing. Electrónico  Juan Carlos Saquicela Pulla                       *
;*                                                                           *
;*      Empresa: *** Orion Electronics *** Teléfonos:836-587 864-210      *
;*                                                                           *
;*      Utilizado en: HormiAzuay Cía.Ltda.                                  *
;=====
; ***** Partes del Programa y Finalidades:
;1)      Convertir las señales provenientes de las celdas de carga
;         Sensortronics Single Ended Shear Beam Model 65023 con una
;         resolución de 3mV/V y una capacidad de 1000 a 10000 libras
;         y enviarlas hacia el computador por medio de los puertos serie (# 2),
;         las que serán leídas y visualizadas en pantalla, por el programa
;         elaborado sobre Visual Basic 6.0.
;2)      Visualizar las señales en DISPLAY'S.
;3)      Tener la facilidad de encerrar los display's.
;4)      Transmitir serialmente las señales convertidas del ADC

```

```

;-----
; Performance :
;           Program Memory      : 35
;           Clock Cycles       : 905
;           Número de Grabación : 11
;           Revisión Fecha     : 25-4-02 (Día-Mes-Año)
;           Hora               : 15h00pm
;-----

```

```

;-----UTILIZACIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR-----
;           RA0                 Canal 0 para ingreso de señal analógica
;           RA2-RA3            Señales utilizadas para los voltajes de referencia
;           RA1,RA4,RA5       Señales libres
;P3          RB0                Señal pulsada manualmente para restablecer Valor
;           RB1-RB6           Datos Enviados hacia los Display's
;           RC0-RC3           Señales utilizadas para control de los Transistores.
;Opcional   RC4                Señal pulsada
;P2          RC5                Señal pulsada para Poner Cero
;           RC6                TX
;           RC7                RX

```

```

;*****
; Direcciones de los Registros de uso Específico del PIC 16F870
;*****

```

INDF	EQU	00h	;Contenido de la dirección apuntada por FSR
PCL	EQU	02h	;Contador de Programa
STATUS	EQU	03h	;Dirección del Registro de Estado
FSR	EQU	04h	;Dirección base del direccionamiento indirecto
PORTA	EQU	05h	;Puerto A
PORTB	EQU	06h	;Puerto B
PORTC	EQU	07h	;Puerto C
TRISA	EQU	085h	;Registro Triestado Puerto A
TRISB	EQU	086h	;Registro Triestado Puerto B
TRISC	EQU	087h	;Registro Triestado Puerto C
PIR1	EQU	0Ch	;Registro donde se encuentra la bandera del buffer TX
OPTION_REG	EQU	81h	;Registro de control del TMR0 y divisor de Frec.
RP0	EQU	05h	;Bit RP0 del Registro STATUS
F	EQU	1	;Valor prefijado de 1 para Z
W	EQU	0	;Valor prefijado de 0 para W (Acumulador)
C	EQU	00h	;Valor prefijado de 0 para C (Acarreo)
Z	EQU	02h	;Valor prefijado de 02h para Z
CONTADOR	EQU	20h	;Dirección asignada para este programa
REGISTRO	EQU	22h	;Dirección asignada para este programa
BYTEBAJO	EQU	24h	;Dirección asignada para este programa
BYTEALTO	EQU	26h	;Dirección asignada para este programa
R0	EQU	28h	;Dirección asignada para este programa
R1	EQU	30h	;Dirección asignada para este programa
R2	EQU	32h	;Dirección asignada para este programa
R3	EQU	34h	;Dirección asignada para este programa
BCD_4	EQU	36h	;Dirección asignada para este programa
BCD_3	EQU	38h	;Dirección asignada para este programa
BCD_2	EQU	40h	;Dirección asignada para este programa
BCD_1	EQU	42h	;Dirección asignada para este programa
REPITEVISUAL	EQU	43h	;Dirección asignada para este programa
COMPARADOR	EQU	2Ah	;Dirección asignada para este programa
CONTA1	EQU	2Ch	;Dirección asignada para este programa
CONTA2	EQU	2Eh	;Dirección asignada para este programa

```

;-----
LIST P=16F870 , n = 66

```

```
ERRORLEVEL -302
__CONFIG h'3D39'
```

```
INCLUDE <P16F870.inc>
```

```
ORG 00h
GOTO INICIO
```

```
-----
```

```
INICIO
BSF STATUS,RP0 ;Ingreso al Banco 1
MOVLW B'00111111' ;Encero puerto A para entradas analógicas
MOVWF TRISA ;Solo AN0 como entrada analógica
MOVLW B'00000001' ;Cargo w con 127
MOVWF TRISB ;Configuro RB0-RB6 como Salidas para los 7 segm.
MOVLW B'10110000' ;Cargo w con 240
MOVWF TRISC ;Configuro RC0-RC3 como salidas
MOVLW B'10000001' ;Cargo w Deshabilitar el pull-up del PORTB
MOVWF OPTION_REG ;y cargar el prescaler del TMR0 con 1:2
BCF STATUS,RP0 ;Regreso al Banco 0
CLRF COMPARADOR ;Encero el Comparador de conversiones
CLRF PORTA ;Encero el puerto AADC
CLRF PORTB ;Encero el puerto BDisplay 7 Segmentos
CLRF PORTC ;Encero el puerto C
CLRF BCD_4 ;Encero el registro del primer dígito
CLRF BCD_3 ;Encero el registro del segundo dígito
CLRF BCD_2 ;Encero el registro del tercer dígito
CLRF BCD_1 ;Encero el registro del cuarto dígito
CLRF TXREG ;Encero el buffer de transmisión
CLRF BYTEBAJO ;Encero el registro de la parte alta del ADC
CLRF BYTEALTO ;Encero el registro de la parte alta del ADC
CLRF TMR0 ;Encero el TMR0
BSF STATUS,RP0 ;Ingreso al Banco 1
MOVLW .129 ;Seteo a 9600 Baudios y Alta velocidad
MOVWF SPBRG ;Cargo en el Registro SPBRG
MOVLW 0x24 ;TX ASyncrona Maestro,8-bit a transmitir,
MOVWF TXSTA ;Transmisión habilitada, modo a baja velocidad.
BCF STATUS,RP0 ;Regreso al Banco 0
MOVLW 0x90 ;8-bit a recibir, recepción habilitada,
MOVWF RCSTA ;Recepción continua, puerto serie habilitado
PRINCIPAL
CALL ADC ;Llamo a la subrutina ADC para conversión del ADC
CALL B16ABCD ;Llamo a la subrutina de conversión HEX a BCD 905 ciclos de reloj
MOVLW .60 ;Cargo W con 60 veces para repetir
MOVWF REPITEVISUAL ;Cargo W en el registro REPITEVISUAL
OTROVISUAL
CALL VISUALIZAR ;Llamo a la subrutina de visualizar
DECFSZ REPITEVISUAL,1;Decrementa el registro RepiteVisual y salta si es cero
GOTO OTROVISUAL ;Salta a repetir la rutina visualizar
CALL TX ;Llamo a la subrutina de tx de transmisión serial
BTFSZ PORTC,5 ;Verifico si el bit5 es uno
GOTO PRINCIPAL ;Regreso a la subrutina principal para realizar todo otra vez más
```

```
====PONIENDO EL VALOR DE CERO PARA VISUALIZAR
```

```
CLRF BCD_4 ;Borro BCD_4 para visualizar
CLRF BCD_3 ;Borro BCD_3 para visualizar
CLRF BCD_2 ;Borro BCD_2 para visualizar
CLRF BCD_1 ;Borro BCD_1 para visualizar
CEROVISUAL
CALL VISUALIZAR ;Llamando a rutina visualizar
CALL TX ;Transmito serialmente
BTFSZ PORTB,0 ;Verifico si el bit0 es uno
GOTO CEROVISUAL ;Repito la visualización del cero
GOTO PRINCIPAL ;Salta al programa principal
```

```

;====CONVERSION DEL ADC
ADC
MOVLW      B'00000001' ;Cargo w con FOCS=Fosc/2 y con el canal 0
MOVWF      ADCON0      ;y también seteo el bit ADON para que ADC opere
BSF        STATUS,RP0  ;Ingreso al Banco1
MOVLW      B'10001000' ;Cargo w con ADFM=1 Justificado a la derecha
MOVWF      ADCON1      ;y todas las entradas analógicas con REF de VCC y GND
BCF        STATUS,RP0  ;Regreso al Banco 0
BCF        PIR1,ADIF   ;Con 0 digo que la conversión no esta completada
BSF        STATUS,RP0  ;Ingreso al Banco1
BSF        PIE1,ADIE   ;Habilito la interrupción de conversión del ADC
BCF        STATUS,RP0  ;Regreso al Banco 0
BSF        INTCON,GIE  ;Habilito todas las máscaras de las interrupciones
CLRF       TMR0        ;Encero el TMR0
TEMPORIZADC
BTSS       INTCON,T0IF ;Explora el bit T0IF (sobreflujo del TMR0) y si vale 1 salta
GOTO       TEMPORIZADC;Regreso y verifico hasta que sea 1
BCF        INTCON,T0IF ;Encero el bit T0IF
BSF        ADCON0,GO   ;Pongo en uno el bit GO para comenzar la conversión
ESPERAR
BTSS       PIR1,ADIF   ;Exploro el bit ADIF (Conversión completa) si es 1
GOTO       ESPERAR     ;Regreso a esperar hasta que el bit ADIF = 1
MOVF       ADRESH,W    ;Cargo el Registro del ADC (ALTO) a w
MOVWF      BYTEALTO    ;Cargo w al registro BYTEALTO
BSF        STATUS,RP0  ;Ingreso al Banco1 para leer el Registro ADRESL
MOVF       ADRESL,W    ;Cargo el Registro del ADC (Bajo) a w
BCF        STATUS,RP0  ;Regreso al Banco0
MOVWF      BYTEBAJO    ;Cargo w al registro BYTEBAJO
BCF        PIR1,ADIF   ;Encero el bit ADIF para una nueva conversión
RETURN     ;Retorno de la subrutina

```

```

;==CONVERTIR 16 BITS A BCD Y VISUALIZAR EN DISPLAY'S=====

```

```

;      Los 16 bit en binario es el numero = FFFF
B16ABCD
BCF        STATUS,0    ;Borra el bit de carry
MOVLW     .16          ;Cargo w con 16 en Hexadecimal para 16bits
MOVWF     CONTADOR     ;Cargo w a un Contador
CLRF      R0           ;Encero el Registro R0
CLRF      R1           ;Encero el Registro R1
CLRF      R2           ;Encero el Registro R2
INCF     COMPARADOR,1 ;Comparador de registro BYTEBAJO o ALTO
BTSS     COMPARADOR,0;Verifico si el bit 0 es 1 y salto
GOTO     B16ABCD      ;Regreso a subrutina B16ABCD
ROTADOR16
RLF      BYTEBAJO, F   ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en L_Byte
RLF      BYTEALTO, F  ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en H_Byte
RLF      R2, F         ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R2
RLF      R1, F         ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R1
RLF      R0, F         ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R0
DECFSZ   CONTADOR, F  ;Decremento el contador en 1 y guardo en el mismo registro
GOTO     ADJDEC        ;Vaya a la subrutina (ADJDEC)
MOVF     R1,W          ;Cargo w con valor de R1 (Primer Dato)
ANDLW    0f            ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF    BCD_3         ;Cargo el segundo valor en BCD_3
MOVF     R1,W          ;Cargo w con valor de R1 (Primer Dato)
SWAPF    R1,W          ;Intercambio los Nibbles 1 a 2
ANDLW    0f            ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF    BCD_4         ;Cargo el primer valor en BCD_4
MOVF     R2,W          ;Cargo w con valor de R2 (Segundo Dato)
ANDLW    0f            ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF    BCD_1         ;Cargo el cuarto valor en BCD_1
MOVF     R2,W          ;Cargo w con valor de R2 (Segundo Dato)
SWAPF    R2,W          ;Intercambio los Nibbles 1 a 2
ANDLW    0f            ;Borro los 6 dígitos de la izquierda

```

MOVWF	BCD_2	;Cargo el primer valor en BCD_2
RETLW	0	;Retorno de la subrutina y cargo w con 0
ADJDEC		
MOVLW	R2	;Cargo w el valor de R2 (Registro)
MOVWF	FSR	;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL	ADJBCD	;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
MOVLW	R1	;Cargo w el valor de R1 (Registro)
MOVWF	FSR	;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL	ADJBCD	;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
MOVLW	R0	;Cargo w el valor de R0 (Registro)
MOVWF	FSR	;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL	ADJBCD	;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
GOTO	ROTADOR16	;Vaya rotar y decrementar el contador en 1
ADJBCD		
MOVLW	3	;Cargo w con B'00000011'
ADDWF	0,W	;Adiciono w con 0
MOVWF	REGISTRO	;El resultado de la suma coloco en REGISTRO
BTFS	REGISTRO,3	;Verifico si el resultado > 7
MOVWF	W	;Cargo w en w
MOVLW	30	;Cargo w con B'00110000'
ADDWF	0,W	;Adiciono w con 0
MOVWF	REGISTRO	;El resultado de la suma coloco en REGISTRO
BTFS	REGISTRO,7	;Verifico si el resultado > 7
MOVWF	0	;Salvar como MSB
RETLW	0	;Retorna de la subrutina con el último valor en w
VISUALIZAR		
CLRF	PORTC	;Borrando el Puerto A
MOVF	BCD_4,W	;Cargando dato1 en el acumulador
CALL	TABLA	;Verifico el valor en la Tabla
MOVWF	PORTB	;Visualizando dato1
BSF	PORTC,W	;Preparando para visualizar dígito menos significativo
CALL	RETARDO	;Llamando a rutina retardo
CLRF	PORTC	;Borrando el Puerto A
MOVF	BCD_3,W	;Cargando dato1 en el acumulador
CALL	TABLA	;Verifico el valor en la Tabla
MOVWF	PORTB	;Visualizando dato2
BSF	PORTC,1	;Preparando para visualizar dígito del medio
CALL	RETARDO	;Llamando a rutina retardo
CLRF	PORTC	;Borrando el Puerto A
MOVF	BCD_2,W	;Cargando dato3 en el acumulador
CALL	TABLA	;Verifico el valor en la Tabla
MOVWF	PORTB	;Visualizando dato3
BSF	PORTC,2	;Preparando para visualizar dígito más significativo
CALL	RETARDO	;Llamando a rutina retardo
CLRF	PORTC	;Borrando el Puerto A
MOVF	BCD_1,W	;Cargando dato1 en el acumulador
CALL	TABLA	;Verifico el valor en la Tabla
MOVWF	PORTB	;Visualizando dato1
BSF	PORTC,3	;Preparando para visualizar dígito menos significativo
CALL	RETARDO	;Llamando a rutina retardo
CLRF	PORTC	;Encero el Puerto C
RETURN		;Retorno de la Subrutina
RETARDO		
MOVLW	D'255'	;COLOCAR 255 DECIMAL
MOVWF	CONTA1	;Cargo el valor al registro CONTA1
MOVLW	D'5'	;COLOCAR 5 DECIMAL
MOVWF	CONTA2	;Cargo el valor al registro CONTA2
REPITE		
DECFSZ	CONTA1,1	;Decremento y salto el bit 1 es 0
GOTO	REPITE	;Vaya a la subrutina REPITE
MOVLW	D'255'	;COLOCAR 255 DECIMAL
MOVWF	CONTA1	;Cargo el registro con
DECFSZ	CONTA2,1	;Decremento y salto el bit 1 es 0
GOTO	REPITE	;Vaya a REPITE
RETURN		;Retorna de la subrutina
TABLA		
ADDWF	PCL,1	;Suma offset al PCL

```

RETLW    0x7E    ;0 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0C    ;1 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0B6   ;2 en código de siete-segmentos
RETLW    0x9E    ;3 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0CC   ;4 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0DA   ;5 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0FA   ;6 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0E    ;7 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0FE   ;8 en código de siete-segmentos
RETLW    0x0DE   ;9 en código de siete-segmentos

```

```

;====TRANSMISION SERIAL ASINCRONA==9600 BAUDIOS
TX
MOVLW    030h    ;Cargo w con 30 HEX caracter ASCII del # 0
ADDWF    BCD_4,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en ASCII
MOVWF    TXREG   ;Transmito el primer valor
ESPETX1
CALL     VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS    PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO     ESPETX1  ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW    030h    ;Cargo w con 30 HEX caracter ASCII del # 0
ADDWF    BCD_3,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en ASCII
MOVWF    TXREG   ;Transmito el primer valor
ESPETX2
CALL     VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS    PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO     ESPETX2  ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW    030h    ;Cargo w con 30 HEX caracter ASCII del # 0
ADDWF    BCD_2,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en ASCII
MOVWF    TXREG   ;Transmito el primer valor
ESPETX3
CALL     VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS    PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO     ESPETX3  ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW    030h    ;Cargo w con 30 HEX caracter ASCII del # 0
ADDWF    BCD_1,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en ASCII
MOVWF    TXREG   ;Transmito el primer valor
ESPETX4
CALL     VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS    PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO     ESPETX4  ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW    013h    ;Cargo el caracter del (enter) fin de TX
MOVWF    TXREG   ;Transmito hacia la PC
CALL     VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
RETURN   ;Retorno de la subrutina
;=====FIN DEL PROGRAMA
END      ;FIN

```

1.6 SEÑALES UTILIZADAS POR EL SLOT ISA Y PERIFÉRICOS COMPLEMENTARIOS.⁶

El bus XT frecuentemente denominado ISA (Industry Standard Architecture), se encuentra en las PC AT y XT, y para nuestro proyecto en una PC AT en la cual se alberga la tarjeta de

⁶ ZELENOSKY Ricardo, IBM PC para ingenieros, Escuela Superior Politécnica del Ejército, Facultad de Ingeniería

adquisición de datos, ocupando solo el slot XT. El slot posee un bus de datos de 8 bits y 62 pines, tal como se muestra en la figura 1.12.

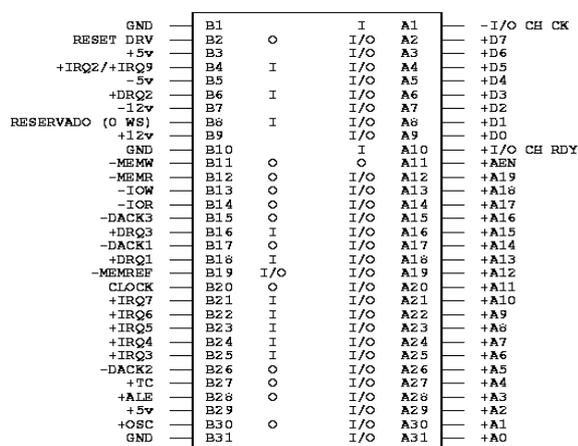


Figura 1.12 Bus de Expansión ISA XT.

1.6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES UTILIZADAS EN EL PROYECTO.

SD0-SD7

Líneas de datos bidireccionales usadas para transmitir datos entre el microprocesador, memoria, puertos, discos, etc. La dirección de los datos depende de las señales del micro IOR (leer) y IOW (escribir).

SA0-SA19

Son salidas del bus de direcciones del micro provistas para direccionar diferentes partes de las tarjetas conectadas al bus.

OSC

Es una salida de 14,31818 MHz usada internamente para el reloj de tiempo real, interfaces RS232, etc. No tiene relación con la señal de CLOCK.

CLOCK

Es una salida de la frecuencia que usa el micro.

RESET

Es una salida provista por el mecanismo interno de reset para resetear a las tarjetas conectadas al bus.

ALE

Es una salida del controlador de bus (8288) usada para indicar cuando las señales A0-A19 son correctas. Esta señal se usa para sincronizar las direcciones con los datos.

****I/O CH CK***

Es una entrada para reportar, al micro, una condición de error sobre el bus que atañe a la interfase conectada al bus. Produce una interrupción del micro del más alto nivel (NMI).

I/O CH RDY

Es una salida usada para extender el ciclo de espera del micro sobre una tarjeta conectada al bus (Waite State 1,2,3...).

IRQ2-IRQ7

Entradas de interrupción al micro. Como el micro tiene una sola entrada de interrupción se le adiciona un controlador que posee 8 entradas, de las cuales 2 ya están usadas en la tarjeta madre (IRQ0 y IRQ1). Se usan para informar al micro que requerimos su atención para pedirle o mandarle datos ejecutando un subprograma específico a cada IRQ.

****IOR***

Salida sincronizada con los datos SDO-SD7 para su ingreso al micro. Sólo para puertos.

****IOW***

Salida sincronizada con los datos SD0-SD7 para su egreso del micro. Sólo para puertos.

****SMEMW - *SMEMR*** Igual que el anterior, pero para direccionar memoria.

****DRQ1 - *DRQ3*** Entradas para pedir un ciclo de DMA (Acceso Directo a Memoria), el método más rápido de acceso a memoria.

****DACK0 - *DACK3*** Salida del 8253 (Controlador DMA) para el reconocimiento de un ciclo DMA.

AEN Señal de salida que indica, en nivel bajo (0 volt), la dirección válida de acceso a memoria o puerto a través del bus. En nivel alto (5 Volt), indica que se está realizando un ciclo DMA.

TC Salida que indica la terminación de un ciclo DMA; ya sea de un bloque o de un carácter.

1.6.2 EL PPI 8255 Y DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES UTILIZADAS.⁷

La figura 1.13, muestra el patillaje del C.I. PPI 8255, tal como se presenta a continuación:

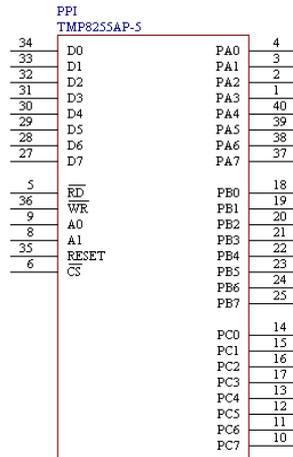


Figura 1.13 Interface Paralela Programable (PPI).

1.6.2.1 SEÑALES UTILIZADAS CON EL EXTERIOR:

D0..D7

Bus de datos bidireccional de 3 estados.

RESET:

Esta señal borra el registro de control y todos los puertos (A, B y C) son colocados en modo entrada.

-RD:

Utilizada por la CPU para leer información de estado o datos procedentes del 8255.

-WR:

Utilizada por la CPU para enviar palabras de control o datos al 8255.

A0..A1:

Líneas de dirección: permiten seleccionar uno de los tres puertos o el registro de control.

PA0..PA7:

Puerto A: puerto de entrada/salida de 8 bits.

PB0..PB7:

Puerto B: puerto de entrada/salida de 8 bits.

⁷ Artículo Misceláneo de la Universidad La Salle Bajo.
Programación de Interfaces Intel.

PC0..PC7:

Puerto C: puerto de entrada/salida de 8 bits.

1.6.2.2 DESCRIPCIÓN FUNCIONAL.

Las dos líneas de direcciones definen cuatro puertos de E/S en el ordenador: los tres primeros permiten acceder a los puertos A, B y C; el cuarto sirve para leer o escribir la palabra de control. El 8255 está dividido en dos grupos internos: el grupo A, formado por el puerto A y los 4 bits más significativos del puerto C; y el grupo B, constituido por el puerto B junto a los 4 bits menos significativos del puerto C. El puerto C está especialmente diseñado para ser dividido en dos mitades y servir de apoyo a los puertos A y B en algunos sistemas.

El 8255 dispositivo estándar diseñado para utilizarse con los microprocesadores Intel y compatibles. Cuenta con 24 pines de entrada/salida que pueden programarse individualmente en dos grupos de 12 y funciona en tres modos principales de operación: En modo 0, cada grupo de 12 pines puede programarse en conjuntos de 4 y 8 como entradas o salidas. En modo 1, cada grupo de 12 pines puede programarse para manejar 8 líneas de E/S y 3 de los cuatro restantes se utilizan para sincronización y señales de control. El modo 2 es una configuración de bus bidireccional "strobed" o con validación.

La tabla 1.12 ilustra los modos de operación del 8255.

A1	A0	(RD)	(WR)	(CS)	Operaciones de Entrada (READ)
0	0	0	1	0	Puerto A - Bus de Datos
0	1	0	1	0	Puerto B - Bus de Datos
1	0	0	1	0	Puerto C - Bus de Datos
1	1	0	1	0	Puerto D - Bus de Datos
A1	A0	(RD)	(WR)	(CS)	Operaciones de Salida (WRITE)
0	1	1	0	0	Data Bus -Puerto A
0	0	1	0	0	Data Bus -Puerto B
1	1	1	0	0	Data Bus -Puerto C
1	0	1	0	0	Data Bus -Puerto D
A1	A0	(RD)	(WR)	(CS)	Función de Deshabilitación
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State

Tabla 1.2 Tabla de Operación.

Controles de Grupo A y Grupo B

La configuración funcional de cada puerto se programa a través del software del sistema. En esencia, el CPU "manda" una palabra de control al 8255. Esta palabra de control contiene información tal como el "modo", "bit set", "bit reset", etc. que inicializa la configuración funcional 8255.

Cada uno de estos bloques (Grupo A y Grupo B) acepta "comandos" desde la Lógica de Control Read/Write, recibe "palabras de control" desde el bus de datos interno y ejecuta los comandos a sus respectivos puertos asociados.

Grupo A de Control - Puerto A y Puerto C superior (C7-C4)

Grupo B de Control - Puerto B y Puerto C inferior (C3-C0)

El registro de control de palabra puede ser leído o escrito tal como se muestra en la tabla de códigos de descripción de pines. Cuando se lee la palabra de control, el bit D7 siempre será un "1" lógico, lo que implica información de modo de palabra de control.

Puertos A, B y C.

El 8255 contiene tres puertos de 8 bits (A, B y C). Mediante software de sistema todos los puertos pueden configurarse en una amplia variedad de características funcionales, pero cada uno mantiene características especiales individuales que aumentan la flexibilidad y potencia del 8255.

Puerto A.

Puede ser un buffer o un latch de entrada de datos de 8 bits o puede ser un buffer/latch de salida de datos también de 8 bits. En el puerto A se presentan los dispositivos de control de bus tipo "pull-down" y "pull-up".

Puerto B.

Es un buffer/latch de entrada/salida de datos de 8 bits. En este puerto solamente se presentan dispositivos de control de bus tipo "pull-up".

Puerto C.

Puede ser solo un buffer de entrada de datos de 8 bits o puede ser un buffer/latch de salida de datos también de 8 bits. Este puerto puede dividirse en dos puertos de 4 bits bajo el control de modo. Cada puerto de 4 bits contiene un latch de 4 bits que puede utilizarse para las

salidas de las señales de control y las entradas de señales de estado en conjunto con los puertos A y B. En este puerto solamente se presentan dispositivos de control de bus tipo "pull-up".

1.6.2.3 PROGRAMACIÓN DEL 8255

El 8255 soporta 3 modos de operación: el modo 0 (entrada y salida básica), el modo 1 (entrada y salida con señales de control) y el modo 2 (bus bidireccional de comunicaciones). Tras un Reset, los 3 puertos quedan configurados en modo entrada, con las 24 líneas puestas a "1" gracias a la circuitería interna. Esta configuración por defecto puede no obstante ser alterada con facilidad. El modo para el puerto A y B se puede seleccionar por separado; el puerto C está dividido en dos mitades relacionadas con el puerto A y el B.

Todos los registros de salida son reseteados ante un cambio de modo, incluyendo los biestables de estado. Las configuraciones de modos son muy flexibles y se acomodan a casi todas las necesidades posibles. Los tres puertos pueden ser accedidos en cualquier momento a través de la dirección E/S que les corresponde, como se vio en el apartado anterior. La palabra de control a enviar a la 4^a dirección es:

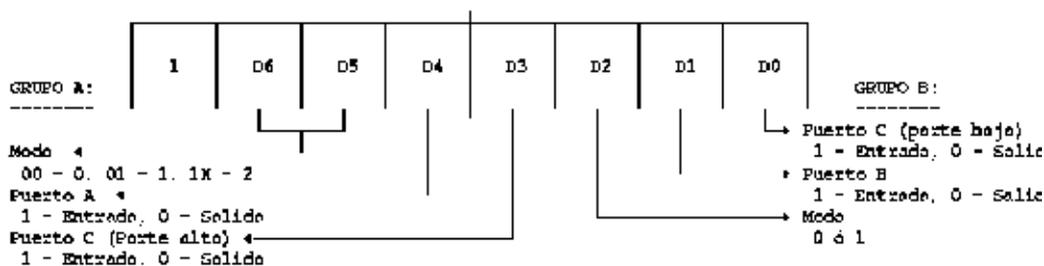


Figura 1.14 Palabra de Control de la 4^a dirección.

Si el bit más significativo de la palabra de control está borrado, es tratada entonces como un comando especial que permite activar o inhibir selectivamente los bits del puerto C:

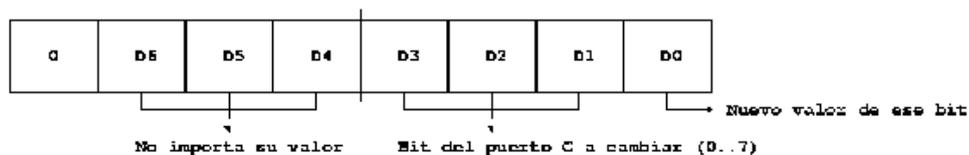


Figura 1.15 Palabra de Control para inhibir señales del puerto C.

Esto es particularmente útil para los modos 1 y 2, donde las interrupciones generadas por las líneas del puerto C pueden ser activadas o inhibidas simplemente poniendo a 1 ó 0, respectivamente, el flip-flop interno INTE correspondiente a la interrupción que se trate.

MODOS DE OPERACIÓN.

Modo 0 (Entrada/Salida básica).

Esta configuración funcional permite sencillas operaciones de entrada y salida a través de cualquiera de los tres puertos. No requiere "handshaking" o reconocimiento, los datos simplemente son escritos o leídos desde un puerto específico.

Modo 0. Definiciones Funcionales Básicas.

- Dos puertos de 8 bits, dos puertos de 4 bits.
- Cualquier puerto puede ser de entrada o de salida.
- Las salidas están latched.
- Las entradas no están latched.
- Se pueden utilizar 16 distintas configuraciones de E/S en este modo.

A		B		GROUP A				GROUP B	
D4	D3	D1	D0	PORT A	PORT C	#	PORT B		PORT C
0	0	0	0	OUTPUT	OUTPUT	0	OUTPUT		OUTPUT
0	0	0	1	OUTPUT	OUTPUT	1	OUTPUT		INPUT
0	0	1	0	OUTPUT	OUTPUT	2	INPUT		OUTPUT
0	0	1	1	OUTPUT	OUTPUT	3	INPUT		INPUT
0	1	0	0	OUTPUT	INPUT	4	OUTPUT		OUTPUT
0	1	0	1	OUTPUT	INPUT	5	OUTPUT		INPUT
0	1	1	0	OUTPUT	INPUT	6	INPUT		OUTPUT
0	1	1	1	OUTPUT	INPUT	7	INPUT		INPUT
1	0	0	0	INPUT	OUTPUT	8	OUTPUT		OUTPUT
1	0	0	1	INPUT	OUTPUT	9	OUTPUT		INPUT
1	0	1	0	INPUT	OUTPUT	10	INPUT		OUTPUT
1	0	1	1	INPUT	OUTPUT	11	INPUT		INPUT
1	1	0	0	INPUT	INPUT	12	OUTPUT		OUTPUT
1	1	0	1	INPUT	INPUT	13	OUTPUT		INPUT
1	1	1	0	INPUT	INPUT	14	INPUT		OUTPUT
1	1	1	1	INPUT	INPUT	15	INPUT		INPUT

Tabla 1.3 Programación del 8255 en Modo 0.

Para cualquier combinación, algunas o todas las líneas de puerto C se utilizan para control o estatus. Los bits sobrantes son entradas o salidas según se definieron con el comando "Set mode".

Mientras se lee del puerto C, el estado de todas las líneas excepto ACK y STB serán colocados en el bus de datos. Las banderas (flags) de estatus aparecerán en PC2, PC4 y PC6 del bus de datos en lugar de las líneas ACK y STB.

La tabla 1.4, muestra el formato de la palabra de control para el modo:

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
			GRUPO A			GRUPO B	
MODO SET FLAG	SELECCIÓN DE MODO	SELECCIÓN DE MODO	PUERTO A	PUERTO C SUP.	SELECCIÓN DE MODO	PUERTO B	PUERTO C INF.
1- Activo	0	0=MODO0	1-INPUT			1-INPUT	
	0	1=MODO1	0-OUTPUT	1-INPUT	0=MODO0	0-OUTPUT	1-INPUT
	1	X=MODO2		0-OUTPUT	1=MODO1		0-OUTPUT

Tabla 1.4 Formato de definición de modo-palabra de control D₇ – D₀s.

La tabla 1.5, muestra la palabra de control que establece las direcciones:

A1	A0	(HEX)	Operaciones de
			Entrada (READ) / Salida (WRITE)
0	0	0x0	Puerto A - Bus de Datos
0	1	0x1	Puerto B - Bus de Datos
1	0	0x2	Puerto C - Bus de Datos
1	1	0x3	Palabra de Control - Bus de Datos

Tabla 1.5 Dirección A1 y A0 del C.I. 8255

1.6.3 El 74HCT688

Es el encargado de decodificar la dirección del puerto usado, a este integrado llegan las líneas de direccionamiento A2 a la A9, el seteo por medio 8 llaves tipo dip switch y la señal de AEN (Adress Enable).

Cuando la señal AEN se encuentra en nivel bajo y la dirección presentada en A2 a A9 es igual al seteo de las llaves, este CI proporciona una salida de 0V o nivel bajo, indicando que ha sido una comparación correcta entre los datos recibidos y los seteados, esta señal habilita el CI 8255 que, a su vez, analiza el estado de la líneas A0, A1, RD y WD y opera de acuerdo a lo que sucede en estas dos señales.

A continuación, se muestra el patillaje del C.I. 74HCT688, veamos la figura 1.16:

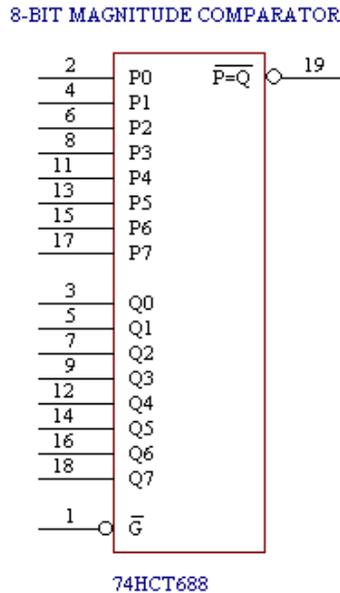


Figura 1.16 Comparador de Magnitud.

También es importante conocer el estado de las salidas del C.I. descrito anteriormente para los diferentes estados de las entradas, la tabla 1.6 resume las señales de salida en función de las entradas.

INPUTS	INPUTS	OUTPUT
DATA	ENABLE	_____
P _n Q _n	E	P=Q
P = Q	L	L
X	H	H
P>Q	L	H
P<Q	L	H

Tabla 1.6 Tabla de Verdad del C.I. 74HCT688

1.7 OPERACIÓN DEL SISTEMA.

El paquete de software utiliza como medio didáctico pantallas similares a las existentes en Windows, permitiendo al usuario tener mayor versatilidad en el manejo y control del mismo. Este sistema está diseñado para sistemas operativos Windows (95 y 98) y sobre PC tipo Pentium I ó II, debido a que estas máquinas tienen Slot Isa y la tarjeta de control trabaja con ese BUS.

La instalación del programa será destinado sólo a sus diseñadores ORION ELECTRONICS, pues ellos tienen el conocimiento requerido para actualizar las bases de datos que contienen información confidencial de la empresa. De igual manera, cualquier cambio que existiera durante el transcurso del tiempo, puede realizarse fácilmente por parte de los mismos.

El sistema está compuesto de tres partes: la primera consta de la interfase gráfica (software PC), la segunda comprende la tarjeta de control de los relés de activación y la tercera, contiene la tarjeta de adquisición de datos.

INTERFACE GRÁFICA.

En la figura 1.17, se presenta la portada de la interfase gráfica. Esta página tiene una duración aproximada de 3 segundos, luego de los cuales, se despliega la pantalla principal del sistema. Veamos la figura:

Figura 1.17 Pantalla de Presentación.

A continuación, en la figura 3.18 se presenta la pantalla principal del sistema, la cual está compuesta de seis botones accesibles manualmente. Estos son:

- | | | |
|-------|-------------------|--|
| ❖ 1.- | <i>Ayuda.</i> |  |
| ❖ 2.- | <i>Dosificar.</i> |  |
| ❖ 3.- | <i>Verificar.</i> |  |
| ❖ 4.- | <i>Pesar.</i> |  |
| ❖ 5.- | <i>Guardar.</i> |  |
| ❖ 6.- | <i>Salir.</i> |  |



Figura 1.18 Cuadro Principal.

1.- El botón #1 AYUDA, muestra la información acerca de los Diseñadores del Programa y de las funciones que realizan cada uno de los comandos implementados en el mismo. Cuando se accede al comando AYUDA, se despliega una ventana con un cuadro de texto, tal como se muestra en la figura, el cual informa de una manera general las funciones que realizan los comandos: pesar, dosificar, verificar, guardar, y salir, así como también las demás funciones aledañas a las ventanas existentes en el programa.

La ventana de ayuda, se ilustra en la figura 1.19 tal y como se muestra a continuación:

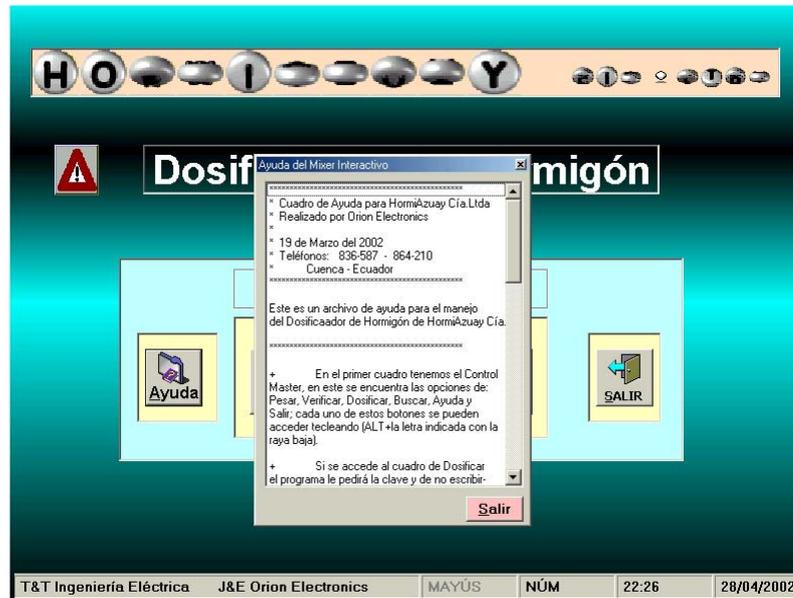


Figura 1.19 Botón Ayuda.

2.- El botón #2 DOSIFICAR, permite acceder a la ventana en la cual se ingresarán los datos de cada cliente, así como también nos permite modificar un pedido previamente establecido. Para ello, el comando DOSIFICAR desplegará en un primer instante el cuadro de diálogo “Por favor ingrese su clave” en el que se pedirá al operador ingresar el código secreto preestablecido por la empresa, el mismo que garantiza la ejecución del programa únicamente por personal autorizado por HormiAzuay Cia.Ltda. El cuadro de diálogo es tal como se ilustra en la siguiente figura:



Figura 1.20 Cuadro de diálogo para ingresar clave.

Si la clave ingresada es correcta, el programa despliega inmediatamente la ventana “Dosificaciones por Cliente”, en caso contrario, aparece un mensaje de error que indica que la clave no es correcta y que no se podrá seguir ejecutando el programa, a continuación se le dará dos opciones; o vuelve al digitar la clave o pulsa cancelar y así abandona el comando DOSIFICAR. El cuadro “Dosificaciones por Clientes” es ideal para crear la lista de pedidos de hormigón con toda la información necesaria, tal como el NOMBRE del CLIENTE, EMPRESA, DIRECCIÓN, CIUDAD, CÓDIGO de DISEÑO y VOLUMEN APROXIMADO, información que será almacenada en la base de datos diseñada para esta función.

Existen campos que no se necesita llenarlos, pero los que indispensablemente deben escribirse son el NOMBRE del Cliente y el CODIGO de DISEÑO, pues esta información es la que utiliza el programa en el desarrollo del pesaje. El Nombre del Cliente es utilizado cuando se accede al comando Pesar, mientras que el CODIGO de DISEÑO es utilizado para generar, mediante formulación matemática, los valores correspondientes al Cemento, Grava, Arena y Agua, con sus respectivas dosificaciones adecuadas para cada tipo de hormigón.

Para consultar los tipos de hormigón existentes en la empresa, basta con chequear el combo “CODIGO DISEÑO” en el cual se encuentra la lista de todos los tipos, facilitando al operador el trabajo de recordar el código y aún de digitarlo; es decir, si el código es digitado manualmente, tras pulsar la tecla ENTER, el programa valida internamente el código, aceptándolo si es correcto o rechazándolo en caso contrario, o también se puede desplegar el combo y seleccionar el código adecuado para la elaboración del hormigón. La figura 1.21, ilustra la ventana *Dosificar*.



Figura 1.21 Datos de cada Cliente.

Dentro de este mismo cuadro de diálogo, se encuentran cuatro botones que son:

- Aceptar.
- Modificar.
- Cancelar.
- Salir.

a.- Al pulsar **ACEPTAR**, el programa ejecuta una revisión de los datos ingresados en el NOMBRE y en el CODIGO DE DISEÑO; de esta manera, si no se ha digitado el nombre del cliente, se mostrará un mensaje de error indicando que es necesario escribir un nombre. Posteriormente, se verifica el CODIGO DE DISEÑO y se realiza una prueba de validación para asegurar de que el código ingresado, esté registrado en la base de datos de los códigos de HormiAzuay Cia.Ltda., de no existir, el programa muestra un mensaje indicando que el código es incorrecto y que por favor se lo vuelva a ingresar.

De esta manera, concluye la revisión de datos y posteriormente se procede a guardarlos en la lista de clientes, agregando en este punto, los valores correspondientes de Cemento, Grava, Arena y Agua que se obtienen directamente de la base de datos establecida para ello y que fue proporcionada por la empresa. Para terminar, todos los cuadros de texto son borrados, dejando así la posibilidad de ingresar un nuevo cliente.

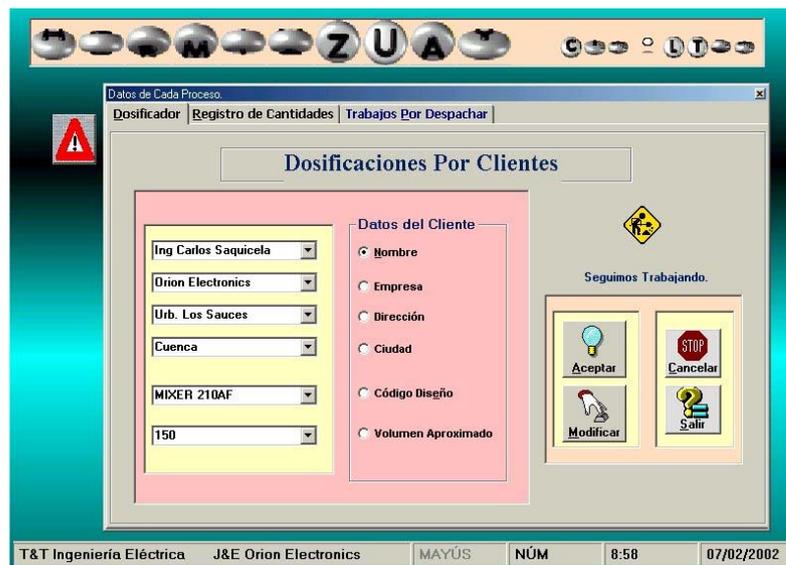


Figura 1.22 Datos ingresados de cada cliente.

b.- El botón **MODIFICAR** permite realizar cambios en la base de datos de los clientes y también permite manipular los valores de Cemento, Grava, Arena y Agua, valores que se obtienen automáticamente por formulación matemática. Para acceder a estas opciones, el

programa le presentará en un primer instante, un mensaje en el cual el operador podrá aceptar o cancelar esta función. La ventana de diálogo, es mostrada en la figura 1.23:

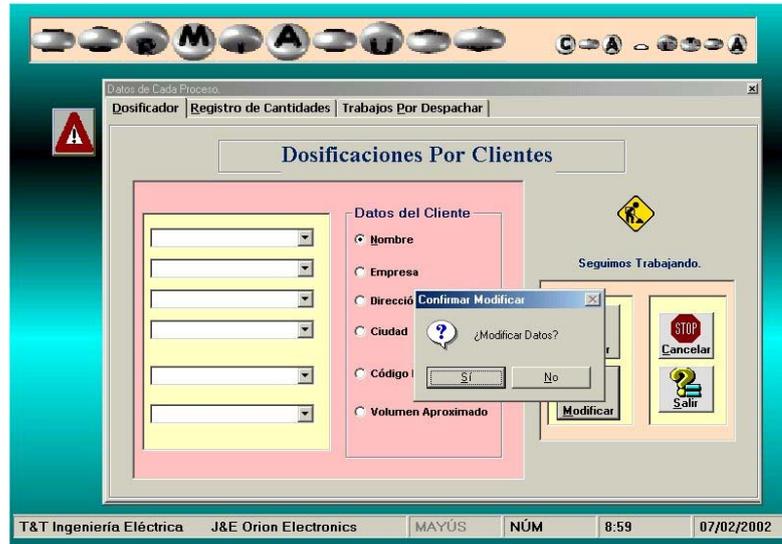


Figura 1.23 Cuadro de diálogo para aceptar Modificar.

Si el operador responde afirmativamente, se le presenta el cuadro de clientes con todos los nombres registrados hasta ese momento, para ver la lista completa, el operador no tiene más que desplegar el combo y a continuación seleccionar el cliente deseado, los cuales aparecen ordenados alfabéticamente. Para seguir, basta con pulsar la tecla ENTER o en su defecto si se pulsa ESC se cancela la operación. En la figura 1.24, se ilustra lo anteriormente citado:

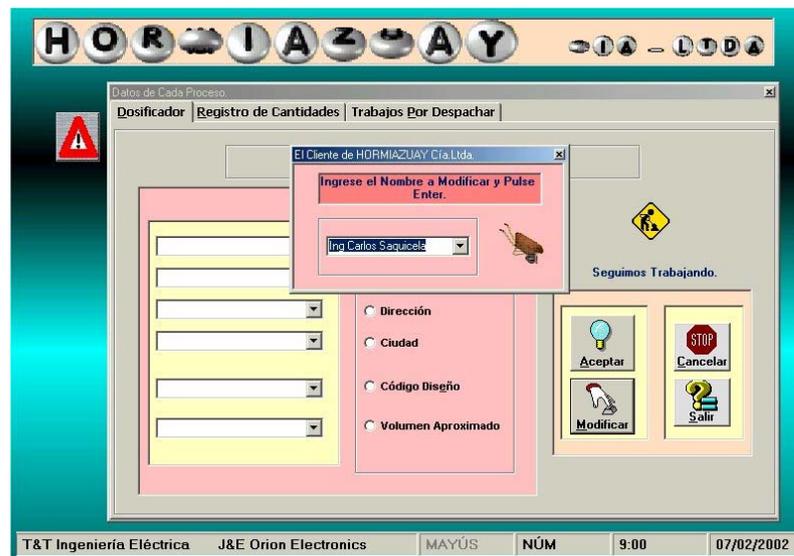


Figura 1.24 Ingreso del cliente a ser modificado.

El programa recupera de la base de datos, toda la información correspondiente al cliente seleccionado, dejando a voluntad el modificarlos o no, sin embargo, para validar la

modificación se debe pulsar ACEPTAR, tal como se hacía cuando se quería ingresar un nuevo cliente. Nuevamente el programa realiza la misma operación de validación en los cuadros del NOMBRE y CODIGO DE DISEÑO para asegurarse de que son correctos, veamos la figura:

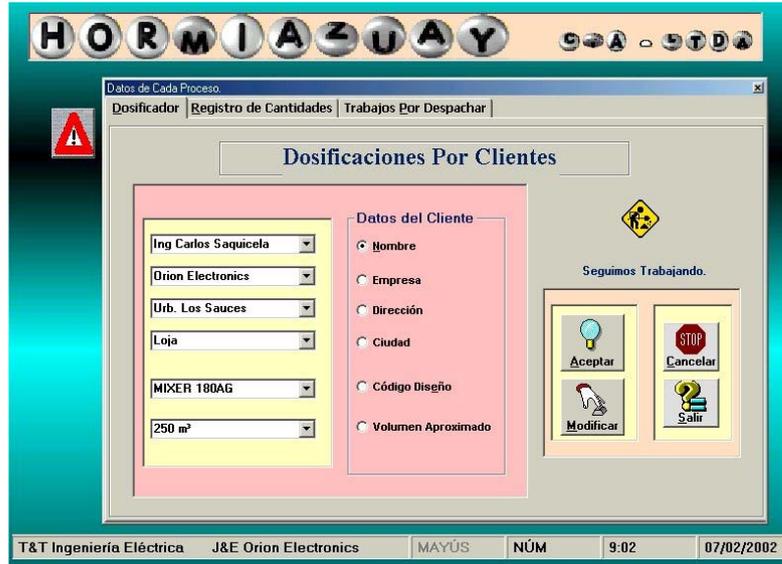


Figura 1.25 Datos modificados.

A continuación, es mostrada una nueva ventana que contiene información acerca de las cantidades de Cemento, Grava, Arena y Grava que se obtuvieron automáticamente de acuerdo a la fórmula que rige estos valores y que fue diseñada por HormiAzuay Cia.Ltda. Por primera vez se presentan al operador estas magnitudes antes del pesaje, y se da la posibilidad de modificarlos según la necesidad de la planta. Los valores que se presentan al operador, tienen como referencia la humedad preestablecida de 0%, veamos la figura 1.26:

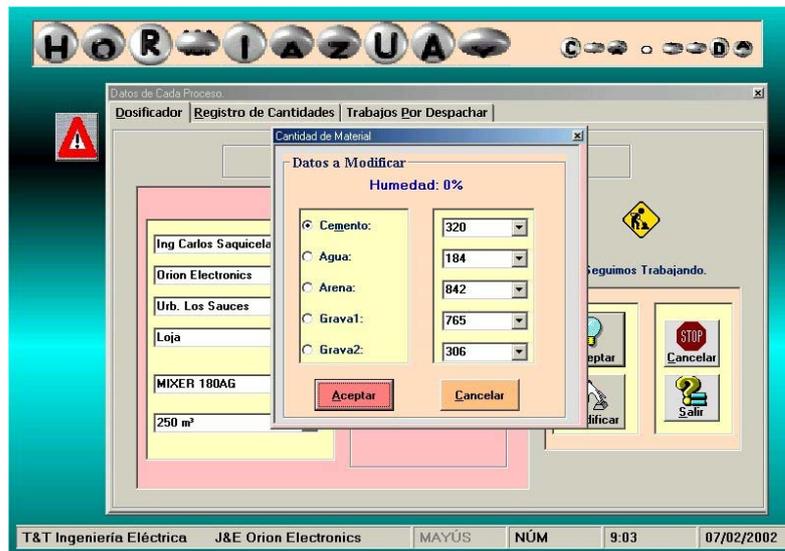


Figura 1.26 Cuadro de Dosificaciones.

Si los datos son correctos y no hay más modificaciones, es necesario pulsar la tecla Aceptar para que el programa actualice la información de este cliente en la base de datos general, caso contrario, si pulsa Cancelar se anula todo el proceso realizado.

Para aceptar los nuevos datos, el programa le pide que confirme su acción con un cuadro de diálogo en el que se le pregunta “¿Desea guardar estos datos?”, tal como se ilustra en la figura 1.27:

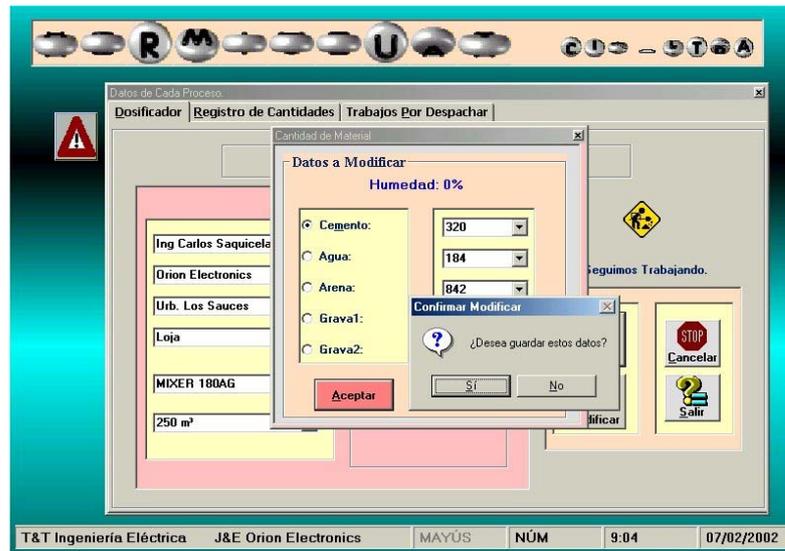


Figura 1.27 Confirmación para guardar en base de datos.

c.- El botón **CANCELAR** anula los procesos de ingresar un nuevo cliente y modificar datos. Sin embargo, por seguridad se muestra primero un mensaje en el que se le pregunta al operador si desea realmente cancelar la operación, veamos la figura 1.28:

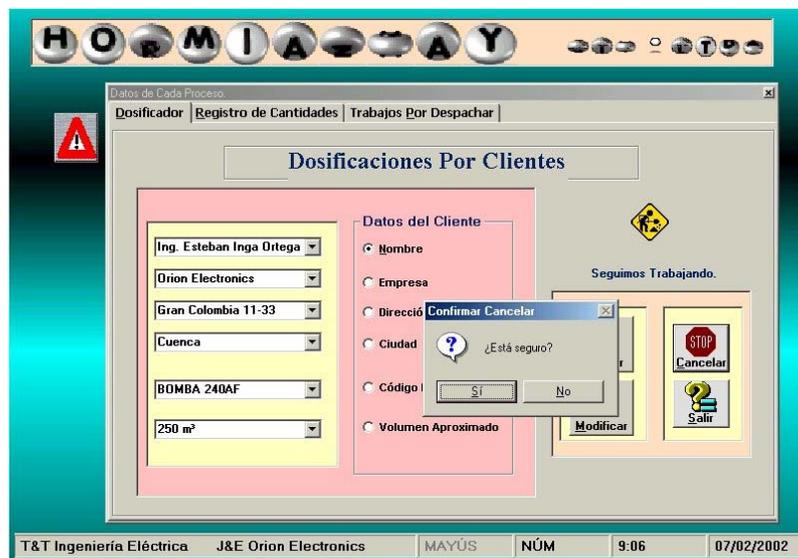


Figura 1.28 Cancelar los datos ingresados.

Dentro de la ventana *Dosificar*, se encuentran dos cejillas más que son: Registro de Cantidades y Trabajos por Despachar. En la cejilla del registro de cantidades se encuentran los datos de cada cliente y en la cejilla de Trabajos por Despachar está la cantidad que falta por despachar. La figura 1.29 ilustra el cuadro *Registro de Cantidades*.

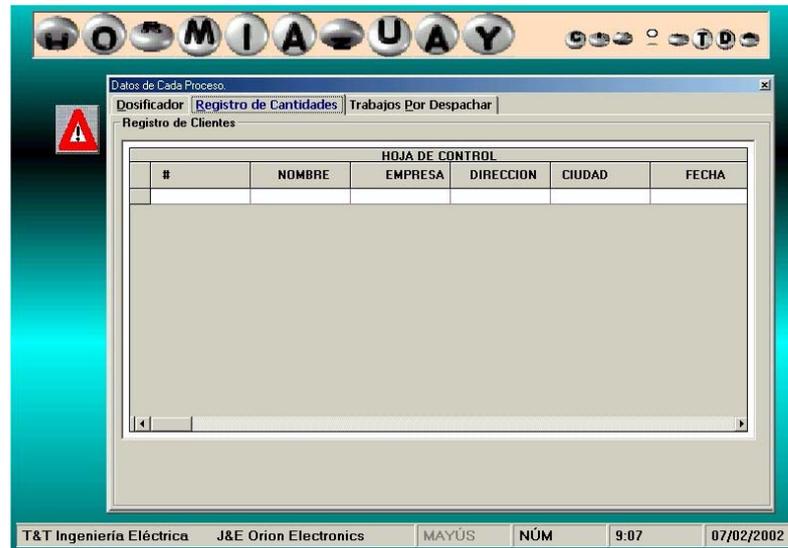


Figura 1.29 Tabla de verificación de material.

A continuación, se presenta la figura 1.30 en la que se ilustra el cuadro *Trabajos Pendientes*.



Figura 1.30 Trabajos por despachar.

d.- El botón **SALIR** da por finalizada la operación DOSIFICAR, consultando antes al operador si está seguro, en caso afirmativo pulsará SI o de lo contrario pulsará NO. Con este botón se cierra este formulario y se regresa a la ventana principal.

3.- El tercer botón de la ventana principal es VERIFICAR, en él se muestra la información de los datos ingresados del cliente para una consulta rápida sin necesidad de ingresar al cuadro DOSIFICAR. Al pulsar el botón VERIFICAR, se pregunta: ¿desea verificar SI o NO? si pulsa NO saldrá normalmente, pero si pulsa SI el programa ingresa a la base de datos, mostrando la información detallada de cada cliente registrado hasta esa fecha. Veamos la figura 1.31:

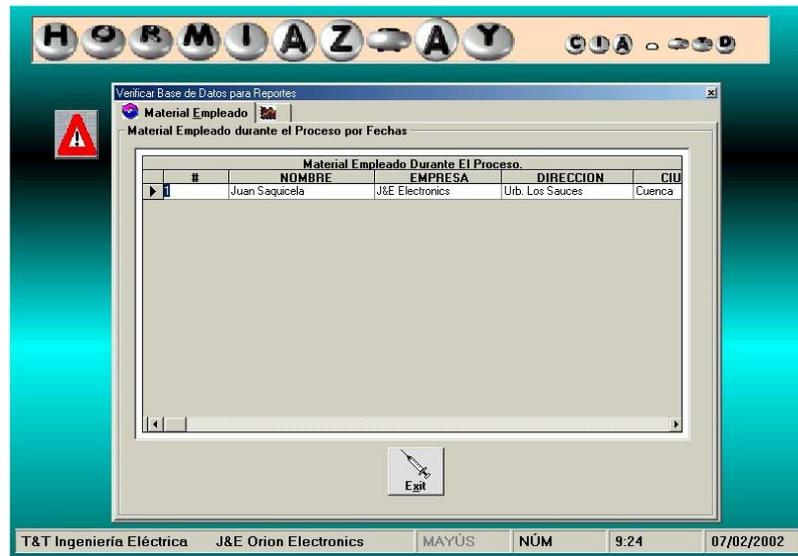


Figura 1.31 Verificación de la base de datos.

4.- Al pulsar el cuarto botón PESAR, se presenta un cuadro de diálogo en el cual se puede digitar el nombre del cliente que se desea pesar, y de esta manera seleccionarlo para proceder a despachar el material del mismo.



Figura 1.32 Ingreso del cliente a ser despachado.

El programa no permite la utilización del mouse, así que el movimiento de los botones se los hace normalmente con la tecla TAB del teclado

Ahora se puede ingresar la cantidad de material que se va a despachar, para ello, una ventana es desplegada y en ella, puede digitarse el valor en m³.



Figura 1.33 Capacidad del carro.

El siguiente paso consiste en ingresar el # del silo a utilizarse. Esta información es necesaria, pues el sistema requiere saber por cual de los dos tornillos va a despachar el cemento, debido a que sucede muchas veces que, o uno de los dos está vacío o se requiere otra calidad; por ejemplo, puede contener el primer silo cemento Guapán y el otro Rocafuerte. Esta acción se valida pulsando ENTER.



Figura 1.34 Cuadro para ingresar # del silo.

Dentro de la ventana de *Pesar*, se muestra el siguiente cuadro con cuatro botones que son:

- *Humedad.*
- *Iniciar.*
- *ALTO.*
- *Salir.*

La ventana *Pesar*, se ilustra en la figura 1.35:



Figura 1.35 Pantalla de Control.

El grado de *HUMEDAD* debe ser introducido antes de iniciar la operación debido a las razones ya mencionadas. La figura 1.36, muestra la ventana *Humedad*.



Figura 1.36 Elección del grado de humedad.

El botón **INICIAR**, permite comenzar el desarrollo de la operación, pero antes se debe asegurar de que es el operador correcto y por lo tanto tiene que ingresar la clave, la cual es proporcionada por los diseñadores del programa, en coordinación con los directivos de la empresa. Veamos la figura 1.37:



Figura 1.37 Ingreso de clave para continuar.

El botón **ALTO** sirve para detener todo el proceso. El sistema se pone en espera, y de esta manera se previenen situaciones inesperadas como el desbordamiento del material de la banda, o cualquier fallo en los mecanismos del Sistema Mecánico. La figura 1.38, muestra el cuadro de diálogo del sistema en espera.



Figura 1.38 Verificación para continuar.

El botón **SALIR**, abandona la operación del pesado del material y permite ingresar un nuevo cliente o en su defecto apagar la máquina.

5.- El quinto botón **GUARDAR**, es para almacenar la información de la base de datos diaria en un disquete, dicha información se la lleva por uno de los entendidos del sistema con el fin de analizar la producción de la planta. Veamos la figura 1.39:



Figura 1.39 Guardar datos en Disco.

Si no se ha introducido el disquete en el dispositivo de 3^{1/2}, se despliega un cuadro de diálogo con la leyenda “El dispositivo no está listo. Ingrese un disquete y pulse Sí para continuar”, de igual forma, si el disquete está protegido contra escritura o si está lleno, se notifica al operador para que tome las medidas pertinentes. Veamos la figura 1.40:



Figura 1.40 Confirmación del disco.

6.- El sexto botón es SALIR, a este botón se accede cada vez que termina la jornada de trabajo o se requiere apagar el equipo por cualquier motivo. Por otra parte, si se desea ingresar nuevamente al programa, basta con ejecutarlo desde el escritorio de Windows, o en su defecto se puede acceder a la barra de programas. La figura 1.41, ilustra el cuadro de diálogo *Salir*.



Figura 1.41 Salir del programa.

Por seguridad, se presenta un segundo cuadro de diálogo para el comando *Salir*, en él se pide confirmar nuevamente el abandono del programa, pues sucede muchas veces de que existe algún trabajo por despachar y se requiere revocar la sentencia.



Figura 1.42 Confirmación para salir.

CAPITULO II

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

2.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO.

GENERALIDADES.

Con el fin de justificar la implementación de sistemas automatizados en la industria; caso específico el de la fábrica de hormigones HormiAzuay Cía.Ltda., es necesario considerar las características de la demanda y del suministro de hormigón de toda la empresa, conjuntamente con sus respectivos costos. Si el diseño del sistema es tal que satisface la demanda, siendo el producto final elaborado igualmente confiable, entonces la comparación entre un sistema automatizado y un sistema no automatizado en igualdad de condiciones técnicas, se podría reducir a una comparación económica que beneficie a la empresa.

Al expresar numéricamente los resultados del proyecto, es necesario realizar un análisis costo-beneficio, el cual es un cálculo de todos los costos y beneficios posibles asociados al proyecto. También se lo utiliza para analizar los efectos positivos del proyecto o, por el contrario, se podría anularlo.

El análisis costo-beneficio, se utiliza con frecuencia para evaluar la utilidad del sector público, ya que esta modalidad, no sólo tiene en cuenta los costos y beneficios económicos, sino también los costos y beneficios sociales que tendrá el proyecto. Es un análisis muy complejo, puesto que no existe ningún precio en el mercado que mida los efectos sociales. Por ejemplo: ¿cómo se pueden medir los costos asociados con el aumento del riesgo de accidentes, el impacto ecológico, la destrucción de un paraje natural o el aumento de la contaminación cuando se construye una carretera?, ¿cómo se pueden medir los beneficios económicos que se podrán obtener gracias a esta nueva vía de comunicación?. El análisis costo-beneficio, se aplica para escoger entre distintas opciones, como por ejemplo, entre crear una nueva autopista o un aeropuerto pero, como nunca se podrán determinar con

exactitud los costos sociales, la decisión final dependerá tanto de consideraciones políticas como de los resultados del análisis costo-beneficio.

Las empresas también utilizan este tipo de análisis. Además de calcular la viabilidad del proyecto en función de las distintas situaciones posibles, se tiene en cuenta otro tipo de factores, no siempre calculables, como las reacciones de los trabajadores al tener que cambiar de lugar de trabajo. El análisis costo-beneficio, también tiene en cuenta los costos de oportunidad de distintas alternativas; por ejemplo, se compara la pérdida de ingresos asociada al no emprender una nueva actividad, con la pérdida de ingresos que se producirá si se emprende la misma, en lugar de ingresar el dinero en una cuenta bancaria recibiendo a cambio una determinada tasa de interés.

Costos.

El costo es la cantidad desembolsada para comprar o producir un bien. El cálculo del costo en una compra es inmediato: consiste en el precio del bien más los costos financieros de la compra (cuando se compra a plazos). El cálculo del costo de producción es algo más complejo, porque hay que tener en cuenta el costo de las materias primas utilizadas, el de la mano de obra empleada y la parte proporcional de los costos de la inversión de capital necesaria para producir el bien o el servicio en cuestión.

Los costos en los que incurre una empresa, se pueden clasificar en dos grandes categorías: por un lado están los costos fijos, aquellos que permanecen constantes en su magnitud, independientemente de los cambios en el nivel de la actividad, como el alquiler o la renta que se paga por las instalaciones y que no dependen de la cantidad producida, estos costos no son afectados por cambios en la actividad de período a período, y por otro, los costos variables, que dependen de la cantidad de materias primas utilizadas y de los salarios pagados que varían en función de lo producido.

Cuando las empresas o compañías calculan sus costos, suelen evaluar también los costos marginales y los costos medios. El marginal es el costo de producir una unidad adicional. El costo medio es el gasto total dividido por el número de unidades producidas. El precio tiene que ser igual al costo marginal de la última unidad producida para que la empresa no incurra en pérdidas al producir esta última unidad.

Por ejemplo, si el costo de producir 1.000 unidades es de 10.000 dólares (de las cuales el 80% son costos fijos y el 20% restante costos variables), el costo medio de la producción es de 10 dólares. Sin embargo, el costo marginal de producir una unidad adicional será un poco inferior a dos dólares (simplificando, sería el 20% de los costos variables de 10.000 dólares dividido entre 1.001). El costo marginal siempre tiene que ser inferior al costo medio, pero cuantas más unidades se produzcan, más se acercará al costo medio.

El concepto de costos se utiliza mucho en contabilidad. La contabilidad de costos es la que utilizan las empresas en sus cálculos internos para controlar los procesos de producción y la evolución de sus costos. El precio histórico es el precio que se pagó por un bien cuando se compró; el precio actual es el precio de mercado de los bienes en el momento presente; el precio de reposición es el precio que habrá que pagar para reemplazar.

Los costos en que se incurre para elaborar hormigón, se pueden clasificar de acuerdo a diferentes criterios. Si se considera el tiempo, se habla de costos iniciales o de capital y otros costos de funcionamiento que se presentan posteriormente en el tiempo. Al primer grupo pertenecen todos los costos en equipos, instalaciones, esto es todas las inversiones que hay que hacer para tener un sistema en capacidad de elaborar hormigón. Pero para obtener hormigón durante el tiempo es necesario pagar energía eléctrica, pagar al operador que se ocupe de la operación y al personal de mantenimiento del sistema automatizado, disponer de fondos para hacer reemplazos de partes que se deterioran con el uso, etc.

Se puede clasificar a los costos de acuerdo a su comportamiento, es decir cómo un costo reaccionará o responderá a los cambios en el nivel de la actividad del negocio. Como estos niveles de actividad aumentan y disminuyen, un costo también fluctuará o puede permanecer constante. Para los propósitos de planeación, se debe estar en condiciones de anticiparse a lo que ocurrirá en sus costos y si se espera que un costo cambie, deberá saber en cuánto y según éste razonamiento, los costos se dividen en variables y fijos.

Costos Variables.¹

Son aquellos costos que varían, en su monto total, proporción directa a los cambios en los niveles de actividad, un ejemplo de esto son los costos de los materiales directos. Estos

¹ CUEVAS Carlos Fernando, *Contabilidad de Costos*, Editorial Prentice Hall, Segunda Edición, 2001 Pág. 21-22.

costos del material directo usado durante un período variarán, en total, en proporción directa al número de unidades producidas.

Costos Fijos.

Son costos que permanecen constantes en su magnitud, independientemente de los cambios en el nivel de la actividad. Esto es que al contrario de los costos variables, los fijos no son afectados por cambios en la actividad de período a período. Consecuentemente, cuando el nivel de la actividad varía, el costo fijo permanece constante en la cantidad total. El sueldo es un ejemplo de costo fijo ya que no cambia de período a período.

De acuerdo a lo anterior, los costos se pueden clasificar en:

- Costos de capital o iniciales.
- Costos de O&M (Operación y Mantenimiento, incluyendo reparaciones).
- Costo de energía eléctrica.
- Costo de reemplazos.

Es claro que una decisión entre dos alternativas, no se puede tomar considerando solamente, por ejemplo, un tipo de costos como puede ser los costos iniciales, sino que es necesario considerar todos los costos que implican la vida útil del proyecto. Pero, ¿cómo considerar costos que se generan en diferentes períodos de tiempo?

El método de análisis denominado CCVU (Costo del ciclo de vida útil o llamado dentro de Contabilidad Estado de Pérdidas y Ganancias) permite hacer una comparación entre los dos sistemas que trabajan para elaborar hormigón (manual y automático) al considerar la totalidad de los costos que se presentan durante la vida útil del proyecto.

Para seleccionar un sistema se compara el CCVU de los dos sistemas antes mencionados y se selecciona el que presenta el nivel más bajo. De allí se decide la preferencia por el sistema automático o manual.

El CCVU es un método de evaluación económica que calcula el costo total de un sistema durante la vida útil del mismo. Este método considera el costo inicial y todos los demás costos necesarios para que el sistema funcione apropiadamente.

Beneficios

En economía es la diferencia monetaria entre el costo de producción y marketing de los bienes y servicios y los precios percibidos por la venta de dichos bienes y servicios. Los beneficios son una de las características esenciales de la compra-venta en un sistema económico. El antónimo del beneficio son las pérdidas, que se producen cuando el costo de producción de ciertos bienes y servicios es superior al precio que el comprador está dispuesto a pagar por ellos. En una economía de mercado, el principal incentivo para la producción y el trabajo es la *maximización de beneficios*. Sin embargo, la teoría de la empresa, ha puesto en duda la universalidad de esta proposición. Las empresas japonesas, normalmente, prefieren maximizar su cuota de mercado antes que maximizar sus beneficios, por lo menos a corto plazo.

El análisis Costo / Beneficio es el proceso de colocar cifras (en dólares) en los diferentes costos y beneficios de la actividad. Al utilizarlo, se puede estimar el impacto financiero acumulado de lo que se quiere lograr.

Se debe utilizar el análisis Costo / Benéfico al comparar los costos y beneficios de las diferentes decisiones. Un análisis Costo / Beneficio por si solo puede no ser una guía clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que deben ser tomados en cuenta; por ejemplo, la moral de los empleados, la seguridad, las obligaciones legales y la satisfacción del cliente.

El análisis Costo / Beneficio involucra los siguientes 6 pasos:

1. Llevar a cabo una lluvia de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes relacionados con cada uno de sus decisiones.
2. Determinar los costos relacionados con cada factor. Algunos costos como la mano de obra, serán exactos, mientras que otros deberán ser estimados.
3. Sumar los costos totales por cada decisión propuesta.
4. Determinar los beneficios en dólares por cada decisión.
5. Poner las cifras de los costos y beneficios totales en la forma de una relación donde los beneficios son el numerador y los costos son el denominador.

$$\frac{\text{BENEFICIOS}}{\text{COSTOS}}$$

6. Comparar las relaciones beneficios a costos para las diferentes decisiones propuestas, La mejor decisión, en términos financieros, es aquella que tiene la relación más alta beneficios a costos.

CONSIDERACIONES.²

Costo De capital o inicial: Es el costo de los equipos, incluyendo el diseño e ingeniería del sistema, y su instalación. Es un pago único que se hace al comienzo del proyecto.

Coste de Operación y mantenimiento (O&M): Es la suma de costos anuales actualizados (en valor presente VP) de los desembolsos tales como el salario del operador, inspecciones de equipos, mantenimiento prepagado, etc y no incluye ni el costo de energía eléctrica consumido, ni tampoco el costo de reemplazo de los equipos. Estos se calculan anualmente durante toda la vida útil del proyecto.

Costo de Combustible (Energía Eléctrica y/o gasolina): Es el total de los costos anuales actualizados de los combustibles o energía consumida por el sistema. Estos costos varían anualmente a una tasa que es diferente de la de O&M, razón por la cual se considera separadamente de éste costo.

Costo de reemplazo: Es la suma de todos los costos actualizados de reparaciones mayores y reemplazos de equipos que se presentan debido a que la vida útil de los componentes del sistema, resulta inferior a la vida útil de todo el sistema y no ocurren de manera regular en el tiempo.

Valor de recuperación: O de salvamento, es el valor neto del equipo al final de la vida útil del sistema. En este caso, el valor de recuperación es igual a cero.

Además de la ventaja de considerar todos los costos, este análisis permite estudiar el impacto económico que se tiene sobre el proyecto, el uso de diferentes componentes de costo con diferentes factores de confiabilidad y también optimizar el diseño desde el punto de vista económico. Otra ventaja es que permite evaluar el impacto de variables económicas tales como la tasa de interés e inflación.

² www.sistema.itesm.mx, Aspectos Económicos de los sistemas Automatizados.

Una limitación importante del método, es que no permite evaluar ventajas difícilmente cuantificables, como son por ejemplo, el costo asociado a la contaminación del aire o sonora producida por material disperso en el mixer.

Debido a que los costos ocurren en distintos años, es necesario transformarlos a valor presente. Para ello se emplean factores de descuento.

Los Costos que se presentarán en el futuro tienen que descontarse (o ser calculados con un porcentaje de descuento) debido a la variación del valor de dinero con el tiempo. Por ejemplo, un dólar recibido hoy es mucho más valioso que la promesa de recibir un dólar dentro de un año, puesto que el dólar recibido hoy se puede invertir y producir intereses. Existen entonces factores de descuento que permiten transformar valores futuros en su valor presente o viceversa.

La tasa de descuento empleada, tiene un gran impacto sobre los resultados finales. Si se emplea una tasa baja, se enfatizará en los costos futuros debido a que se descuenta menos que el valor de los costos iniciales, mientras que una tasa alta, enfatizará los costos iniciales sobre los costos futuros.

La tasa de descuento debe reflejar el nivel potencial de ganancias del propietario del sistema, independientemente de la clase de propietario que sea.

La tasa de rendimiento nominal, no es la tasa de rendimiento real o efectiva percibida por el inversionista. La inflación (esto es, la tendencia al aumento de los precios de productos con el tiempo) hará disminuir el valor de las ganancias futuras. Por lo tanto es preciso restar el porcentaje de inflación de la tasa de rendimiento nominal para obtener la tasa de descuento real.

Sin embargo, la inflación afecta de manera diferente a los productos. En general podemos suponer que existe una inflación para productos y una escalación (o aumento) de costos de energía eléctrica, superior a la tasa de inflación de los demás productos.

Generalmente, el estado de resultados, empieza con los ingresos (ventas netas) obtenidos de las ventas de los productos o servicios de la empresa. Cuando la empresa comercializa con productos más que con servicios, la sección siguiente es el costo total de los productos vendidos.

Para determinar la utilidad bruta o, como se llama algunas veces, margen bruto, se sustrae el costo del ingreso por ventas. La parte siguiente del estado, da como resultado los gastos generales y de administración. Después se sustrae el total de los gastos de operación de la utilidad bruta y así se determina la utilidad neta de la operación. Posteriormente se suman los conceptos de ingresos y gastos que no son de operación, y luego se restan de la utilidad neta; el remanente es la utilidad neta del impuesto sobre la renta. Por último, deducción del impuesto sobre la renta, arroja la utilidad neta resultante de las operaciones del período.

El formato que se utiliza se llama formato analítico; pero también puede emplearse el formato condensado que simplemente lista por separado todos los conceptos de ingresos y gastos y sustrae los gastos de los ingresos para determinar la utilidad o pérdida neta.

El proyecto comienza con el análisis del año 2000, en donde la moneda nacional era el sucre (1 dólar = 25.000 sucres). Debido a la inestabilidad económica del país, los costos han variado considerablemente sobre todo en el caso del cemento, siendo ésta la materia prima de mayor importancia. A continuación, se presenta la tabla 2.1 y 2.2 que muestran los valores detallados de la materia prima necesaria para realizar el hormigón, y que servirá para los cálculos posteriores.

ANEXO AÑO HISTORICO 2000					
MATERIAL PRIMAS Y MATERIALES	CANTIDAD	COSTO MAT	COSTO	PRODUCCION	TOTAL
		PRIMA / UNID	UNITARIO (M ³)	ANUAL	
Cemento	7.410,22	62,10			460.174,66
Arena	13.674,00	5,40			73.839,60
Grava	14.731,00	2,52			37.122,12
Aditivo	38.767,00	1,48			57.576,44
TOTAL MATERIA PRIMA NACIONAL		71,50	28,96	21.711,70	628.712,82

Tabla 2.1 Costos de Materia Prima Año 2000

ANEXO AÑO HISTORICO 2001					
MATERIAL PRIMAS Y MATERIALES	CANTIDAD	COSTO MAT	COSTO	PRODUCCION	TOTAL
		PRIMA / UNID	UNITARIO (M ³)	ANUAL	
Cemento	9.258,70	95,00			879.576,50
Arena	14.354,20	7,20			103.350,24
Grava	19.394,15	5,80			112.486,07
Aditivo	50.437,76	4,92			248.113,66
TOTAL MATERIA PRIMA NACIONAL		112,92	51,65	26.012,80	1.343.526,47

Tabla 2.2 Costos de Materia Prima año 2001

A manera de resumen, se definen los gastos en los que incurre normalmente la fábrica, los cuales, se han dividido en gastos de operación, en donde la materia prima, que en este caso es cemento, arena, grava y aditivo, son considerados como costos; en cambio el agua, no entra

como costo, pues se la toma directamente de la cuenca del Machángara, la cual está muy estrechamente relacionada con la producción de hormigón.

Los gastos de administración, son los costos indirectos del proceso de elaboración del hormigón, tales como los salarios de los empleados y gastos en que incurre la fábrica en lo concerniente a papelería, para impresiones de reportes, material de oficina y los costos de servicios básicos que es agua, luz y teléfono, cabe recalcar que el costo del agua es solo para consumo humano.

El resumen de gastos, se presenta en el balance general de la fábrica para los años 2000, en donde el sistema de control para la elaboración del hormigón era manual; y 2001, en donde se realiza la implementación del sistema automatizado. Las tablas 2.3 y 2.4, muestran los balances generales de la planta:

Balance General del año 2000:

ACTIVO		PASIVO	
ACTIVO CORRIENTE		PASIVO CORRIENTE	
Caja, Bancos	59.884,59	Cuentas por pagar	76.097,05
Inversiones Financieras Temporales	14.649,89	Documentos por Pagar	130.277,72
Cuentas por cobrar	186.145,28	Provisiones Sociales por Pagar	424,77
Provisión de Cuentas Incobrables	-1.861,46	Deudas al IESS	21.640,45
Otras Cuentas Por Cobrar	49.664,21	Otros Pasivos Corrientes	20.000,00
Materias primas	7.490,70	Subtotal	248.439,99
Repuestos, Herramientas y Accesorios	3.612,33		
Impuestos Anticipados	3.101,48	PASIVO NO CORRIENTE	
Otros Activos Corrientes	1.586,74		
Subtotal	324.273,76	Cuentas por pagar	304.376,16
		Prestamos de Accionistas o Casa Matriz Locales	110.000,00
ACTIVO FIJO		Subtotal	414.376,16
Terrenos, Edificios e Instalaciones	400.000,00	TOTAL PASIVO	
Maquinarias, Muebles, Enseres y Equipos	11.936,94		662.816,15
Vehículos	4.226,92	CAPITAL LIQUIDO O PATRIMONIO	
Depreciación Acumulada	-14.783,27	Capital pagado	0,0
Subtotal	401.380,59	Aporte a fut. capitalizaciones	0,0
		Reservas	0,0
		Superavit por revaloriz.	0,0
ACTIVO NO CORRIENTE		Utilidad o Pérdida	62.125,25
		Total Patrimonio Neto	69.925,25
Gastos de Organización y Constitución	14.174,11		
Amortización Acumulada	-7.087,05	TOTAL PASIVO MAS CAPITAL	
Subtotal	7.087,06		732.741,40
TOTAL DEL ACTIVO			
	732.741,41		

Tabla 2.3 Balance General Año 2000

Balance General del año 2001:

ACTIVO		PASIVO	
ACTIVO CORRIENTE		PASIVO CORRIENTE	
Caja, Bancos	3.649,78	Cuentas por pagar	117.415,69
Inversiones Financieras Temporales	47,39	Documentos por Pagar	90.553,36
Cuentas por cobrar	69.901,27	Provisiones Sociales por Pagar	12.863,22
Provisión de Cuentas Incobrables	-1.861,46	Deudas al IESS	8.508,38
Otras Cuentas Por Cobrar	22.652,13	Otras Obligaciones	3.376,72
Crédito Tributario a Favor de la Empresa	1.182,91	Aportaciones a Corto Plazo	64.200,00
Crédito Tributario a Favor de la Empresa	7.518,96	Otros Pasivos a Corto Plazo	113.285,79
Inventario Materias Prima	40.970,44	Subtotal	410.203,16
Inventario de Suministros y Materiales	1.676,40		
Inventario de Prod. Terminados en Almacén	7.049,92	PASIVO A LARGO PLAZO	
Repuestos, Herramientas y Accesorios	2.697,21		
Subtotal	155.484,95	Obligaciones	79.351,50
		Prestamos a Accionistas	100.311,60
		Otros Pasivos a Largo Plazo	24.696,11
ACTIVO FIJO		Subtotal	204.359,21
Terrenos	111.533,25	PASIVO NO CORRIENTE	
Edificios e Instalaciones	291.727,23	Anticipo Obligado	23.822,44
Maquinarias, Muebles, Enseres y Equipos	532.434,28	Subtotal	23.822,44
Equipo de Computación	7.863,31		
Vehículos	607.489,79		
Depreciación Acumulada Activo Fijo	-284.141,35	TOTAL PASIVO	638.384,81
Subtotal	1.266.906,51		
ACTIVO NO CORRIENTE		CAPITAL LIQUIDO O PATRIMONIO	7.800,00
		Reservas	9.051,76
Otros Activo No Corrientes	21,60	Reservas de Capital	438,00
Subtotal	21,60	Otros Supravits	765.279,27
		Utilidad no Distribuida	1.000,00
IMPUESTOS A LARGO PLAZO		Utilidad o Pérdida	2.689,89
Impuestos Anticipados	2.230,67	Total Patrimonio Neto	786.258,92
Subtotal	2.230,67		
TOTAL DEL ACTIVO	1.424.643,73	TOTAL PASIVO MAS CAPITAL	1.424.643,73

Tabla 2.4 Balance General año 2001

La tabla 2.5, muestra el análisis de resultado (pérdidas y ganancias) para los años 2000, 2001. Se incluyen además, las proyecciones correspondientes a los cinco primeros años de producción de la empresa.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS HISTORICO Y PROYECTADO (LIMITE DE PRODUCCION AÑO 2001)												
SISTEMA MANUAL	HISTORICO		P	R	O	Y	E	C	T	A	D	O
	2000	%	AÑO 1	%	AÑO 2	%	AÑO 3	%	AÑO 4	%	AÑO 5	%
INGRESOS	1.094.730,53		1.178.652,57		1.178.652,57		1.178.652,57		1.178.652,57		1.178.652,57	
A.- VENTAS: NACIONALES												
Contado	1.069.824,09	97,72%	1.151.836,80	97,72%	1.151.836,80	97,72%	1.151.836,80	97,72%	1.151.836,80	97,72%	1.151.836,80	97,72%
TOTAL VTAS. INGRESOS NO OPERACIONALES	1.069.824,09		1.151.836,80		1.151.836,80		1.151.836,80		1.151.836,80		1.151.836,80	
Rendimientos Financieros	2.435,00	0,22%	2.621,67	0,22%	2.621,67	0,22%	2.621,67	0,22%	2.621,67	0,22%	2.621,67	0,22%
Otras Rentas	22.471,44	2,05%	24.194,10	2,05%	24.194,10	2,05%	24.194,10	2,05%	24.194,10	2,05%	24.194,10	2,05%
SUBTOTAL	24.906,44		26.815,77		26.815,77		26.815,77		26.815,77		26.815,77	
EGRESOS												
A.- COSTOS DE PRODUCCION												
Mano de obra directa	29.644,96	2,87%	31.917,54	2,90%	31.917,54	2,90%	31.917,54	2,90%	31.917,54	2,90%	31.917,54	2,90%
Materia prima nacional	628.712,82	60,89%	676.909,95	61,45%	676.909,95	61,45%	676.909,95	61,45%	676.909,95	61,45%	676.909,95	61,45%
GASTOS DE FABRICAC.												
Mano de Obra Indirecta	9.654,26	0,93%	10.394,36	0,94%	10.394,36	0,94%	10.394,36	0,94%	10.394,36	0,94%	10.394,36	0,94%
Seguros	102,24	0,01%	110,08	0,01%	110,08	0,01%	110,08	0,01%	110,08	0,01%	110,08	0,01%
Mantenimiento	95.529,48	9,25%	102.852,77	9,34%	102.852,77	9,34%	102.852,77	9,34%	102.852,77	9,34%	102.852,77	9,34%
Suministros y Materiales	20.974,03	3,34%	22.581,90	3,34%	22.581,90	3,34%	22.581,90	3,34%	22.581,90	3,34%	22.581,90	3,34%
Depreciación	14.602,53	1,41%	15.721,96	1,43%	15.721,96	1,43%	15.721,96	1,43%	15.721,96	1,43%	15.721,96	1,43%
Compra de Productos Terminados	416,43	0,40%	448,35	0,40%	448,35	0,40%	448,35	0,40%	448,35	0,40%	448,35	0,40%
Otros Gastos de Fabricación	96.226,10	9,32%	103.602,79	9,40%	103.602,79	9,40%	103.602,79	9,40%	103.602,79	9,40%	103.602,79	9,40%
Inventario Inicial de Productos Terminados	14.702,10	1,42%	15.829,16	1,44%	15.829,16	1,44%	15.829,16	1,44%	15.829,16	1,44%	15.829,16	1,44%
Inventario Inicial de Materia Prima	13.297,95	1,29%	14.317,37	1,30%	14.317,37	1,30%	14.317,37	1,30%	14.317,37	1,30%	14.317,37	1,30%
SUBTOTAL	923.862,90		994.686,23		994.686,23		994.686,23		994.686,23		994.686,23	
B.- COSTOS OPERACIÓN												
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS.												
Sueldos	31.634,19	3,06%	34.059,27	3,09%	34.059,27	3,09%	34.059,27	3,09%	34.059,27	3,09%	34.059,27	3,09%
Comisiones en Ventas y Publicidad	2.720,32	0,26%	2.928,86	0,27%	2.928,86	0,27%	2.928,86	0,27%	2.928,86	0,27%	2.928,86	0,27%
Agua, Luz, Teléfono, Fax, Intenet	4.578,95	0,44%	4.929,97	0,45%	4.929,97	0,45%	4.929,97	0,45%	4.929,97	0,45%	4.929,97	0,45%
Gastos de Gestión	3.287,32	0,32%	3.539,33	0,32%	3.539,33	0,32%	3.539,33	0,32%	3.539,33	0,32%	3.539,33	0,32%
Gastos de Viaje	775,32	0,08%	834,76	0,08%	834,76	0,08%	834,76	0,08%	834,76	0,08%	834,76	0,08%
Impuestos y Otros	1.171,15	0,11%	1.260,93	0,11%	1.260,93	0,11%	1.260,93	0,11%	1.260,93	0,11%	1.260,93	0,11%
Depreciación y Amortizaciones	180,74	0,02%	194,6	0,02%	194,6	0,02%	194,6	0,02%	194,6	0,02%	194,6	0,02%
Otros	53.644,29	5,20%	57.756,66	5,24%	57.756,66	5,24%	57.756,66	5,24%	57.756,66	5,24%	57.756,66	5,24%
0,8% Circulación de Capital	9.433,42											
SUBTOTAL	107.425,70		105.504,37		105.504,37		105.504,37		105.504,37		105.504,37	
GASTOS NO OPERACIONALES												
Otros Gastos no Operacionales	1.316,68	0,13%	1.417,62	0,13%	1.417,62	0,13%	1.417,62	0,13%	1.417,62	0,13%	1.417,62	0,13%
SUBTOTAL	1.316,68		1.417,62		1.417,62		1.417,62		1.417,62		1.417,62	
GASTOS NO DEDUCIBLES EN EL PAIS												
	2.212,33		2.381,93		2.381,93		2.381,93		2.381,93		2.381,93	
TOTAL EGRESOS	1.032.605,28		1.101.608,21		1.101.608,21		1.101.608,21		1.101.608,21		1.101.608,21	
UTILIDAD BRUTA	62.125,25		77.044,36		77.044,36		77.044,36		77.044,36		77.044,36	
menos 15% trabajadores	9.318,79		11.556,65		11.556,65		11.556,65		11.556,65		11.556,65	
UTILIDAD GRAVABLE	55.018,79		67.869,63		67.869,63		67.869,63		67.869,63		67.869,63	
menos 25% impuestos	13.754,70		16.967,41		16.967,41		16.967,41		16.967,41		16.967,41	
Retenciones en la Fuente	3.101,48		3.339,24		3.339,24		3.339,24		3.339,24		3.339,24	
UTILIDAD NETA	44.365,57		54.241,46		54.241,46		54.241,46		54.241,46		54.241,46	

Tabla 2.5 Estado de Pérdidas y Ganancias año 2000

El análisis realizado es de suma importancia, ya que se manejan datos reales de consumo y brinda la posibilidad de conocer con exactitud la utilidad que deja las ventas de hormigón premezclado, y de existir, daría como resultado un índice negativo que sería seguramente la quiebra de la fábrica.

En base a éste análisis la empresa controla las producciones futuras, pues se puede establecer un valor como expectativa de lo que se quiere lograr, pero sin descartar un estudio de mercado (marketing) que llame la atención de los clientes, demostrando a su vez, que el producto tiene calidad.

La tabla 2.6, muestra los valores de los sueldos concernientes a la mano de obra directa:

ANEXO AÑO HISTORICO 2000				
MANO DE OBRA DIRECTA				
DENOMINACION	NUMERO	SUELDO	TOTAL/MES	TOTAL/AÑO
Operador	1,00	180,00	180,00	2.160,00
Choferes (10)	10,00	229,04	2.290,41	27.484,96
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA				29.644,96

Tabla 2.6 Mano de Obra Directa año 2000

La tabla 2.7, presenta los sueldos administrativos:

ANEXO SUELDOS				
AÑO HISTORICO 2000				
DENOMINACION	NUMERO	SUELDO	TOTAL/MES	TOTAL/AÑO
Contador	1,00	390,00	390,00	4.680,00
Aux Contabilidad	1,00	170,00	170,00	2.040,00
Secretaria	1,00	199,18	199,18	2.390,19
Supervisor	1,00	380,00	380,00	4.560,00
Laboratorista	1,00	297,00	297,00	3.564,00
Logística	2,00	400,00	800,00	9.600,00
Secretaria	1,00	200,00	200,00	2.400,00
Guardia	1,00	200,00	200,00	2.400,00
				31.634,19

Tabla 2.7 Sueldos año 2000

De igual forma, la tabla 2.8 muestra el estado de pérdidas y ganancias para el año 2001:

SISTEMA AUTOMATA (LIMITE DE PRODUCCION AÑO 2008)	HISTORICO		P	R	O	Y	E	C	T	A	D	O
2000	%	AÑO 1	%	AÑO 2	%	AÑO 3	%	AÑO 4	%	AÑO 5	%	
INGRESOS	1.094.730,53		2.099.671,93		2.260.632,78		2.440.952,61		2.621.272,43		2.801.592,26	
A.- VENTAS:NACIONALES												
Contado	1.069.824,09	99,11%	2.081.059,90	99,11%	2.240.593,95	99,11%	2.419.315,38	99,11%	2.598.036,80	99,11%	2.776.758,22	99,11%
TOTAL VTAS.	1.069.824,09		2.081.059,90		2.240.593,95		2.419.315,38		2.598.036,80		2.776.758,22	
INGRESOS NO OPERACIONALES												
Rendimientos Financieros	2.435,00	0,03%	609,21	0,03%	655,91	0,03%	708,23	0,03%	760,55	0,03%	812,87	0,03%
Otras Rentas	22.471,44	0,86%	18.002,82	0,86%	19.382,92	0,86%	20.929,00	0,86%	22.475,08	0,86%	24.021,16	0,86%
SUBTOTAL	24.906,44		18.612,03		20.038,83		21.637,23		23.235,63		24.834,03	
EGRESOS A.- COSTOS DE PRODUCCION												
Mano de obra directa	29.644,96	4,31%	90.292,61	4,31%	97.214,44	4,31%	104.968,77	4,31%	112.723,10	4,31%	120.477,43	4,31%
Materia prima nacional	628.712,82	64,09%	1.343.526,47	64,09%	1.446.521,21	64,07%	1.561.903,26	64,07%	1.677.285,32	64,07%	1.792.667,37	64,07%
GASTOS DE FABRICAC. Mano de Obra Indirecta	9.654,26	1,39%	29.101,27	1,39%	31.332,17	1,39%	33.831,39	1,39%	36.330,61	1,39%	38.829,82	1,39%
Combustible			44.047,14	2,10%	47.423,79	2,10%	51.206,56	2,10%	54.989,33	2,10%	58.772,10	2,10%
Mantenimiento	95.529,48	1,15%	24.173,99	1,15%	26.027,17	1,15%	28.103,23	1,15%	30.179,29	1,15%	32.255,35	1,15%
Suministros y Materiales	20.974,03	3,73%	78.112,82	3,73%	84.100,95	3,73%	90.809,28	3,73%	97.517,61	3,73%	104.225,94	3,73%
Depreciación	14.602,53	4,88%	102.328,83	4,88%	110.173,36	4,88%	118.961,36	4,88%	127.749,36	4,88%	136.537,36	4,88%
Maquinaria y Equipo	5.670,63	0,27%	5.670,63	0,27%	6.105,34	0,27%	6.592,33	0,27%	7.079,33	0,27%	7.566,32	0,27%
Agua, Energía, Luz y Telecomunicaciones			12.110,13	0,58%	13.038,49	0,58%	14.078,51	0,58%	15.118,53	0,58%	16.158,55	0,58%
Otros Gastos de Fabricación	96.226,10	2,85%	59.656,99	2,85%	64.230,29	2,84%	69.353,64	2,84%	74.476,98	2,84%	79.600,32	2,84%
Inventario Inicial de Productos Terminados	14.702,10	0,34%	-7.049,92	0,34%	-7.590,37	0,34%	-8.195,81	0,34%	-8.801,26	0,34%	-9.406,71	0,34%
Inventario Inicial de Materia Prima	13.297,95		-33.479,74		-36.046,30		-38.921,54		-41.796,78		-44.672,02	
SUBTOTAL	923.862,90		1.748.491,22		1.882.530,56		2.032.690,98		2.182.851,41		2.333.011,83	
B.- COSTOS OPERACIÓN												
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS.												
Sueldos	31.634,19	1,80%	37.701,33	1,80%	40.591,51	1,80%	43.829,30	1,80%	47.067,09	1,80%	50.304,88	1,80%
Beneficios Sociales			73.825,74	3,52%	79.485,22	3,52%	85.825,38	3,52%	92.165,53	3,52%	98.505,68	3,52%
Honorarios a Personas Naturales y Extranjeros			20.660,96	0,99%	22.893,95	1,01%	24.720,09	1,01%	26.546,23	1,01%	28.372,37	1,01%
Arriendo Mercantil y de Inmuebles			5.063,15	0,24%	5.451,29	0,24%	5.886,11	0,24%	6.320,94	0,24%	6.755,76	0,24%
Comisiones en Ventas y Publicidad	2.720,32	0,36%	7.533,59	0,36%	8.111,12	0,36%	8.758,10	0,36%	9.405,08	0,36%	10.052,07	0,36%
Seguros			4.571,59	0,22%	4.922,05	0,22%	5.314,66	0,22%	5.707,26	0,22%	6.099,87	0,22%
Suministros y Materiales			3.308,92	0,16%	3.562,58	0,16%	3.846,75	0,16%	4.130,92	0,16%	4.415,09	0,16%
Gastos de Gestión	3.287,32	0,07%	1.384,42	0,07%	1.490,55	0,07%	1.609,44	0,07%	1.728,34	0,07%	1.847,23	0,07%
Gastos de Viaje	775,32	0,05%	1.123,37	0,05%	1.209,49	0,05%	1.305,96	0,05%	1.402,44	0,05%	1.498,91	0,05%
Agua, Luz, Teléfono, Fax, Internet	4.578,95	0,34%	7.047,52	0,34%	7.587,78	0,34%	8.193,02	0,34%	8.798,26	0,34%	9.403,51	0,34%
Impuestos y Otros	1.171,15	0,87%	18.201,31	0,87%	19.596,62	0,87%	21.159,75	0,87%	22.722,88	0,87%	24.286,01	0,87%
Depreciación y Amortizaciones	180,74	0,07%	1.478,94	0,07%	1.592,32	0,07%	1.719,33	0,07%	1.846,34	0,07%	1.973,35	0,07%
Intereses y comisiones Locales	2.720,32	1,23%	25.875,36	1,23%	27.858,97	1,23%	30.081,14	1,23%	32.303,32	1,23%	34.525,49	1,23%
Provisiones Deducibles			64.200,00	3,06%	69.121,57	3,06%	74.635,07	3,06%	80.148,56	3,06%	85.662,06	3,06%
Otros Gastos de Administración y Ventas	53.644,29	1,31%	27.440,80	1,31%	29.544,41	1,31%	31.901,03	1,31%	34.257,64	1,31%	36.614,26	1,31%
SUBTOTAL	107.425,70		299.417,00		323.019,43		348.785,13		374.550,84		400.316,55	
Otros GASTOS NO OPERACIONALES	1.316,68	2,31%	48.470,92	2,31%	52.186,70	2,31%	56.349,38	2,31%	60.512,07	2,31%	64.674,75	2,31%
SUBTOTAL	1.316,68		48.470,92		52.186,70		56.349,38		60.512,07		64.674,75	
TOTAL EGRESOS	1.032.605,28		2.096.379,14		2.257.736,68		2.437.825,50		2.617.914,32		2.798.003,14	
UTILIDAD BRUTA	62.125,25		3.292,79		2.896,10		3.127,10		3.358,11		3.589,12	
menos 15% trabajadores	9.318,79		3.189,40		3.129,90		3.164,55		3.199,20		3.233,85	
Gastos no Deducibles en el País			17.969,90		17.969,90		17.969,90		17.969,90		17.969,90	
UTILIDAD GRAVABLE	55.018,79		18.073,29		17.736,10		17.932,45		18.128,81		18.325,17	
menos 25% impuestos	13.754,70		4.518,32		4.434,02		4.483,11		4.532,20		4.581,29	
Retenciones en la fuente	3.101,48		7.518,96		8.095,36		8.741,09		9.386,82		10.032,55	
UTILIDAD NETA	44.365,57		21.073,92		21.397,44		22.190,43		22.983,43		23.776,42	

Tabla 2.8 Estado de Pérdidas y Ganancias año 2001

En las tablas 2.9 y 2.10, se muestra, el costo de mano de obra, tanto directa como administrativa:

ANEXO AÑO HISTORICO 2001				
MANO DE OBRA DIRECTA				
DENOMINACION	NUMERO	SUELDO	TOTAL/MES	TOTAL/AÑO
Operador	1,00	470,00	470,00	5.640,00
Choferes (10)	10,00	705,44	7.054,38	84.652,61
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA				90.292,61

Tabla 2.9 Mano de Obra Directa 2001

ANEXO SUELDOS				
AÑO HISTORICO 2001				
DENOMINACION	NUMERO	SUELDO	TOTAL/MES	TOTAL/AÑO
Contador	1,00	420,00	420,00	5.040,00
Aux Contabilidad	1,00	301,76	301,76	3.621,12
Secretaria	1,00	220,00	220,00	2.640,00
Supervisor	1,00	450,00	450,00	5.400,00
Laboratorista	1,00	350,00	350,00	4.200,00
Logística	2,00	470,00	940,00	11.280,00
Secretaria	1,00	220,00	220,00	2.640,00
Guardia	1,00	240,02	240,02	2.880,21
				37.701,33

Tabla 2.10 Sueldos Año 2001

2.2 COMPARACIÓN DE LOS BENEFICIOS EN BASE A LOS COSTOS.

La automatización consiste en controlar electrónicamente el pesaje y descarga del material. El análisis de Costo-Beneficio del equipo para el primer año es tal como se lo presenta en la tabla 2.11.

COSTOS AUTOMATIZACIÓN		BENEFICIOS MEDIDAS EXACTAS DE MATERIA PRIMA	
Costo Implementación	7250,00	Incremento de Capacidad de Producción	206027,55
Mantenimiento Eléctrico y Electrónico	3000,00	Medidas Exactas de Arena - Grava (0,78%)	12037,68
Reestructuración Mecánica	2500,00	Medidas Exactas de Cemento (1%)	7869,90
		Nuevos Cliente Por Sistema Computarizado	15632,42
Costos Totales	12750,00	Beneficios Totales	241567,55
RELACIÓN BENEFICIO/COSTO	18,95		

Tabla 2.11 Análisis Costo - Beneficio

El análisis costo-beneficio, hizo cuestionar a los gerentes de HormiAzuay, la realización o no de este proyecto, ya que no se tenían datos concretos al inicio de la automatización. Al

principio estaban muy entusiasmados con la idea de tener un control exacto del material ingresado en cada proceso, pero no sabían si realmente esto beneficiaría a la empresa.

Ahora los cálculos demuestran un beneficio substancial para el primer año, ya que la relación de beneficios a costos es de 18,95 que representa el retorno por cada dólar gastado.

Aunque es deseable que los beneficios sean más grandes que los costos, no existe una respuesta única de cual es la relación ideal de beneficio a costo. Los beneficios tales como la moral de los empleados, las responsabilidades legales y la seguridad, pueden ser beneficios escondidos que no son evidentes en el análisis original.

2.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.

Dentro de la evaluación financiera, se consideran ciertos aspectos económicos que permiten conocer si la inversión fue rentable y en cuanto tiempo se llega a pagarla. Es necesario mencionar que la producción de hormigón en HormiAzuay, a tomado una acogida mayor debido a que los clientes se sienten seguros al comprar el producto realizado por un sistema automatizado, pues las dosificaciones son exactas y de esta manera, se garantiza la calidad del producto final.

Antes de evaluar cada uno de los parámetros necesarios para éste análisis, es necesario tener en cuenta las definiciones que nos brindan los diferentes cálculos.

Diferentes métodos pueden ser utilizados para calcular la relación Costo-Beneficio. Los métodos más comunes consideran el tiempo – valor del dinero como parte del análisis Costo – Beneficio.

El tiempo; valor del dinero, también conocido como factor de descuento, es simplemente un método utilizado para convertir (TIR) el valor Futuro del dinero en Valor Presente (Dólares futuros a dólares presentes). Se basa sobre la premisa de que el dólar de hoy tiene más valor que un dólar en unos años en el futuro. Incluir el tiempo, puede ser crucial para la salud financiera de una organización ya que los esfuerzos por mejorar pueden requerir de compromisos de capital por un período de tiempo prolongado.

Los métodos comunes para el análisis de Costo – Beneficio incluyen:

- Punto de Equilibrio (Breakeven Point).
- Período de Devolución (Payback Period).
- Valor Presente Neto (Net Present Value o VAN).
- Tasa Interna de Retorno (Internal Rate of Return o TIR).

Punto de Equilibrio.³

El punto de equilibrio se conoce como el volumen de ventas para el cual, si bien no hay utilidades, tampoco se tiene pérdidas. Aunque el análisis de equilibrio es un concepto estático, puede aplicarse a situaciones dinámicas y proporcionarle ayuda a la gerencia en las operaciones de planeación y control. El concepto es importante por los efectos sobre las decisiones de costos y ventas, así como en los cambios que sobre el volumen de actividad deben adoptarse, para alcanzar una utilidad deseada.

Observar el punto de equilibrio para realizar un esfuerzo por mejorar es una de las formas más sencillas de hacer el análisis Costo-Beneficio. El punto de equilibrio es el tiempo que tomaría para que el total de los ingresos incrementados y/o la reducción de gastos sea igual al costo total. Sin embargo, no se toma en cuenta el valor en el tiempo.

$$PE = (\text{Costo} \div \text{Total Ingresos incrementados y/o reducción de gastos}) \times 12 \text{ (Meses)}$$

Punto de Devolución (PD).

El período de Devolución (Payback Period) es el tiempo requerido para recuperar el monto inicial de una inversión de capital. Este método calcula la cantidad de tiempo que se tomaría para lograr un flujo de caja positivo igual a la inversión total. Toma en cuenta beneficios, tales como el valor asegurado. Este método indica esencialmente la liquidez del esfuerzo por mejorar un proceso en vez de su rentabilidad. Al igual que el Análisis del Punto de Equilibrio, el análisis del período de devolución no tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

$$\text{Período de Devolución} = [(\text{Costo} - \text{Valor Asegurado}) \div \text{Total Ingresos incrementados y/o reducción de gastos}] \times 12 \text{ (Meses)}$$

Valor Actual Neto (VAN).

El VAN representa el valor presente (PV) de los flujos salientes de caja menos la cantidad de la inversión inicial (I).

³ www.pearsonedlatino.com.

Simplemente: $VAN = PV - I$

El Valor Actual del flujo de caja futuro es calculado utilizando el costo del capital como un factor de descuento. El propósito del factor de descuento es convertir (TIR) el Valor Futuro del dinero en Valor Actual (Dólares futuros a dólares presentes) y se expresa como $1 +$ la tasa de interés (i).

$$PV = (\text{Ingresos} + \text{Valor Asegurado}) \div (\text{Factor de Descuento})$$

$$VAN = PV - \text{Inversión (I)}$$

Tasa Interna de Retorno (TIR).

La tasa interna de retorno es la tasa de interés que hace la ecuación de la inversión inicial (I) con el valor presente (PV) de los futuros flujos de caja entrantes. Esto es, a la Tasa Interna de Retorno, $I = PV$ o $VAN = 0$.

El resultado del Análisis del punto de equilibrio, del período de devolución, y del cálculo del valor actual neto indicarían que este esfuerzo por mejorar es aceptable desde un punto de vista financiero.

Cuando se calcula la TIR, el VAN se fija en cero y se resuelve para un interés (i). En este caso, el factor de descuento es $(1+i)$ ya que no conocemos el interés verdadero, solamente conocemos el interés deseado.

$$PV = (\text{Ingresos} + \text{Valor Asegurado}) / (\text{Factor de Descuento})$$

$$VAN = PV - \text{Inversión (I)}$$

Para el cálculo de la TIR, llevar la fórmula del VAN a cero y resolver para un interés (i).

Margen de Contribución (MCU).

Es para cada artículo vendido, la porción del precio de venta que sobra después de deducir el costo variable, para cubrir primero los costos fijos y generar después la utilidad. El margen de contribución puede expresarse como una cifra total, por unidad o como un porcentaje.

Luego de ésta breve definición de los parámetros necesarios para el análisis, se presenta el *Flujo de Caja* (Estado de flujo de Efectivo), el cual requiere de información básica proveniente de la contabilidad financiera. Esta información es presentada en los principales reportes tales como el estado de pérdidas y ganancias.

Aunque la información se origina de las transacciones del negocio, cada uno de ellos informa sobre diferentes aspectos: El Estado de Resultados, refleja el consumo de recursos y los beneficios obtenidos con ellos en un período determinado, computados en una base de acumulación. El Estado de Flujo de Efectivo, por su parte informa la cantidad de dinero que ingresó y salió de la empresa, en un período determinado, por las actividades principales del negocio como son: operaciones, inversiones, financiamiento.

La Utilidad de este análisis es evaluar las decisiones gerenciales. Si los gerentes hacen sabias inversiones el negocio prospera. Si las decisiones no son inteligentes el negocio sufre. El reporte presenta las inversiones hechas por la compañía en activo fijo y otros, lo que le permite al inversionista y acreedores evaluar las decisiones gerenciales, en cuanto al mantenimiento de la capacidad para generar futuros ingresos, el flujo de caja de nuestra inversión se presenta a continuación en la tabla 2.12:

FLUJO DE CAJA MARGINAL					
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
UTILIDAD NETA	23.291,65	32.844,02	32.051,03	31.258,03	30.465,04
(+) DEPRECIACION	87.726,30	87.726,30	87.726,30	87.726,30	87.726,30
FLUJO NETO PROY	111.017,95	120.570,32	119.777,33	118.984,33	118.191,34
VAN (18%)	353.858,24				
TIR	878,00%				
PD (MESES)	0,05	PD (DIAS)	1,28		

Tabla 2.12 Flujo de Caja año 2000-2001

En la tabla 2.12 se puede constatar los valores arrojados de una producción de hormigón con un sistema controlado manualmente (Año 2000) y un sistema controlado automáticamente (Año 2001).

De la misma forma, en base a los costos variables y fijos, se obtiene el punto de equilibrio que es la cantidad de m³ que deben ser vendidas para cubrir todos los costos fijos, siendo para el año 2000 el valor de 16880,00 m³ y para el año 2001 el valor de 27493,03 m³, de igual manera se puede ver en la tabla el mismo punto de equilibrio expresado en dólares.

El margen de contribución también se ha calculado y es para el año 2000 un valor de 7,68 y para el año 2001 un valor de 10,78.

	Año 2000	Año 2001
Costos Variables		
Materia Prima	628.712,82	1.343.526,47
Compra de Producto Terminado	416,43	5.670,63
Mantenimiento	95.529,48	24.173,99
Gastos de Fabricación	96.226,10	103.731,13
Gastos de Operación	71.031,82	245.911,60
Gastos No Operacionales	1.316,68	48.470,92
Mano de Obra Indirecta	9.654,26	29.101,27
Total Costos Variables	902.887,59	1.800.586,01
CV/u	41,59	69,22
Costos Fijos	CF	CF
Salarios	61.279,15	127.963,94
Seguros	102,24	4.571,59
Suministros	20.974,03	81.424,74
Luz, Agua, Teléfono, Internet	4.578,95	19.157,65
Depreciación	14.783,27	103.807,77
Inventario de Productos Terminados	14.702,10	7.049,92
Inventario de Materia Prima	13.297,95	33.479,74
Total Costos Fijos	129.717,69	296.396,03
Precio de Venta Unitario (PV)	49,27	80,00
Punto de Equilibrio (Xe) M³		
$CF/(PV-CV)$	16.880,00	27.493,03
Punto de Equilibrio en Dólares (Se)		
$XePV$	831.677,46	2.199.442,56
Margen de Contribución	7,68	10,78

Tabla 2.13 Punto de Equilibrio y Margen de Contribución

Para el año 2001, el valor de la depreciación excede de 14602,53 a 102328,83 U\$D respecto al año 2000, debido a que se han tomado los costos de la implementación de la sucursal situada en Azoguez, siendo esto un artificio económico, en el que se puede ver claramente que este tipo de negocio es muy rentable, considerando que tiene 3 competidores en el mercado local.

Con éste análisis, está demostrado que la inversión no representa un costo excesivo y puede cubrirse con facilidad en corto tiempo. Ahora en el siguiente capítulo se verificará si realmente se logró mejoras con éste sistema de automatización.

CAPITULO III

PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN.

3.1 ESTUDIO ESTADÍSTICO DEL RENDIMIENTO Y CAPACIDAD DEL SISTEMA.

GENERALIDADES.

La importancia de la estadística en la ingeniería y especialmente en el campo profesional está aumentando particularmente en lo que respecta a la producción en masa y el análisis de datos experimentales.

En la producción de un artículo en grandes cantidades se hace necesario detectar y eliminar alteraciones sistemáticas de la calidad; para ello se aplican métodos de control, como también en los estudios de tiempo y movimiento, encaminados a obtener una mayor productividad, y en la aplicación de nuevos métodos de producción o en el lanzamiento de nuevos productos.

Con la estadística, se pueden designar y evaluar experimentos con el fin de obtener información acerca de problemas prácticos, caso particular del rendimiento y capacidad del sistema de acuerdo al costo de la materia prima o de los productos manufacturados (hormigón), la comparación de las máquinas y las herramientas o los métodos empleados en la producción, el rendimiento de los trabajadores, la reacción de los consumidores ante productos nuevos, el rendimiento de un proceso químico bajo diversas condiciones (humedad), la relación entre el contenido de cemento, arena, grava y agua de un tipo de hormigón, la eficiencia de los sistemas automáticos, etc.

La razón por las que existen diferencias en la calidad de los productos, es debido a la variación del sistema sometido a factores (la materia prima, el funcionamiento de la maquinaria, mano de obra, etc) cuya influencia no puede ser predicha, de tal modo que la variación debe considerarse como aleatoria. Cuando se evalúa la eficiencia de métodos de producción, la situación es semejante.

En la mayor parte de los casos, la inspección de cada artículo de una producción es demasiado costosa y requiere un cierto tiempo. Incluso puede ser imposible si conduce a la destrucción del mismo, de donde, en lugar de inspeccionar todos los artículos fabricados, sólo se examinan unos cuantos de ellos (una muestra) y a partir de esta inspección se sacan conclusiones acerca de la totalidad (la población).

METODOLOGIA.

El estudio de la productividad y rendimiento del sistema de automatización, consta principalmente del análisis estadístico de la producción que ha tenido HormiAzuay Cía.Ltda. a lo largo de estos tres últimos años. De esta manera, en el 2000 se estudiará la producción antes de la automatización, posteriormente en el 2001 y 2002 se analizarán las ventajas y mejoras que el sistema de automatización ha brindado a la empresa.

Es importante determinar cual es el alcance productivo que ha tenido la empresa durante el tiempo de funcionamiento del sistema de automatización en lo que respecta a la elaboración de hormigón, ya que de esta manera se pueden aportar innovaciones técnicas que beneficien a la empresa, o corregir posibles deficiencias en el proceso de elaboración del hormigón.

Antes de comenzar con el estudio, se presentarán los fundamentos teóricos de las herramientas estadísticas empleadas para tal efecto; su secuencia, las fórmulas para calcular diversas medidas estadísticas, elaboración de gráficas y demás conceptos indispensables que ayudarán a describir de una mejor manera la producción de HormiAzuay Cía.Ltda.

FUNDAMENTOS ESTADISTICOS.

“Estadística, rama de las matemáticas que se ocupa de reunir, organizar y analizar datos numéricos y que ayuda a resolver problemas como el diseño de experimentos y la toma de decisiones.”¹

Se puede decir, en términos generales, que la estadística se aplica, dentro de la organización de una empresa, en las siguientes áreas: producción, finanzas, contabilidad, personal y mercados.

¹ "Estadística." *Enciclopedia® Microsoft® Encarta 2001*. © 1993-2000 Microsoft

La secuencia del estudio está contenida en estos cinco pasos:

- **Planteamiento del Problema.** Es importante plantear el problema de manera precisa y limitar la investigación, de modo que pueda esperarse una respuesta útil dentro de un intervalo de tiempo prescrito, tomando en cuenta el costo de la investigación estadística.
- **Diseño del experimento.** Este paso incluye la selección del método estadístico que va a utilizarse en el último paso, el tamaño de la muestra n (número de piezas que van a extraerse y examinarse o número de experimentos que van a realizarse, etc.) y los métodos y técnicas físicas que van a aplicarse en el experimento. La meta es obtener un máximo de información utilizando un mínimo de costo y tiempo.
- **Experimentación o reunión de datos.** Este paso debe cumplir con las reglas estrictas.
- **Tabulación.** En este paso, los datos experimentales se disponen en forma tabular, sencilla y clara. Pueden representarse gráficamente por medio de diagramas, gráficas de barras, etc. Se calculan también números que caracterizan la magnitud promedio y la dispersión de los valores de la muestra.
- **Inferencia estadística.** En este paso se utiliza la muestra y se aplica un método estadístico apropiado para llegar a conclusiones acerca de las propiedades desconocidas de la población, de modo que se obtenga la respuesta al problema planteado.

Dentro de la tabulación, las tablas y los gráficos ayudan a comprender mejor el sistema.

Las Tablas Estadísticas, son recopilaciones numéricas bien estructuradas y fáciles de interpretar de las que se vale el estadístico para sintetizar los datos obtenidos con el fin de hacer un uso sencillo de ellos o bien para darlos a conocer de forma comprensible.

Existen infinidad de tablas estadísticas, pero las más básicas son las tablas de frecuencias, las de frecuencias relativas y frecuencias acumuladas, las de frecuencias con datos agrupados en intervalos y las de doble entrada.

Las Gráficas Estadísticas, son representaciones gráficas de los resultados que se muestran en una tabla estadística. Pueden ser de formas muy diversas, pero con cada tipo de gráfica se cumple un propósito. Por ejemplo, en los medios de comunicación, libros de divulgación y revistas especializadas se encuentran multitud de gráficas estadísticas en las que, con notable expresividad, se ponen de manifiesto los rasgos de la distribución que se pretende destacar.

Los diagramas de barras, los diagramas de sectores, los histogramas y los polígonos de frecuencias son algunas de ellas.

ALGUNOS PARAMETROS ESTADISTICOS.

Principalmente existen las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL.

Son utilizadas para describir y sintetizar mediante un número único, denominado promedio, la posición de un valor en la variable, en tal forma que represente al conjunto de valores observados.

Los promedios reciben el nombre genérico de medidas de tendencia central porque algunos constituyen valores ubicados en el centro de la variable a la cual representan. Se consideran varias clases de promedios o medidas de posición:

- Media aritmética.
- Mediana.
- Moda.
- Media cuadrática.
- Media cúbica.
- Media geométrica.
- Media armónica.

Media Aritmética. Es la medida más conocida, la más fácil de calcular y con la que nos encontramos más familiarizados. A veces, se le denomina simplemente *media* o *promedio*, y es utilizado con tanta frecuencia que en algunas ocasiones nos conduce a resultados que no revelan lo que se pretende obtener, ya que la distribución puede requerir la aplicación de un promedio diferente a la media. Se la encuentra con la expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_r}{n}$$

Mediana. Es una medida de posición menos importante que la media. Se define como el valor de la variable que supera la mitad de las observaciones y a su vez es superado por la

otra mitad de las observaciones. Por tal razón, se le considera como el valor central, ya que el promedio estará situado en el centro de la distribución. Cuando el número de datos es impar, la mediana coincide con el dato central y cuando el número de datos es par, la mediana será el promedio de los valores centrales.

Moda. Es otra medida de posición menos importante que los dos promedios anteriores, y su uso es bastante limitado. Al igual que la mediana, sus fórmulas no admiten tratamiento algebraico; tampoco es sensible a valores extremos o a los cambios de aquellos valores de la variable diferentes al valor de la moda. Su uso se hace indispensable cuando la distribución se presenta en un intervalo abierto o no definido. La moda se define como aquel valor de la variable o del atributo que presenta la mayor densidad, es decir, la mayor frecuencia.

Media cuadrática. Se usa en el cálculo de la desviación estándar, que es la media cuadrática de las desviaciones de las x , con respecto a su media aritmética \bar{x} .

$$Q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum x_r^2}$$

Media geométrica. Tiene aplicación en el cálculo de los llamados números índices, que son números que miden los cambios relativos en conjuntos de datos (por ejemplo, precios de mercancías). También tienen aplicación en los casos de cantidades que varían en progresión geométrica, como ocurre a veces con la población de un país o en un cultivo de bacterias.

$$G = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n}$$

MEDIDAS DE DISPERSIÓN.

Son medidas que se emplean para determinar el grado de variabilidad o de dispersión de los datos con respecto a un promedio. Por lo general se les mide como promedio de las desviaciones respecto a algún valor central o medida de posición. Entre ellas destacan:

- Oscilación.
- Varianza.

- Desviación estándar.
- Coeficiente de variación.
- Puntaje estandarizado.
- Desviación media.
- Desviación mediana.
- Recorrido intercuartílico.

Oscilación. Corresponde a lo que denominamos recorrido, siendo la medida de dispersión más fácil de calcular, ya que únicamente se toman los valores extremos de la variable y se establece su diferencia:

$$\text{Recorrido: } x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}$$

Varianza (s^2). La varianza es muy conocida y usada, pero su importancia radica especialmente en que da origen a la medida de dispersión más significativa denominada *desviación típica* o *estándar* (s). Se define como la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media aritmética, de acuerdo a la expresión:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum f(x_j - \bar{x})^2$$

Desviación estándar (s). Se simboliza por s (minúscula en la muestra y mayúscula en la población, también se puede simbolizar por sigma). Se define como la raíz cuadrada de la varianza, tomada siempre con signo positivo. También puede definirse como la raíz cuadrática de las desviaciones respecto a la media:

$$s = +\sqrt{s^2}$$

Puntaje típico o estandarizado (Z). Esta medida de dispersión es muy utilizada como variante estadística en la distribución normal y en el análisis del coeficiente de correlación. Se emplea para medir la desviación de una observación con respecto a la media aritmética, en unidades de desviación típica, determinándose la posición relativa de una observación dentro del conjunto.

Desviación media. Se define como la media aritmética de las desviaciones respecto a la media, tomadas en valor absoluto. Se le considera como una de las medidas de dispersión más fáciles de calcular, siendo utilizada en la mayoría de los casos, con el único fin de agilizar las operaciones, de ahí que al resultado se le considere como una aproximación a la cuantificación de la dispersión.

Desviación mediana (De). Se define como la media aritmética de las diferencias (desviaciones) en valor absoluto, entre los valores que toma la variable y la mediana. Es poco utilizada y su mayor uso corresponde a aquellas distribuciones cuyos valores extremos no están afectados por valores grandes de la variable, que obligan a calcular la mediana.

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL.

La distribución binomial, se obtiene cuando se tiene interés en averiguar el número de veces que ocurre un evento A en n ejecuciones independientes de un experimento, suponiendo que A tiene la probabilidad $P(A) = p$ en una sola tentativa, entonces, $q = 1-p$ es la probabilidad de que, en un solo ensayo, el evento A no ocurra. Se supone que el experimento se efectúa n veces y se considera la variable aleatoria. $X =$ número de veces que ocurre A.

La ocurrencia de A se llama éxito y la no ocurrencia es fracaso, p recibe el nombre de probabilidad de éxito en un solo ensayo.

Puesto que el orden en el que se tomen los x números no importa, pueden tomarse dichos números a partir de los n dados, en (x) maneras diferentes, de donde la probabilidad $P(X = x)$, correspondientes a $X = x$, es igual a:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

$$(x = 0, 1, \dots, n)$$

PRUEBA χ^2

Se utiliza para confirmar la hipótesis de que una cierta función $f(x)$ es la función de distribución de la población de la cual se tomó la muestra. Para ello se determina un número c tal que, si la hipótesis es verdadera, la desviación es menor que c, y si ocurre una desviación mayor, la hipótesis no es válida; en otras palabras, si la desviación no excede a c, existe una aproximación suficientemente buena y por ello no se rechaza la hipótesis, en caso contrario, se tiene que buscar otra distribución que se ajuste al problema.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCION.

Una vez estudiadas las principales leyes estadísticas, es posible ahora realizar los análisis de producción. Para tal efecto, se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- Análisis de la producción del año 2000.
- Análisis de la producción del año 2001.
- Análisis de la producción del año 2002.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DEL AÑO 2000.

HormiAzuay Cia.Ltda, presenta el cuadro de producción para el 2000 tal como se muestra a continuación:

RESUMEN MENSUAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE HORMIGÓN AÑO 2000							
MAXIMA CAPACIDAD DE PRODUCCION				1900 M ³ MES		22800 M ³ ANUAL	
MES	CEMENTO (KG)	ARENA (M ³)	GRAVA (M ³)	ADITIVO (LT)	CANTIDAD VOLUMEN (M ³)/MES	PRECIO DE VENTA POR (M ³ EN US\$)	TOTAL
ENERO	627,40	1.361,00	1.138,00	2.862,00	1.884,50	49,27	92.857,01
FEBRERO	515,28	948,00	1.087,00	2.303,00	1.559,20	49,27	76.828,15
MARZO	433,09	816,00	913,00	2.181,00	1.310,00	49,27	64.549,05
ABRIL	384,07	694,00	791,00	2.059,00	1.135,50	49,27	55.950,72
MAYO	554,89	1.042,00	1.165,00	3.136,00	1.665,50	49,27	82.065,98
JUNIO	472,22	875,00	968,00	2.551,00	1.412,50	49,27	69.599,64
JULIO	488,98	906,00	1.003,00	2.653,00	1.468,00	49,27	72.334,35
AGOSTO	653,08	1.243,00	1.344,00	3.672,00	1.990,50	49,27	98.080,06
SEPTIEMBRE	719,90	1.319,00	1.433,00	3.992,00	2.124,50	49,27	104.682,79
OCTUBRE	813,75	1.238,00	1.419,00	4.015,00	2.196,50	49,27	108.230,52
NOVIEMBRE	864,05	1.475,00	1.747,00	4.719,00	2.496,50	49,27	123.012,75
DICIEMBRE	883,52	1.757,00	1.723,00	4.624,00	2.468,50	49,27	121.633,07
	7.410,22	13.674,00	14.731,00	38.767,00	21.711,70		1.069.824,09

TABLA 3.1 Producción del año 2000. Fuente: HormiAzuay

EN ESTOS PESOS SE ENCUENTRAN INCLUIDOS UN FACTOR DE DESPERDICIO DEL 2% PARA EL CEMENTO, 7% PARA ARENA Y GRAVA Y 2% PARA EL ADITIVO.

Resalta principalmente en la tabla anterior, la producción detallada de cada mes, desde enero hasta diciembre, así como las respectivas cantidades utilizadas de cemento, arena, grava y aditivo que conforman la mezcla. Además, se presenta el precio de venta por metro cúbico y

el total de ingresos de la empresa en cada uno de los meses del año, así como en el año entero.

Es importante señalar, que en este año no se disponía todavía del sistema de automatización, y por tal motivo, era necesario agregar un factor de desperdicio (tal como consta al pie de la tabla), para justificar la pérdida del material empleado en los procesos de producción del hormigón.

A continuación, se presenta el histograma de la producción,

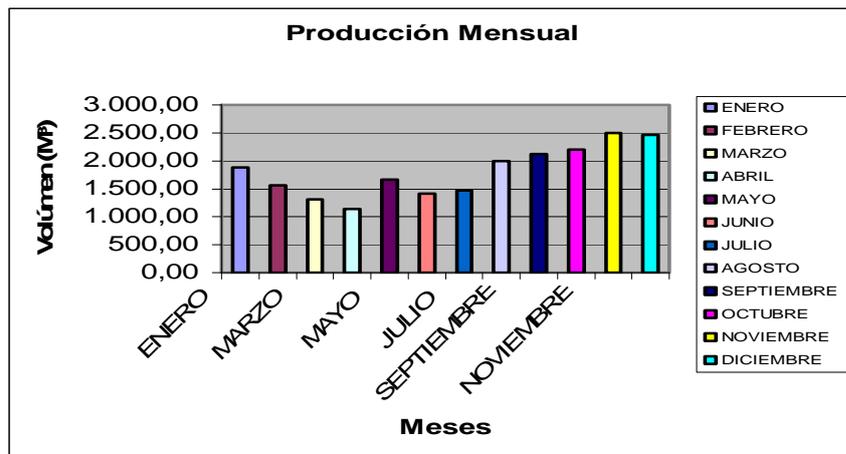


Figura 3.1 Histograma de producción del año 2000.

En el se puede apreciar que la máxima producción ocurre en los últimos meses del año. Quizás no suceda así en todos los años, y es que se debe considerar que la producción está en función directa con el mercado.

Ahora bien, el análisis estadístico se presenta de la siguiente manera:

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DEL AÑO 2000					
INTERVALO DE CLASE	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
	x_i	n_i			
1135,5-1475,75	1305,625	4	0,333	4	0,333
1475,75-1816	1645,875	2	0,167	6	0,500
1816-2156,25	1986,125	3	0,250	9	0,750
2156,25-2496,5	2326,375	3	0,250	12	1,000

Tabla 3.2 Estudio básico de la producción del año 2000.

La tabla 3.2, muestra la información más elemental de la producción del año 2000. En ella se puede apreciar las muestras de producción contenidas en intervalos denominados

intervalos de clase. Así mismo, se observa la frecuencia absoluta que es el número de sucesos ocurridos en cada intervalo. La frecuencia relativa, no es más que la frecuencia absoluta dividida para el número total de muestras (12 en total, una por cada mes).

El análisis puede extenderse hasta el punto de calcular los parámetros más importantes de la estadística y con los cuales completaremos el estudio. La tabla 3.3, nos muestra ese análisis:

ESTUDIO AVANZADO DE LA PRODUCCION DEL AÑO 2000					
$xi \cdot ni$	MEDIA ARITMETICA $\bar{X} = \frac{\sum xi \cdot ni}{n}$	MEDIANA Me	MODA Md	$f \cdot (xi - \bar{x})^2$	DESVIACION ESTANDAR
5222,5				929392,403	
3291,75		1816,00	1305,63	40200,301	403,98
5958,375	1787,65			118176,977	
6979,125				870673,877	
21451,75				1958443,558	

Tabla 3.3 Estudio completo de la producción del año 2000.

Ahora se pueden apreciar las constantes que nos llevarán a un mejor análisis del sistema de producción. La media aritmética, la mediana, la moda y la desviación estándar, son algunos de esos parámetros. Tal distribución, presenta el histograma de la figura:

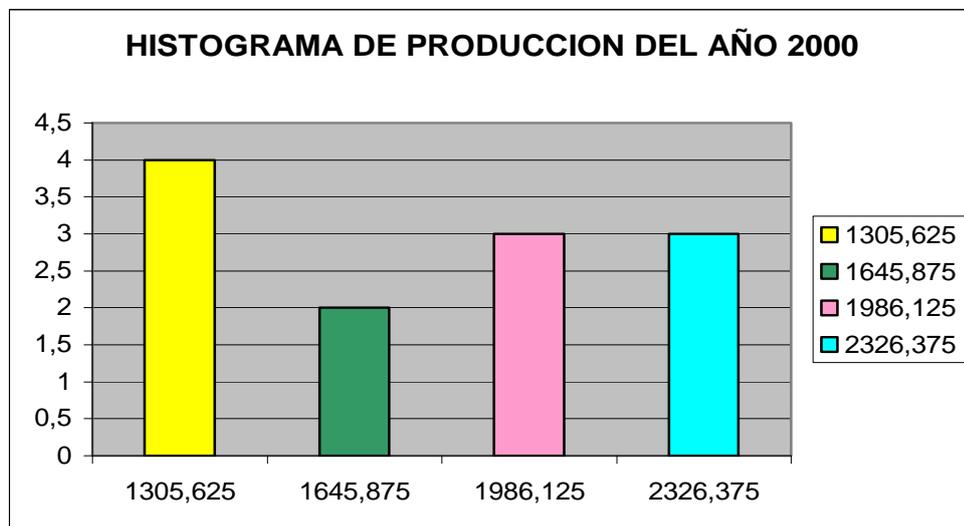


Figura 3.2 Histograma de frecuencias del año 2000.

De acuerdo a la forma y estructura del histograma, se puede plantear la hipótesis de que se ajusta a una distribución binomial. A más de la distribución antes mencionada, son muy conocidas la distribución normal y la de Poisson. Sin embargo, en este estudio consta principalmente el análisis de la distribución binomial porque es la que se ajusta a las muestras de la cantidad de producción.

De acuerdo a la expresión, $f(x) = p^x \cdot q^{n-x}$ se ajustan las muestras a la distribución binomial. Veamos la tabla 3.4:

xi	PROBABILIDAD p	p^x	q^{n-x}	$f(x)$
1135,5	0,5	0,500	0,000488281	0,27722168
1310		0,250	0,000976563	0,319824219
1412,5		0,125	0,001953125	0,344848633
1468		0,063	0,00390625	0,358398438
1559,2		0,031	0,0078125	0,380664063
1665,5		0,016	0,015625	0,406616211
1884,5		0,008	0,03125	0,460083008
1990,5		0,004	0,0625	0,485961914
2124,5		0,002	0,125	0,518676758
2196,5		0,001	0,25	0,536254883
2468,5		0,000	0,5	0,602661133
2496,5		0,000	1	0,60949707

Tabla 3.4 Ajuste con distribución binomial.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DEL AÑO 2001.

En enero del 2001 se implementó el sistema de automatización. Su montaje, se llevó a cabo en varias etapas las cuales estaban sujetas a muchos cambios y pruebas, razón por la cual, el 2001 es considerado el año de prueba de la automatización. Veamos el cuadro de producción:

RESUMEN MENSUAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE HORMIGÓN AÑO 2001							
MES	MAXIMA CAPACIDAD DE PRODUCCION			2200 M ³ MES		26400 M ³ ANUAL	
	CEMENTO (KG)	ARENA (M ³)	GRAVA (M ³)	ADITIVO (LT)	CANTIDAD VOLUMEN (M ³)/MES	PRECIO DE VENTA POR (M ³ EN US\$)	TOTAL
ENERO	1.019,88	1.829,39	1.932,20	5.309,50	2.838,00	80	227040
FEBRERO	656,90	1.081,47	1.458,78	3.483,50	1.923,00	80	153840
MARZO	841,52	1.390,15	1.863,27	4.500,50	2.504,50	80	200360
ABRIL	765,53	1.336,65	1.585,65	4.099,00	2.244,00	80	179520
MAYO	852,51	1.445,27	1.705,57	4.478,71	2.426,00	80	194080
JUNIO	931,38	1.555,71	1.896,76	5.322,75	2.663,00	80	213040
JULIO	1.099,23	1.449,32	2.217,40	6.119,50	2.880,00	80	230400
AGOSTO	622,90	931,32	1.394,22	3.732,50	1.787,70	80	143016
SEPTIEMBRE	578,34	866,38	1.277,87	3.447,80	1.653,10	80	132248
OCTUBRE	966,65	1.156,32	2.042,53	5.298,00	2.501,00	80	200080
NOVIEMBRE	568,92	768,33	1.214,01	2.819,00	1.548,00	80	123840
DICIEMBRE	354,94	543,89	805,89	1.827,00	1.044,50	80	83560
	9.258,70	14.354,20	19.394,15	50.437,76	26.012,80		2.081.024,00

Tabla 3.5 Producción del año 2001. Fuente: HormiAzúay.

Nótese el incremento del precio de venta por metro cúbico con respecto al año 2000, lo que implica un aumento de la utilidad de la empresa, que es contrareestado con el incremento del costo de la materia prima.

El histograma de producción, no revela nada seguro, pues los meses picos están en forma aleatoria, tal como se ve en la figura:

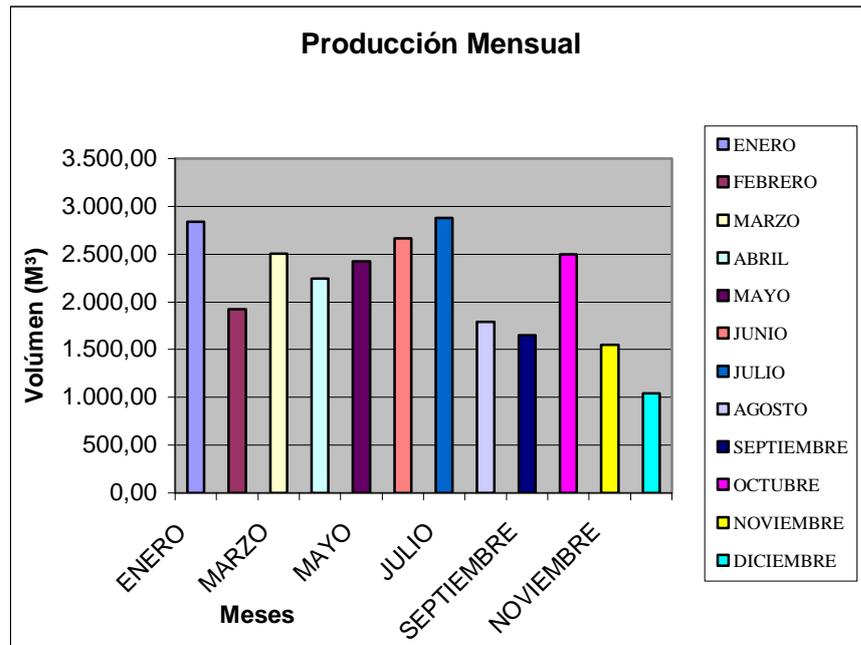


Figura 3.3 Histograma de producción del año 2001.

Sin embargo, la curva de distribución se ajusta como en el caso anterior a una distribución binomial.

Los resultados del análisis estadístico, se presentan a continuación:

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DEL AÑO 2001					
INTERVALO DE CLASE	MARCA DE CLASE x_i	FRECUENCIA ABSOLUTA n_i	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
1044,5-1503,375	1273,94	1	0,083	1	0,083
1503,375-1962,25	1732,82	4	0,333	5	0,417
1962,25-2421,125	2191,69	1	0,083	6	0,500
2421,125-2880	2650,57	6	0,500	12	1,000

Tabla 3.6 Estudio básico de la producción del año 2001.

De igual manera, los parámetros estadísticos más relevantes, presentaron la estructura que se presenta en la tabla 3.7:

ESTUDIO AVANZADO DE LA PRODUCCION DEL AÑO 2001					
$xi \cdot ni$	MEDIA ARITMETICA	MEDIANA Me	MODA Md	$f \cdot (xi - x)^2$	DESVIACION ESTANDAR
1273,94	$\bar{x} = \frac{\sum xi \cdot ni}{n}$ 2191,69	1962,25	2650,57	842265,06	495,64
6931,26				842265,06	
2191,69				0,00	
15903,39				1263397,59	
26300,28				2947927,72	

Tabla 3.7 Estudio completo de la producción del año 2001.

La distribución binomial, se refleja en el histograma de frecuencias:

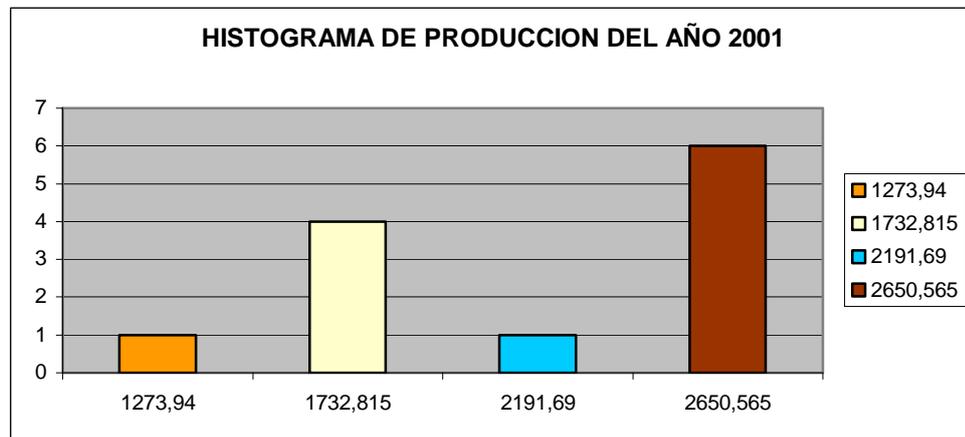


Figura 3.4 Histograma de frecuencias del año 2001.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la curva se ajusta a una distribución binomial. Así nos lo presenta la tabla 3.8:

xi	PROBABILIDAD p	p^x	q^{n-x}	$f(x)$
1044,5	0,5	0,500	0,000488281	0,255004883
1548		0,250	0,000976563	0,377929688
1653,1		0,125	0,001953125	0,403588867
1787,7		0,063	0,00390625	0,436450195
1923		0,031	0,0078125	0,469482422
2244		0,016	0,015625	0,547851563
2426		0,008	0,03125	0,592285156
2501		0,004	0,0625	0,610595703
2504,5		0,002	0,125	0,611450195
2663		0,001	0,25	0,650146484
2838		0,000	0,5	0,692871094
2880		0,000	1	0,703125

Tabla 3.8 Ajuste con distribución binomial.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DEL AÑO 2002.

Las cifras correspondientes al año 2002, tienen la garantía que brinda el sistema de automatización, pues las cantidades de material que realmente intervienen en el proceso de producción del hormigón, son automáticamente registradas por el programa que gobierna al sistema. Por ello resulta sumamente fácil la obtención detallada de la producción diaria, semanal y para nuestro propósito mensual. El cuadro de producción es el siguiente:

RESUMEN MENSUAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE HORMIGÓN AÑO 2002							
MAXIMA CAPACIDAD DE PRODUCCION				2300 M ³ MES		27600 M ³ ANUAL	
MES	CEMENTO (KG)	ARENA (M ³)	GRAVA (M ³)	ADITIVO (LT)	CANTIDAD VOLUMEN (M ³)/MES	PRECIO DE VENTA POR (M ³ EN US\$)	TOTAL
ENERO	604.970,16	1.320.069,70	2.060.798,60	3.450,00	1.689,40	83	140.220,20
FEBRERO	821.817,28	1.593.796,03	2.873.548,13	4.639,50	2.187,00	83	181.521,00
MARZO	451.425,48	1.278.129,98	1.630.382,54	2.446,00	1.417,70	83	117.669,10
ABRIL	555.343,08	1.443.034,10	1.966.435,30	2.781,00	1.671,00	83	138.693,00
MAYO	796.897,44	1.847.898,56	2.727.883,68	4.160,54	2.283,40	83	189.522,20
JUNIO	582.181,32	1.410.910,56	1.999.053,18	2.921,00	1.686,90	83	140.012,70
JULIO						83	0,00
AGOSTO						83	0,00
SEPTIEMBRE						83	0,00
OCTUBRE						83	0,00
NOVIEMBRE						83	0,00
DICIEMBRE						83	0,00
	3.812.635	8.893.838,93	13.258.101,43	20.398,04	10.935,40		907.638,20

Tabla 3.9 Producción del año 2002. Fuente: HormiAzúay.

Tal cuadro de producción, presenta un histograma que es como sigue:

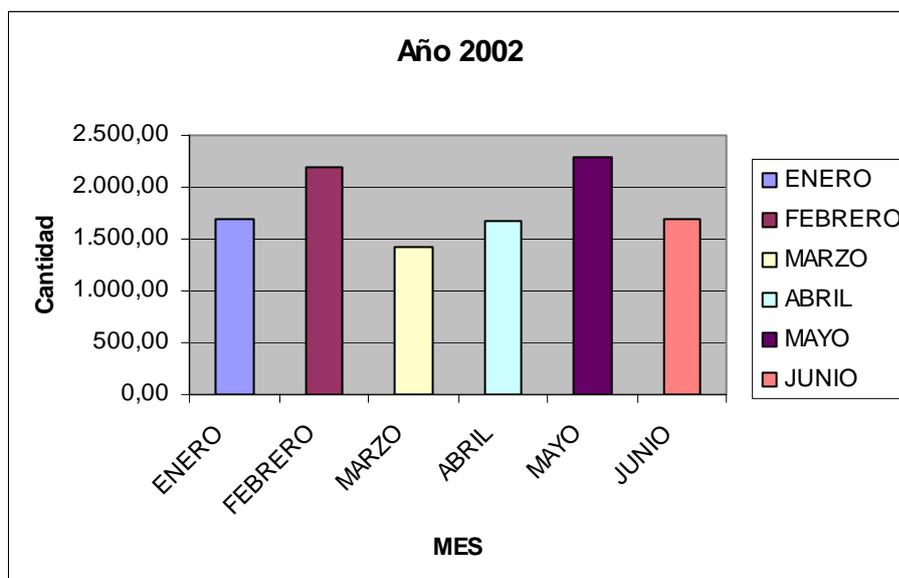


Figura 3.5 Histograma de producción del año 2002.

Es evidente que los resultados mostrados en el histograma, no tienen ninguna relación con los anteriores, simplemente se muestra la producción mensual que depende única y exclusivamente de la demanda del mercado.

Los análisis estadísticos para este año, presentan la estructura mostrada en la tabla 3.10:

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DEL AÑO 2002					
INTERVALO DE CLASE	MARCA DE CLASE x_i	FRECUENCIA ABSOLUTA n_i	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
1417,7-1634,125	1525,91	1	0,167	1	0,167
1634,125-1850,55	1742,34	3	0,500	4	0,667
1850,55-2066,975	1958,76	1	0,167	5	0,833
2066,975-2283,4	2175,19	1	0,167	6	1,000

Tabla 3.10 Estudio básico de la producción del año 2001.

Al igual que en los anteriores, se muestra la frecuencia absoluta, relativa, absoluta acumulada y la frecuencia relativa acumulada.

Las demás variables estadísticas, corresponden a los valores de la tabla 3.11 y son como sigue:

ESTUDIO AVANZADO DE LA PRODUCCION DEL Año 2000					
$x_i \cdot n_i$	MEDIA ARITMETICA $\bar{X} = \frac{\sum x_i \cdot n_i}{n}$	MEDIANA Me	MODA Md	$f \cdot (x_i - x)^2$	DESVIACION ESTANDAR
1525,9125	1814,48	1850,55	1742,34	83271,20	144,28
5227,0125				15613,62	
1958,7625				20817,44	
2175,1875				130109,90	
10886,875				249812,16	

Tabla 3.11 Estudio completo de la producción del año 2002.

Para obtener mayor información acerca de este año, se puede hacer una proyección en lo que respecta a la producción del mes de julio hasta diciembre utilizando la técnica denominada como mínimo cuadrados. Dicha técnica, permite predecir cuál sería la capacidad de producción de una fecha futura en relación con datos anteriores (históricos), con una exactitud garantizada por la estadística. Sin embargo, no siempre se obtienen resultados óptimos, principalmente debido a que la producción de HormiAzuay, está en función directa con la demanda del mercado.

Es interesante señalar que el ajuste binomial, se mantiene también para este año. Así nos lo presenta el histograma de frecuencias:

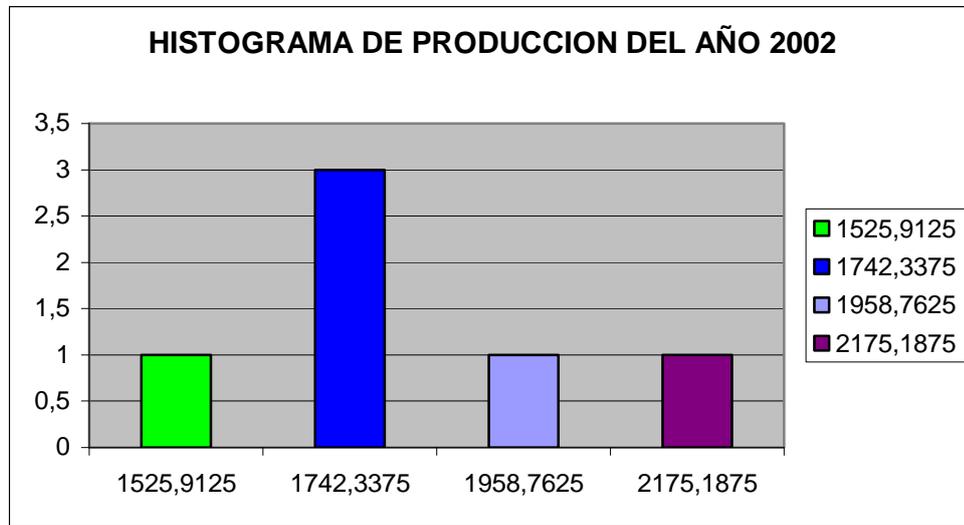


Figura 3.6 Histograma de frecuencias del año 2002.

Finalmente, la tabla 3.12 muestra la forma en la que el histograma se adapta a la distribución binomial:

xi	PROBABILIDAD p	p^x	q^{n-x}	$f(x)$
1.417,70	0,5	0,500	0,03125	22,1515625
1.671,00		0,250	0,0625	26,109375
1.686,90		0,125	0,125	26,3578125
1.689,40		0,063	0,25	26,396875
2.187,00		0,031	0,5	34,171875
2.283,40		0,016	1	35,678125

Tabla 3.12 Ajuste con distribución binomial.

3.2 CUADROS COMPARATIVOS ENTRE EL ANTERIOR SISTEMA Y EL ACTUAL.

El estudio del punto anterior, muestra la información necesaria para establecer comparaciones entre el sistema manual y el sistema automático de tecnología electrónica media. La producción está regida por el mercado, es decir, depende únicamente de la demanda del sector industrial. Por tal motivo, HormiAzuay Cía.Ltda., busca competir mas bien por calidad que por cantidad, pues esto le asegura mantenerse en el mercado con buenos resultados obtenidos hasta el día de hoy.

Existen actualmente cuatro empresas hormigoneras que son: HormiAzuay Cía.Ltda, Conaastro Cía.Ltda, C3, y HormiCreto. De las anteriores, HormiAzuay ocupa el primer lugar en el mercado, debido a que siempre han mantenido calidad en sus productos, tal es así, que ha sido necesario crear una sucursal en Azoguez y con ello satisfacer la demanda de la industria del Cañar.

A continuación se tiene los cuadros de producción del año 2000 y 2001 con un precio del m³ de 49,27 y 80 dólares respectivamente.

RESUMEN DE PRODUCCION SISTEMA MANUAL VS. AUTOMATA						
MES	SISTEMA MANUAL			SISTEMA AUTOMATA		
	CANTIDAD VOLUMEN (M ³)/MES	PRECIO DE VENTA POR (M ³ EN US\$)	TOTAL	CANTIDAD VOLUMEN (M ³)/MES	PRECIO DE VENTA POR (M ³ EN US\$)	TOTAL
ENERO	1.884,50	49,27	92.857,01	2.838,00	80	227040
FEBRERO	1.559,20	49,27	76.828,15	1.923,00	80	153840
MARZO	1.310,00	49,27	64.549,05	2.504,50	80	200360
ABRIL	1.135,50	49,27	55.950,72	2.244,00	80	179520
MAYO	1.665,50	49,27	82.065,98	2.426,00	80	194080
JUNIO	1.412,50	49,27	69.599,64	2.663,00	80	213040
JULIO	1.468,00	49,27	72.334,35	2.880,00	80	230400
AGOSTO	1.990,50	49,27	98.080,06	1.787,70	80	143016
SEPTIEMBRE	2.124,50	49,27	104.682,79	1.653,10	80	132248
OCTUBRE	2.196,50	49,27	108.230,52	2.501,00	80	200080
NOVIEMBRE	2.496,50	49,27	123.012,75	1.548,00	80	123840
DICIEMBRE	2.468,50	49,27	121.633,07	1.044,50	80	83560
	21.711,70		1.069.824,09	26.012,80		2.081.024,00

Tabla 3.13 Resumen de producción del año 2000 vs. 2001. Fuente: HormiAzuay.

La producción del 2000 alcanza los 21.711,70 m³ de hormigón, que hace que las ventas asciendan a 1.563.242.40 dólares, en contraposición con 26.012,80 m³ para el 2001 y ventas iguales a 2.081.024,00 dólares.

4.301,10 m³ de hormigón, señalan la diferencia de producción entre el 2000 y el 2001. Esta cifra es hasta cierto punto significativa y puede que no se deba en su totalidad a la implementación del control en el sistema, pues, seguramente en el 2001, el mercado tendría mayores necesidades en la industria de la construcción en relación a la demanda del 2000. Sin embargo, es posible demostrar un incremento en la capacidad de producción de HormiAzuay.Cía.Ltda. con relación al sistema manual y una mejora en el rendimiento de la planta, pero antes, es preciso comparar los dos sistemas en relación a los tiempos requeridos para la elaboración de hormigón, el cual se explica a continuación.

En el proceso de fabricación de hormigón, se presentan principalmente dos etapas: el pesaje y la descarga del material.

El pesaje consta de dos partes, la de los agregados y la del cemento junto con el agua. La arena y la grava (piedra pequeña) se denominan agregados, y estos se pesan en una balanza destinada para ellos. El cemento y el agua, son pesados en una segunda balanza. En el sistema manual, el operador, tenía que pesar primeramente los agregados y luego el cemento junto con el agua. En cambio, el sistema de automatización, permite realizar los dos pesajes simultáneamente.

La descarga, es el proceso de enviar los agregados y el cemento al mixer. El cemento junto con el agua, descargan directamente al vehículo. Los agregados, tienen que ser descargados con mucha precisión, ya que estos son evacuados primeramente a una banda y de esta al mixer. Aparentemente el proceso de descarga es tan simple como el de carga, pero se debe indicar que la descarga tiene que ser cuidadosamente controlada, pues, de lo contrario, existe el riesgo de que el material se pegue a las paredes del mixer y como consecuencia, se desperdicie, ocasionando además el trabajo de eliminar el material pegado, por ello, se evacua primeramente un poco de agua al mixer, luego un porcentaje de agregados y entonces puede ingresar otro tanto de cemento. Finalmente se envía más agua, más agregados y más cemento, y así hasta completar la evacuación del material, alternando las mezclas de agua con cemento y con los agregados.

El tiempo promedio empleado en los procesos de carga y descarga de material, se presenta en la tabla 3.14:

TIEMPO EMPLEADO EN LA ELABORACION DE 3,5 M ³ DE HORMIGON										
SISTEMA MANUAL		SISTEMA AUTOMATA								
CARGA		CARGA					DESCARGA			
		ARENA	GRAVA	CMTO	AGUA	AGRDS.	CMTO	AG(85%)	AGUA	ADTVO.
ARENA	0,95									
GRAVA	0,65	0,70	0,50	1,50	1,20	5,00	3,80	1,00	2,80	1,55
CEMENTO	1,75	0,80	0,45	1,75	1,10	5,12	4,00	1,25	2,90	1,65
AGIUA	1,25	0,90	0,43	1,45	1,35	5,30	3,99	1,20	2,88	1,80
DESCARGA		0,65	0,50	1,55	1,47	5,25	4,20	1,20	3,20	1,57
AGREGADOS	6,50	0,80	0,60	1,60	1,50	4,75	4,30	1,30	3,10	1,65
CEMENTO	4,50	0,55	0,70	1,75	1,00	4,80	3,80	0,98	3,15	1,88
AGUA	3,25	0,91	0,55	1,81	1,33	5,50	4,20	0,95	3,25	1,99
ADITIVO	1,66	0,60	0,60	1,68	1,20	6,00	3,88	1,20	2,88	1,60
		0,71	0,79	1,65	1,10	4,85	3,98	1,15	3,12	1,50
		0,59	0,55	1,65	1,00	4,26	4,00	1,10	3,00	1,45
		0,72	0,57	1,64	1,23	5,08	4,02	1,13	3,03	1,66
TIEMPO (MIN):	20,51	TIEMPO DE PRODUCCION (MIN): 12,71								

Tabla 3.14 Análisis del tiempo de producción.

Con la ayuda de la tabla 3.14, es posible calcular la capacidad máxima de producción para los sistemas manual y automático, además podemos obtener el porcentaje de aumento de la capacidad de producción. Estos resultados se muestran en la tabla 3.15:

CAPACIDAD MAXIMA DE PRODUCCION						
	HORAS MAX.	MINUTOS MAX.	SISTEMA MANUAL		SISTEMA AUTOMATICO	
			# BACHADAS	CAP. MAXIMA (M3)	# BACHADAS	CAP. MAXIMA (M3)
DIA	9	540	7582,64	26539,25	12236,03	42826,12
MES	216	12960				
AÑO	2592	155520				
% INCREMENTO PRODUCCION:				61,37%		

Tabla 3.15 Análisis de la capacidad máxima de producción.

El incremento en la producción del 61,37% gracias al sistema de automatización, tiene su raíz en el ahorro de los tiempos de pesaje y en la rapidez de los mismos. Esto puede apreciarse de una mejor manera, en los diagramas de Gantt que se muestran a continuación para los sistemas manual y automática.



Figura 3.7 Diagrama de Gantt para los tiempos de producción del sistema manual.



Figura 3.8 Diagrama de Gantt para los tiempos de producción del sistema automática.

La Figura 3.7, muestra la secuencia empleada para la elaboración de hormigón en el sistema manual. Las etapas de carga y descarga son secuenciales y no pueden realizarse dos o más procesos simultáneamente. No sucede lo mismo para el sistema automático representado en la Figura 3.8. Varios pares de procesos se realizan al mismo tiempo, tal es el caso de:

- Carga de Arena y Carga de Cemento.
- Carga de Grava y Carga de Cemento.
- Descarga de Agua y Descarga de Agregados.
- Descarga de Agregados y Descarga de Cemento.

En cifras; 7,8 minutos marcan la diferencia entre los dos sistemas, y en consecuencia, la capacidad instalada de la fábrica aumenta de 26.539,25 a 42.826,12 m³ de hormigón (61,37%) según lo muestra la tabla 3.15.

La mejora del tiempo de producción, no sólo repercute en la capacidad instalada, sino que, representa para HormiAzuay, una ganancia en dólares. Considerando que el precio de venta del m³ de hormigón es de U\$D 80, la máxima ganancia que se podría obtener por la automatización, sería de U\$D 1.302.949,60 (61,37%). Veamos la figura 3.9.

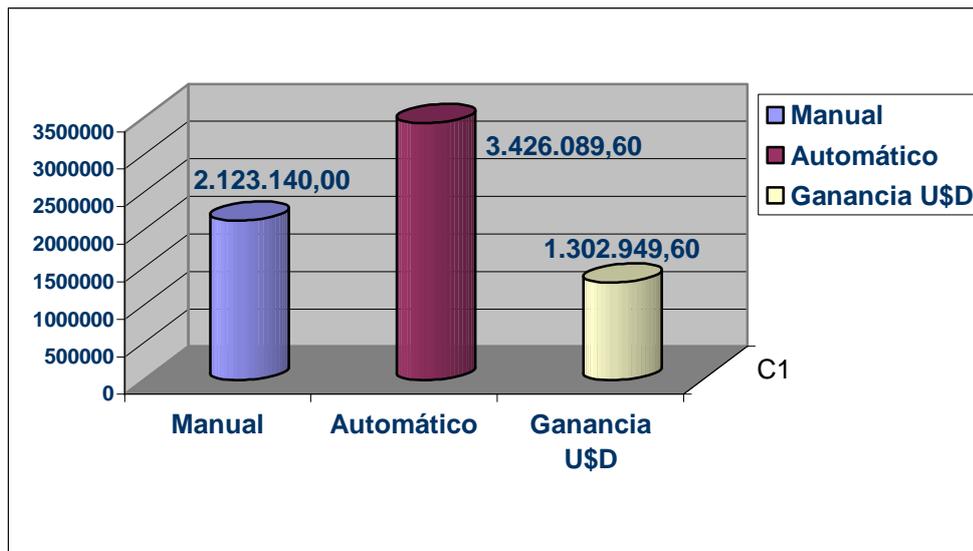


Figura 3.9 Mejora del tiempo expresado en dólares.

Sin la automatización, HormiAzuay no hubiera podido satisfacer la demanda creciente del mercado para los años posteriores, al menos así nos lo presenta la tabla de proyecciones realizada en base al método de los mínimos cuadrados. Veamos la tabla 3.16.

PROYECCIONES SEGÚN EL MERCADO	
AÑO	PRODUCCION
2002	27.754,09
2003	30.231,82
2004	32.709,55
2005	35.187,28
2006	37.665,01
2007	40.142,74
2008	42.620,47

Tabla 3.16 *Proyecciones para la demanda del mercado.*

En teoría, la empresa tiene asegurada su producción al menos hasta el año 2008, lo que sin la automatización, no hubiera podido satisfacer la demanda del año 2001. La Tabla 3.17 permite apreciar mejor este concepto.

ANÁLISIS DE PRODUCCION			
PRODUCCION HISTORICA		CAPACIDAD INSTALADA	
AÑO	PRODUCCION [M ³]	S. MANUAL [M ³]	S. AUTOMATA [M ³]
2001	26.012,80		
2000	21.711,70		
1999	20.400,00	26.539,25	42.826,12
1998	18.000,00		
1997	15.480,00		

Tabla 3.17 *Producción de años anteriores y capacidad instalada. Fuente: HormiAzuay.*

La capacidad instalada para el sistema manual se muestra nuevamente en la Tabla 3.17. HormiAzuay no hubiera podido satisfacer la demanda del año 2002, porque los 27.754,09 m³ que se estiman se producirán en este año (ver Tabla 3.16), superan a los 26.539,25 m³ de hormigón, que eran la capacidad máxima de producción para el sistema manual. Ahora bien, se espera que la producción se desarrolle normalmente al menos hasta el año 2008, fecha en la cual, la demanda del mercado igualará a la capacidad instalada del sistema automático, y consecuentemente, la empresa se verá obligada a ampliar sus instalaciones para continuar en el mercado. Las tablas 3.16 y 3.17 contienen la información detallada al respecto.

Sin embargo, el mercado es el único imponente en la producción, la cual, varía de acuerdo a las necesidades. De hecho, existen meses en los que la producción del sistema automático, comparada con la que se registró para el manual, disminuye, esto es tanto más probable cuanto el mercado se comporta de una manera cada vez más aleatoria; sin embargo, hacia el

final del año, la producción total aumenta como consecuencia del incremento en el consumo del mercado, la figura 3.10 ilustra esta situación.

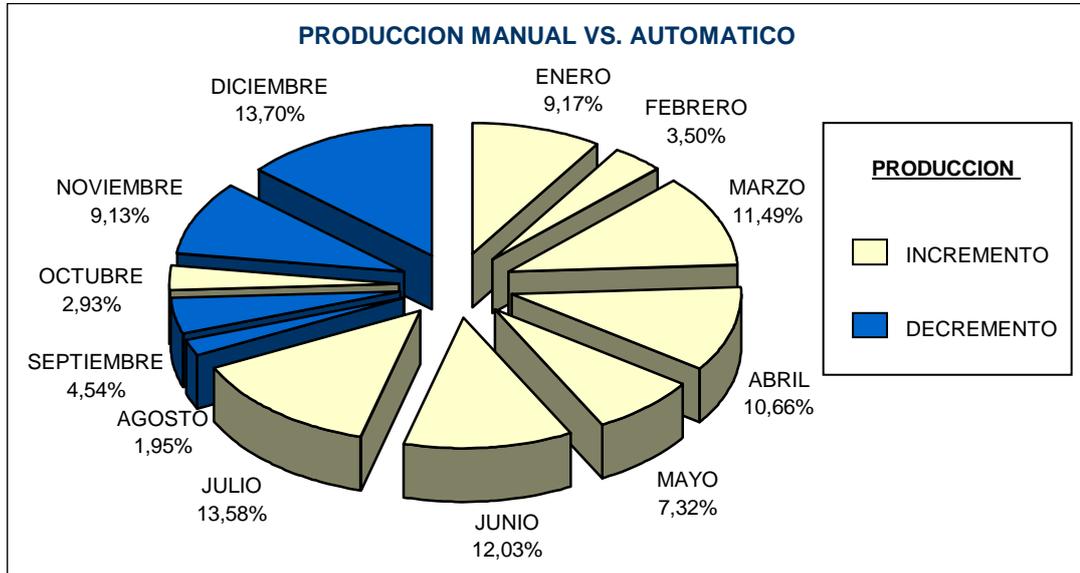


Figura 3.10 Incremento y decremento de producción en los sistemas manual y automática.

Finalmente, con el fin de apoyar lo antes dicho acerca de la variación del mercado, los histogramas que se presentan a continuación, muestran la diversidad de tipos de hormigón que producen los sistemas manual y automática, de acuerdo a las necesidades; veamos las figuras:

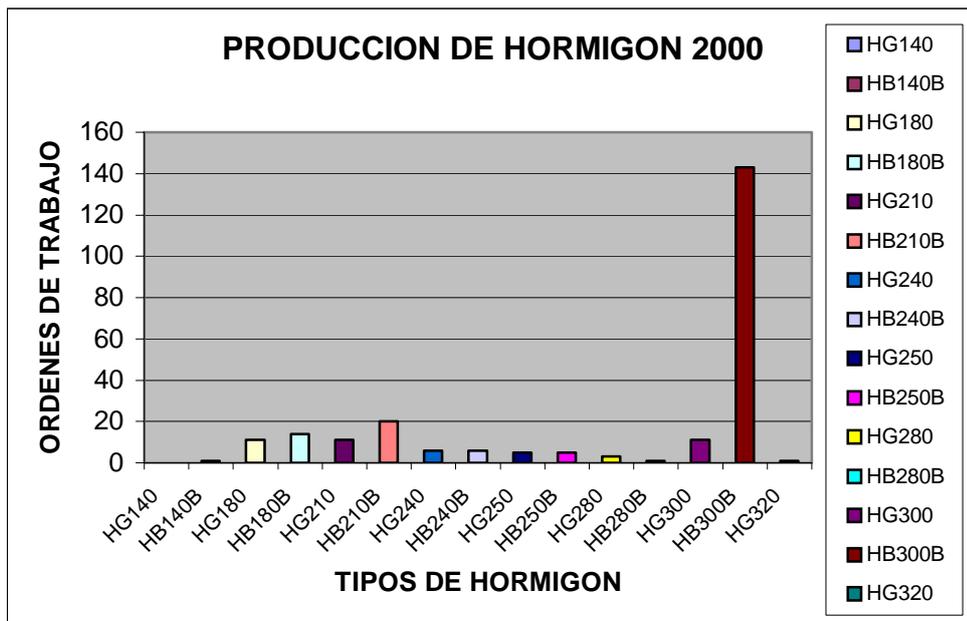


Figura 3.11 Ordenes de trabajo vs. tipo de hormigón. Fuente: HormiAzúay.

El hormigón de bomba HB300B, es en el 2000, el que más pedidos ha tenido, en contraposición con el hormigón de bomba HB180B en el 2001, la figura 3.12 nos muestra las órdenes de trabajo en relación al tipo de hormigón.

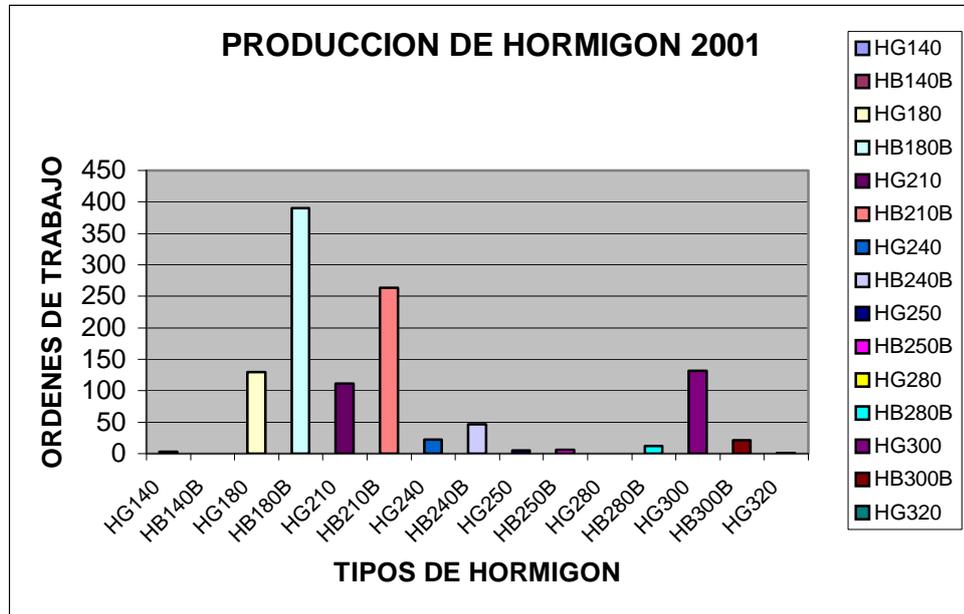


Figura 3.12 Órdenes de trabajo vs. tipo de hormigón. Fuente: HormiAzúay.

3.3 MEJORAS Y RECOMENDACIONES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

GENERALIDADES.

La automatización ha contribuido en gran medida al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de la mayoría de los trabajadores de los países industrializados. También ha permitido incrementar la producción y reducir los costos, poniendo coches, refrigeradores, televisiones, teléfonos y otros productos al alcance de más gente.

Sin embargo, no todos los resultados de la automatización han sido positivos. Algunos observadores argumentan que la automatización ha llevado al exceso de producción y al derroche, que ha provocado la alienación del trabajador y que ha generado desempleo. De todos estos temas, el que mayor atención ha recibido es la relación entre la automatización y el desempleo. Ciertos economistas defienden que la automatización ha tenido un efecto

mínimo, o ninguno, sobre el desempleo. Sostienen que los trabajadores son desplazados, y no cesados, y que por lo general son contratados para otras tareas dentro de la misma empresa, o bien en el mismo trabajo en otra empresa que todavía no se ha automatizado.

Hay quienes sostienen que la automatización genera más puestos de trabajo de los que elimina. Señalan que aunque algunos trabajadores pueden quedar en el desempleo, la industria que produce la maquinaria automatizada genera más trabajos que los eliminados. Para sostener este argumento suele citarse como ejemplo la industria informática. Los ejecutivos de las empresas suelen coincidir en que aunque las computadoras han sustituido a muchos trabajadores, el propio sector ha generado más empleos en fabricación, venta y mantenimiento de ordenadores que los que ha eliminado el dispositivo.

Por el otro lado, hay líderes sindicales y economistas que afirman que la automatización genera desempleo y que, si no se controla, llevará a la creación de un vasto ejército de desempleados. Sostienen que el crecimiento de los puestos de trabajo generados por la administración pública y en los sectores de servicio han absorbido a quienes han quedado desempleados como consecuencia de la automatización, y que en cuanto dichos sectores se saturan o se reducen los programas gubernamentales se conocerá la auténtica relación entre la automatización y el desempleo.

MEJORAS Y RECOMENDACIONES:

Hasta el momento, la planta se encuentra automatizada en un 60%. Varias adecuaciones tendrían que hacerse para lograr la total automatización, no sólo en el software, lo que sería poco; sino más aún en el sistema mecánico que es precisamente el más costoso y lo que es peor, implicaría a HormiAzuay el detener su producción, perjudicando no sólo a la misma planta, sino también al sector industrial. Quizás por este motivo, los directivos de la empresa están de mutuo acuerdo en continuar como hasta la fecha, pues, las ganancias que les resultan, son muy buenas y además, no tienen hasta el momento rival en el mercado.

A pesar de ello, adjuntamos a este trabajo de tesis una lista detallada de todas las mejoras que podrían hacerse en la planta, indicando además el nivel actual de la automatización, el cual; servirá de punto de partida para futuras actualizaciones, en caso de que los autores del presente trabajo, no sean los encargados de realizarlas.

Hasta el día de hoy, la planta presenta los siguientes elementos automatizados:

- Censor celda de carga para el pesaje del cemento contenido en el silo 1.
- Censor celda de carga para el pesaje del cemento contenido en el silo 2.
- Censor celda de carga para el pesado del agua.
- Censor celda de carga para el pesaje de la arena.
- Censor celda de carga para el pesaje de la grava 1 (grava fina).
- Censor celda de carga para el pesaje de la grava 2 (grava gruesa).
- Activación del vibrador para la descarga del cemento.
- Control de descarga del cemento.
- Control de descarga del agua.
- Control de descarga de los agregados (arena y grava).
- Control de arranque de la banda que transporta los agregados.
- Control de apagado de la banda que transporta los agregados.

Como estos puntos están desarrollados a lo largo de los capítulos anteriores, solamente se los lista sin ahondar mucho en su contenido más de lo que es necesario.

Específicamente las mejoras que podrían realizarse en la planta son:

- Control de atascamiento de la banda que transporta los agregados.
- Control de cantidad de cemento contenido en los silos.
- Control de cantidad de arena existente antes del pesaje.
- Control de cantidad de grava existente antes del pesaje.
- Control de cantidad de agua existente antes del pesaje.
- Control de humedad existente en la arena.
- Control de posicionamiento del mixer.
- Control de transporte de los agregados por la banda (vibrador).

Control de atascamiento de la banda que transporta los agregados._ Los agregados (arena y grava), son transportados por una banda accionada por electro válvulas. La parte superior de la banda desemboca en el mixer y a menudo, suele suceder que el material se pega, es decir; se atasca, provocando que la banda se detenga y en consecuencia, el material se desperdicia. Es conveniente colocar un censor capaz de captar este problema y a su vez, suspenda el proceso hasta que el sistema sacuda la banda y de esta manera, pueda evacuarse normalmente el material.

Control de material existente antes del pesaje._ El material antes del pesaje, se encuentra contenido en tolvas, en el caso de la arena y la grava, en silos en el caso del cemento y para almacenar el agua se ha construido un pozo. No se sabe, antes del pesaje, la cantidad de material existente; se espera que siempre exista el suficiente. Con sensores tipo celda de carga, es posible medir la cantidad real y a través de indicadores, se puede enviar el dato al computador.

Control de humedad existente en la arena._ La cantidad de agua que interviene en la elaboración del hormigón, depende en cierta parte del grado de humedad que tenga en ese momento la arena. Actualmente el grado de humedad se coloca, a través del programa, con la ayuda del operador. Con varios sensores tipo sonda colocados en la arena, es posible medir el grado de humedad correcto.

Control de posicionamiento del mixer._ El mixer, vehículo que transporta el hormigón, se coloca justo debajo de la banda para que el material desemboque en él. La mala posición, provoca que el material se atasque, ocasionando los problemas citados anteriormente. Con un sensor de posición es posible controlar esta situación.

La Tabla 3.18, resume las mejoras que pueden implementarse en la planta.

AUTOMATIZACIÓN DE HORMIAZUAY CÍA.LTDA.			
ITEM	TIPO DE ACCIÓN	CENSOR	PORCENTAJE
1	Control del silo #1	Celda de Carga	5,00%
2	Control del silo #2	Celda de Carga	10,00%
3	Control del peso del Agua	Celda de Carga	15,00%
4	Control de peso de la Arena	Celda de Carga	20,00%
5	Control de peso de la Grava1	Celda de Carga	25,00%
6	Control de peso de la Grava2	Celda de Carga	30,00%
7	Activación de Vibrador del Cemento	Motor	35,00%
8	Descarga del Cemento	Electroválvula	40,00%
9	Descarga del Agua	Electroválvula	45,00%
10	Descarga de los Agregados	Electroválvula	50,00%
11	Arranque de la Banda	Electroválvula	55,00%
12	Apagado de la Banda	Electroválvula	60,00%
13	Control de Atascamiento de la Banda	Censor	65,00%
14	Control de Cantidad de Cemento de los Silos	Censor	70,00%
15	Control de la Cantidad de Arena	Censor	75,00%
16	Control de Cantidad de Grava	Censor	80,00%
17	Control de Cantidad de Agua	Censor	85,00%
18	Control de Humedad del Arena	Sonda	90,00%
19	Control de Posicionamiento del Mixer	Censor	95,00%
20	Activación del Vibrador de la Banda	Motor	100,00%

Tabla 3.18 Nivel actual de automatización y mejoras que pueden realizarse.

No obstante, el estudio específico de cada uno de los puntos que faltan por automatizarse, es un trabajo más complejo del que se plantea en la presente tesis. Para el lector, se han desarrollado estas sugerencias, incluyendo además en la figura 3.13, el diagrama a bloques que ayudarán a comprender mejor el proceso que debe seguirse para lograr una automatización al 100%.

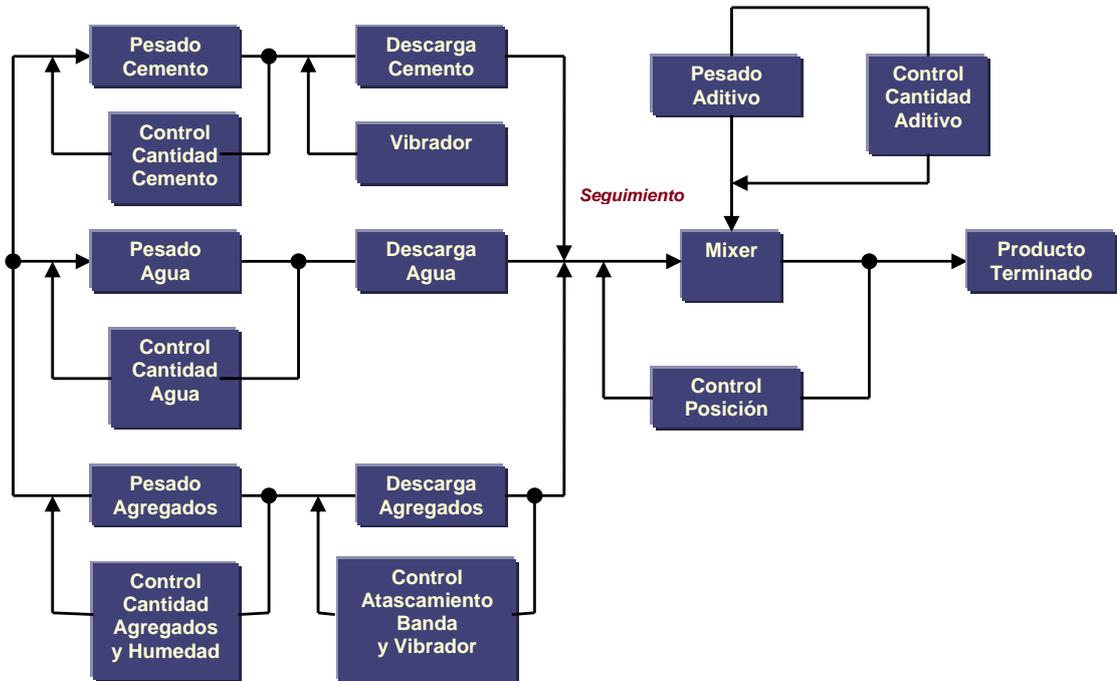


Figura 3.13 Diagrama a bloques de una completa automatización.

3.4 IMPACTO AMBIENTAL.²

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS DE LA FÁBRICA.

Para el análisis del impacto ambiental que presenta la fábrica HORMIAZUAY CÍA. LTDA. y de acuerdo a las automatizaciones a las que ha sido sometida nos es pertinente presentarles un detalle del proceso de fabricación de la empresa para de esta manera tener una base sólida para realizar este estudio.

Al tener un incremento en la capacidad de producción y por consiguiente haber obtenido un mejor rendimiento en la elaboración de los productos de la fábrica, se debe analizar los efectos ambientales que ocasionan el polvo, ruido y demás aspectos pertinentes al ambiente.

² LEON L. MARIO, Auditoría Ambiental de Industrias HormiAzuay Cía.Ltda., Comisión de Gestión Ambiental –CGA, Cuenca, Julio 1999.

Como base se tomo los estudios que brinda la fábrica para su legalización como empresa, ya que para su establecimiento se necesito verificar los efectos ambientales que podría presentar y de acuerdo a esto se han hecho las respectivas actualizaciones hasta Julio-2001 fecha en que la primera etapa de la automatización fue implementada.

La empresa HORMIAZUAY Cía. Ltda. dispone de instalaciones industriales para la fabricación de: Hormigón Premezclado, Tubos y Bloques de HS. Esta ubicada al Noroccidente de la ciudad de Cuenca dentro del área urbana, en la parroquia Machángara, en la intersección entre la Panamericana Norte y la Av. González Suárez, S/N.

Infraestructura Básica.

Se trata de una zona urbana con servicios básicos totalmente cubiertos, tanto en lo que se refiere a energía eléctrica, agua potable y alcantarillado. Sin embargo, la empresa dispone de servicios propios de generación de energía eléctrica, pozos de agua subterránea y alcantarillado propio.

- Energía Eléctrica trifásica de tipo industrial del sistema urbano de la ciudad.
- Generador de Energía Propia con una potencia de 50 KVA, para situaciones de emergencia y poder continuar con procesos industriales.
- Abastecimiento de Agua para consumo humano, a través del sistema de agua potable de la ciudad.
- Abastecimiento de Agua para procesos industriales, se obtiene de dos pozos someros, con profundidades entre 2 a 4 metros, que captan las reservas freáticas de la cuenca del Machángara.
- Sistema de Alcantarillado, propio de la empresa.
- Recolección de basura doméstica a través del sistema de recolección de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca.
- Surtidor de Combustible para abastecer a los camiones mixers de la empresa Diesel, cuenta con un almacenamiento de 2.000 galones; consumo promedio es de 3000 galones por mes.
- Instalaciones contra incendios.

Procesos de Fabricación

Los procesos de fabricación de la empresa HORMIAZUAY se refieren a la obtención de productos para la construcción, los mismos que están claramente definidos de acuerdo al siguiente detalle:

- 1.- Hormigón premezclado de diferentes resistencias, por medio de métodos mecánicos.

Fabricación de Hormigón Premezclado

La planta procesa en promedio la cantidad de 1.800 m³/ mes. La comercialización se lo realiza en la ciudad y dentro de la provincia. Las fases de fabricación incluyen los siguientes pasos:

Acarreo y Acopio de Materiales

Áridos

Se refiere al acarreo y acopio dentro de planta de la materia prima como son: arena y grava. Las minas utilizadas se encuentran en la ciudad de Paute, que pertenecen a la empresa HORMIAZUAY. En circunstancias normales, la provisión de estos materiales se las realiza diariamente, en alrededor de 90 m³, para todos los materiales, durante los 22 días laborables del mes. Esto significa, en términos de transporte, que se requieren de 9 viajes con volquetas de capacidad mínima 10 m³.

El desperdicio ocasionado por el transporte de los materiales se le considera que esta alrededor del 2%, del volumen total transportado (1.8 m³).

Cabe indicar que el transporte de áridos genera emanaciones de polvo y desprendimientos de materiales que pueden, eventualmente, evidenciar impactos ambientales importantes, en los tramos de recorrido de los camiones de carga.

Cemento

Otro componente de la fabricación, tanto del hormigón premezclado como para la fabricación de tubos, es el cemento, que se lo transporta principalmente desde la Fábrica Guapán, ubicada en la provincia del Cañar, a la entrada Norte de la ciudad de Azogues.

La compra se lo hace a granel, en tráiler cisternas de propiedad de la empresa, con una capacidad individual de 30 ton. Los requerimientos promedios de la empresa son de 700 ton/mes, lo que quiere decir que se deben hacer cerca de 24 viajes al mes, aproximadamente.

Una vez en la planta, el hormigón es bombeado por aire a presión hacia los silos de almacenamiento, que tiene una capacidad bruta individual de 340 ton. Con rendimientos de trabajo promedio cada silo abastece aproximadamente a 10 días de trabajo, estando constituida la planta con dos silos, es decir 20 días de trabajo.

En el proceso de transporte, desde el camión cisterna hasta los silos, es donde se produce la mayor cantidad de problemas ambientales generados por la contaminación por partículas de polvo. Para esta nueva implantación de la Fábrica se ha previsto la utilización de filtros estáticos para la recolección de partículas de polvo que eventualmente escapan por él desfogando de presión de aire de los silos especialmente.

Los filtros recolectan temporalmente las partículas de cemento mediante tambores metálicos con filtros, con vibradores que permiten que las partículas recolectadas regresen al silo para poder ser procesadas dentro de la Fabricación de hormigón.

Adicionalmente se ha previsto una trampa húmeda, que consiste en una tubería de polietileno colocada en un escape lateral del silo, que sirve de desfogue, evita que las partículas se dispersen en el aire durante el proceso de llenado, siendo una medida complementaria a lo de los filtros.

Proceso de Fabricación

Primero está el llenado de las tolvas de los dosificadores automáticos de áridos (material pétreo), desde el patio de acopio, dentro de la Fábrica. El transporte se lo realiza mediante una cargadora frontal o payloader, la distancia de acarreo es de aproximadamente 20 m.

Después se debe asegurar que el camión mixer para el transporte de hormigón este exactamente con su tolva de carga y descarga bajo la planta de dosificación automática de áridos y cemento, el trompo o recipiente del camión debe estar en movimiento. Todo esto como actividades previas a la descarga de componentes.

Una vez realizadas las actividades anteriores, se procede a activar las compuertas de áridos para dejarlos caer, por partes, de acuerdo a una dosificación por peso del hormigón requerido, en un compartimiento y pesarlos mediante un sistema electrónico de balanzas.

Después, una banda transportadora descarga en el camión mixer, en bacheadas de hasta 3 m³. Todo esto está de acuerdo al diseño y especificaciones del hormigón requerido.

Paralelamente, a estos procesos se realizará también el llenado, pesado electrónico y vaciado del agua requerida de acuerdo a un diseño específico, en el camión mixer.

El agua es transportada directamente de dos cisternas, la una de 45 m³, ubicada junto a la estructura de dosificación y un pozo construido a unos 40 m. La cantidad de agua requerida promedio es de aproximadamente 32 m³, incluyendo la fabricación del hormigón y el lavado de los camiones mixer.

Después se procede a cargar electrónicamente el cemento, transportándolos mediante un tornillo sinfín, desde cualquiera de los silos de almacenamiento a un compartimiento hermético, en donde es pesado y descargado, así mismo, electrónicamente, directamente al camión mixer. Con este proceso se completa la primera bacheada completa de hormigón, de 3m³.

Cada mixer puede transportar hasta 6m³ de hormigón, así que generalmente, se repite la operación para pedidos de mas de 3m³. Esta operación dura en promedio 12 minutos, lo que equivale a obtener un rendimiento promedio de 30 m³/ hora. La penúltima etapa del proceso se cumple con la salida a los sitios de entrega del mixer.

La última etapa se cumple cuando el trompo del camión mixer especialmente es lavado profusamente para evitar incrustaciones de hormigón fraguado, que eventualmente puedan dañar el sistema mecánico de esta maquinaria. Para esto se usa alrededor de 120 galones de agua reservados en un tanque lateral de la fábrica.

Cabe indicar que el agua utilizada en el lavado no se desperdicia, se recolecta el material sólido en un filtro decantador, especialmente construido para el efecto, la parte líquida se vuelve a reciclar, al utilizarse para humedecer el acopio de material pétreo dentro de la Fábrica, mediante un pequeño sistema de bombeo.

2.- Bloques y tubos de diferente dimensión y diámetro, por medio de maquinaria especializada.

Fabricación de Tubos y Bloques

Acarreo y Acopio de Materiales

Se utiliza el mismo material y de las mismas fuentes para la fabricación de estos productos de hormigón.

Proceso de Fabricación

El proceso de acarreo, aunque un tanto más largo, desde el patio de acopio hasta las tolvas de la planta es similar al proceso de hormigón.

Cabe indicar que el sistema de tolvas, el sistema de abastecimiento de la planta a través de bandas transportadoras, el sistema de pesaje electrónico, el sistema de tomillo sinfín para el cemento, es uno solo para ambas plantas (Tubos y Bloques).

Después del proceso anterior, los materiales son transportados desde las tolvas de abastecimiento, son pesados y dosificados electrónicamente, para ser transportados a las concretaras estacionarias de 2 m³ de capacidad, lugar en el cual se dosifica el agua y se los mezcla para darles la consistencia requerida. Inmediatamente después este mortero húmedo es transportado mediante un elevador eléctrico a la tolva de fabricación final.

Desde este proceso, se llenan los moldes, ya sea para bloques o tubos, en los cuales son vibrados (solo en el caso de bloques) y vibro-centrifugados (en el caso de tubos), finalmente terminados.

Los productos así terminados son transportados a las cámaras de curado al vapor, colocados ordenadamente en su interior para someterse a un proceso de curado con vapor de agua a 70 °C mas o menos, durante 12 horas, proceso que se lo cumple generalmente de noche.

Como ultima actividad, luego del curado, se los transporta a los sitios de stock, en los patios respectivos.

Las cantidades diarias de cemento utilizado en un día promedio de trabajo son de 2.000 Kg de cemento, 4.0001 Kg de agua y 22.000 Kg de agregados.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL SITIO

Para definir y caracterizar la línea **Base** ambiental del área de influencia del proyecto es necesario describir las características medioambientales propias de la zona, las mismas que pueden ser desglosadas en dos grandes grupos:

1.- Medio físico:

- *Inertes*: geológicos, atmosféricos, climáticos e hídricos.
- *Bióticos*: flora y fauna.
- *Preceptúales*: paisaje y turístico.

2.- **Medio Socioeconómico y Cultural:**

- *Social:* salud, psicología, usos del suelo, cultural, infraestructura básica, humanos y estéticos, patrimonio histórico y artístico.
- *Económico:* indicadores económicos y de población.

Medio Físico

Geología

La zona de implantación de la industria, de acuerdo a la clasificación geológica realizada por el Ing. Mario León L. en la auditoria ambiental de HormiAzuay Cía.Ltda. está constituida entre las Terrazas Aluviales Recientes (Qa) y Terrazas Aluviales (Qti), lo que ubica a ésta zona como muy estable. Está compuesta por material de lecho de río: piedras, arenas y limos.

Suelos

La clasificación del suelo por su capacidad - fertilidad tomado del mismo estudio nos da que, la zona en estudio está clasificada por las siglas Cdvb, siendo correspondiente a un suelo arcilloso; seco; vértice; calcáreo.

Topografía y Fisiografía

La topografía de la zona es plana y corresponde a la llanura de crecientes del río Machángara, conformada por una terraza aluvial, compuesta por material pétreo (arena, grava, limo y piedra). Cabe destacar que la sección transversal del valle en la zona tiene, aproximadamente, entre 100 a 200 m de longitud; este valor ha sido obtenido de los planos 1:25.000 publicados por el IGM (Instituto Geográfico Militar).

Meteorología

Para la determinación del clima de la zona se procedió a tomarlo del estudio realizado en la publicación "Zonificación Agroecológica del Austro Ecuatoriano". Los datos obtenidos son: temperatura, precipitación, horas sol, humedad relativa y velocidad del viento, parámetros fundamentales para definir las características del microclima de la región en estudio.

Los parámetros climáticos complementarios se obtuvieron de la estación Ucubamba, cuya información está consignada en el estudio hidrometeorológico para la cuenca del río Paute, realizado por UMACPA (Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute). Esta estación tiene un período de registro de 26 años (1964-1990) y las siguientes coordenadas geográficas: 78 55' 32" W de longitud y 02 51' 37" S de latitud.

La información de la precipitación consignada en la Actualización de los Estudios Hidrometeorológicos realizados para ETAPA por Ing. Rafael Estrella.

Temperatura

Para todos los parámetros climáticos, por ser una región montañosa, la altitud es el factor preponderante en la determinación de la temperatura ambiental de la región. Generalmente, la temperatura sufre un descenso conforme aumenta la altitud, debido a la absorción y la irradiación del calor solar.

Para determinar la temperatura de una zona en particular se ha determinado una ecuación que la relaciona directamente con la altitud, en base a coeficientes de correlación determinados para la región austral, de la siguiente manera:

$$T^{a+b*h}$$

Donde:

h = altitud media sobre el nivel del mar.

a y b = coeficientes de acuerdo a región y mes, para la cuenca del río Paute. De acuerdo a la tabla anterior el valor medio calculado del período es de 15,8 °C, no existen diferencias significativas entre los valores medios mensuales (14,69 a 16,44 °C). Las temperaturas medias máximas ocurren entre octubre (23 °C) y marzo (21,6 °C). En contraste, las temperaturas medias mínimas se presentan desde julio a septiembre (9,6 °C).

Precipitación

Con datos actualizados del estudio de ETAPA se obtuvo una precipitación media (1964-1998) o del año medio alcanza los 847 mm anuales. La variación estacional mensual es significativa, notándose dos picos máximos, de septiembre a noviembre (205 mm en octubre) y de febrero a junio (236 mm en abril). El año más húmedo del período tiene un registro de 1-104 mm (1969) y el año mas seco de 593,6 mm (1985).

Humedad Relativa

La humedad relativa (1969-1988) media mensual es del 73 %, siendo la variación mensual de este parámetro poco significativa; los valores medios máximos son similares durante todo el año, variando mínimamente (4%) entre las estaciones lluviosas (88%, abril) y secas (84%, julio); los valores medios mínimos siguen la misma tendencia de valores semejantes durante todo el año, ocurriendo los más bajos en verano (62%, noviembre) y más altos en los meses de lluvia (70%, mayo).

En resumen el valor medio es de 73%, el valor máximo medio alcanza los 84% y el mínimo medio es de 68%, para el período de registro de esta estación. Estos valores están dentro del rango establecido en el estudio agroecológico del Austro, anteriormente citado, que dan valores de 75% de humedad relativa promedio para el valle de Cuenca.

Vientos

El viento de una región dada viene caracterizado por tres componentes importantes: velocidad máxima instantánea, velocidad media diaria y la dirección predominante. La velocidad máxima instantánea del viento dentro del período de observación (1969-1988) es de 20 m/s, siendo la media de 13 m/s y la mínima de 8 m/s. De acuerdo a la variación estacional, los picos máximos ocurren en verano julio con 20 m/s, existiendo una diferencia de 8 m/s con los meses de mas calma, en invierno (12 m/s, abril).

Por otra parte, la velocidad media mensual es de 2.6 m/s y la variación mensual es constante, con diferencias poco significativas (<0.6 m/s); la fluctuación de valores medios y máximos es de 4 m/s y no depende de la época del año. El valor medio registrado para las 7 horas es de 0.6 m/s, a las 13 horas es de 4,5 m/s y a las 19 horas es de 2,6 m/s, según los Estudios realizados dentro del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de Azogues).

En lo que se refiere a la dirección del viento, se puede decir, como ocurre en la mayoría de valles andinos que la dirección predominante es contraria al sentido de drenaje principal de la misma, en este caso Noroeste.

Horas de Sol

No existen valores registrados de este parámetro, por lo tanto se tomaron valores de la Estación Jacarín (1974-1990) que dispone de un registro desde 1974 a 1990. El valor medio está entre las 1615 horas por año, siendo el año máximo con 1800 horas (1979) y el año mínimo con 1486 horas (1975). Cabe anotar que los meses más calurosos son diciembre y enero; los menos calurosos son los correspondientes al invierno (febrero a julio), aproximadamente.

Nubosidad

La nubosidad media anual (1969-1983) es similar a 6 octanos, durante toda la época del año y la variación estacional de este parámetro está entre los 7 (media máxima) y 2 octanos (media mínima), para los meses de invierno y verano, respectivamente.

Evaporación

La evaporación media anual (1969-1976) del período de registro alcanza un valor de 1.097 mm, la variación estacional esta por el orden de los 35 mm, entre invierno (71,4 abril) y verano (133,3 diciembre).

Recursos Hídricos

Los recursos hídricos de la zona de implementación del proyecto son importantes y están representados por el río Machángara que tiene como afluentes principales a los ríos Chuleo, el Sinincay, el Corrales y el Patamarca, así como algunas quebradas de importancia. La cuenca de drenaje es de aproximadamente 325 km², hasta la unión con el río Tomebamba, que prácticamente esta ubicada la empresa.

Como parámetros hídricos importantes se han recopilado los siguientes caudales diarios: medios, mínimos y máximos. El siguiente cuadro presenta un resumen de los valores encontrados en la actualización de los Estudios Hidrológicos, realizados para diferentes sitios de interés dentro del Área Metropolitana de; el período de registro histórico es 1962 a 1990.

DESCRIPCIÓN	CAUDAL (M3/S)	PERIODO RETORNO (AÑOS)	OBSERVACIONES
Caudal medio	9.53		Regulado (Chanlud + Labrado)
Caudal mínimo diario	3.185	10	Regulado (Chanlud + Labrado)
Caudal máximo	168.3	50	Regulado (Chanlud + Labrado)

Tabla 3.19 Resumen de Recursos Hídricos (Planes Maestros II Etapa. ETAPA 1999)

El caudal resultante en el río nos da una idea clara de los recursos importantes con que cuenta este sector de la ciudad, a la vez que nos permite calcular las consecuencias de una posible avenida de creciente que eventualmente afectará la industria implementada en este sector.

Para determinar la incidencia y los posibles efectos que esta empresa puede sufrir, se requiere calcular el calado de agua resultante, para una creciente dada. Si consideramos que la llanura de creciente total (cauce más llanura propiamente dicha) de la zona es de, aproximadamente, 100 m; el caudal para T igual a 50 años de 168 m³/s, la velocidad media de 1m/s, tenemos un calado de agua resultante de 1.68 m, siendo 68 cm los correspondientes al cauce y 1 m sobre la llanura (incluyendo el cauce). Si desglosamos el calado 1.68 m entre el cauce y la llanura, tenemos: 1 m en el cauce y 1 m sobre el nivel de la llanura de

crecientes. Por otro lado, el nivel de implantación de la industria es de +3, sobre el nivel medio del río. Por lo tanto, una creciente de ésta naturaleza no representa una amenaza crítica, pero bien puede generar situaciones de destrucción parcial, sin niveles de agua dentro de la empresa.

Calidad de Agua

En el río Machángara se descargan las aguas residuales del Parque Industrial ya que las aguas residuales domesticas descargan al sistema de interceptores marginales de la Ciudad de Cuenca, que llevan estos residuos a la planta de tratamiento de Ucubamba.

Cabe destacar que según la Ordenanza Municipal cada industria ubicada dentro y fuera del

Parque Industrial debe tener efluentes acordes con los índices de calidad determinados por ETAPA, es decir para las industrias el tratamiento es diferente, que respondan a los criterios de calidad, para preservar la vida acuática y la salud de sus habitantes. Estas actividades las coordina y aprueba ETAPA a través de su Dirección de Manejo Ambiental.

De acuerdo a la publicación "Principales Problemas Ambientales en el Área de Influencia de los Planes Maestros", publicado por la Dirección de Gestión Ambiental, en base a monitoreos periódicos, la contaminación actual del río Machángara en la zona de influencia de la empresa.

Calidad del Aire

El área de desarrollo del proyecto es una zona residencial con una clara influencia de la Panamericana Norte y Av. González Suárez. Por este motivo los niveles de ruido actuales están más altos que los que normalmente corresponderían a una zona residencial típica, fuera del perímetro urbano de Cuenca, que esta rodeada de vegetación natural.

Con respecto al polvo y otras sustancias presentes en la atmósfera la situación es similar. Existe una clara tendencia a la contaminación ambiental por partículas de polvo depositado en la Panamericana Norte, Av. González Suárez y el transportado por vehículos particulares y de transporte de materiales de construcción, desde las minas ubicadas en la vía a Paute, Gualaceo y Jadán. Las otras sustancias se refieren a las altas concentraciones de Dióxido de Carbono proveniente del intenso tráfico diario de los vehículos de combustión interna, tales como, particulares, buses y camiones.

Entorno Biológico

Ecología

El clima, desde un punto de vista geográfico, se lo puede clasificar de acuerdo a sus características (temperatura, precipitación, humedad relativa, nubosidad, viento, evaporación, heliofanía, etc.) las mismas que definen el comportamiento de los organismos vivos existentes en el área. Esta bioclimatología tiene por objeto caracterizar la región en función de elementos meteorológicos tales como, temperatura y precipitación, que son esenciales para la determinación del ecosistema de la región.

La clasificación climática es de acuerdo a la vegetación existente en el área de estudio y de acuerdo a la auditoría del Ing Mario León los pisos altitudinales se clasifican de acuerdo a la temperatura y dentro de los mismos se pueden presentar variaciones de precipitación y altitud. Tomando en consideración lo anterior el área de estudio pertenece a la formación ecológica clasificada como "*bosque seco Montano Bajo*" (bs-MB), formado por tierras relativamente planas de clima templado, localizadas en áreas pequeñas y muy dispersas en el callejón interandino. Tiene las siguientes características meteorológicas: temperatura entre 6-18 °C; precipitación entre 500 a 1000 mm y altitudes que oscilan entre los 2.000 a 3.000 m.s.n.m

El *bosque seco Montano-Bajo (bsMB)*, presenta las siguientes características generales:

Flora

La zona dispone de una vegetación constituida por pastos y cultivos, de algunas gramíneas. Por otro lado, en las áreas verdes existentes, especialmente en ambos márgenes del río Machángara, se puede encontrar algunas especies arbustivas y herbáceas, propias de la zona.

Fauna

Al igual que la flora, con el cambio de uso de suelo circundante, desarrollado en estas últimas décadas y el uso agrícola intensivo anterior, han eliminado toda presencia de mamíferos y otros animales andinos, los cuales desaparecieron de la zona hace décadas. Por otra parte, en el área se pueden encontrar algunos tipos de aves propias de la zona, tales como Golondrinas, Mirlos y Gorriones.

Entorno Socioeconómico

El área de implantación y la zona circundante son zonas que están dentro del perímetro urbano de Cuenca y están clasificadas como aptas para desarrollar únicamente actividades

residenciales y de servicios. Por lo tanto, los efectos en el entorno socioeconómico y cultural, serán negativos, con personas afectadas directamente dentro y en las áreas circundantes, habrá efectos positivos, porque se genera más empleos tanto dentro del área como fuera de la misma, y mediante el efecto irradiación de fuentes de trabajo hacia la ciudad de Cuenca y la región, en general.

Actividades Productivas

Las actividades económicas de la zona son básicamente domésticas y de pequeños servicios a la comunidad (ferreterías, tiendas de abarrotes, etc.). Por otro lado, la generación de trabajo dentro de las actividades empresariales no se limita al área de influencia directa, debido a que la mayoría de los trabajadores habitan fuera del área, aunque si consideramos los efectos en la economía regional, este es altamente positivo.

Asentamientos Humanos

La zona se encuentra inmersa dentro del Área Urbana de la ciudad de Cuenca, tiene alrededor de 100.000 hab; se estima que utilizando los mismos índices de crecimiento históricos establecidos que la población urbana de Cuenca, la población actual bordeará los 260.000 hab.

Áreas Protegidas

De acuerdo a la información existente a este respecto, no existen áreas consignadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNPA) del INEFAN; tampoco se tiene zonas declaradas como patrimonio forestal o reservas ecológicas. Finalmente, tampoco se ha detectado la presencia de restos arqueológicos o etnográficos precolombino o coloniales importantes, dentro del área de implantación de la empresa.

IDENTIFICACIÓN CUANTIFICACION DE IMPACTOS.

El objetivo de ésta actividad es la identificación, tanto cualitativa como cuantitativa, de los impactos ambientales generados por las actividades de la empresa, dentro de los diferentes entornos ambientales: físico, biótico, perceptual y socioeconómico.

Dentro de este contexto la identificación de impactos ambientales se estableció como la diferencia entre las condiciones ambientales circundantes (áreas no intervenidas) y las condiciones ambientales derivadas del funcionamiento de la fábrica.

Acciones de Procesos Industriales

Las acciones de la Fábrica se obtuvieron de los procesos propios de la misma, representan un resumen de los efectos ambientales más importantes, y se presentan a continuación:

- Transporte de cemento desde Guapán en vehículos cisterna (25 km)
- Transporte al depósito de cemento desde carro cisterna a silos de almacenamiento,
- Transporte de agregados, piedra, ripio y arena, desde Paute (30 km)
- Proceso de fabricación de hormigón.
- Proceso de fabricación de bloques y tubos.
- Acarreo de hormigón premezclado a lugares de venta, en carros cisterna.
- Acarreo de bloques y tubos a lugares de venta.

Identificación de Impactos

De la información proporcionada por los procesos inherentes a la fabricación de productos para la construcción de la empresa que se resumen en las acciones y/o actividades de la misma y que determinan los factores de riesgo y efectos ambientales generados.

Indicadores Ambientales

En la auditoría ambiental se requiere realizar una evaluación cuantitativa o cualitativa, de acuerdo al tipo de impactos ambientales identificado, que permita establecer la magnitud del mismo y compararlo con los criterios legales o institucionales, para este tipo de industria y que aseguren efectos ambientales mínimos. En otras palabras, la valoración así obtenida nos indica el grado del efecto ambiental existente en la industria.

Para poder realizar estas evaluaciones se requiere el uso de indicadores, determinados o establecidos, que no son otra cosa que criterios técnicos, para cada impacto identificado.

A continuación se describen los indicadores ambientales utilizados, los que han sido ajustados y ampliados dentro del proceso de estudio.

ENTORNO	ELEMENTOS AMBIENTALES	INDICADORES AMBIENTALES
FÍSICOS	Calidad de aire	Polvo Suspendido (ug/m3) Polvo Sedimentable (ug/m3) Longitud de transporte de agregados y cemento
	Ruido	Nivel de ruido (NME y Nivel Pico en dB)
	Suelo	Nivel de relleno (metros de plataforma)
	Topografía	Porcentaje de cortes y rellenos (área)
	Recursos hídricos: Superficiales	Caudal utilizado (m3/s) Indicadores de calidad de agua (Sólidos, físico-químico y bacteriológico)
	Subterráneos	Caudal extraído (m3/s) Calidad de mente (físico-químicos y bacteriológico)
BIOTICOS	Vegetación	Porcentaje de Áreas verdes naturales intervenidas
	Fauna y Avifauna	Porcentaje de Áreas verdes naturales intervenidas
PERCEPTUALES	Calidad visual	Naturalidad del sitio (natural o artificial) Uso del suelo (industrial, residencial, etc.)
	Singularidad	Elementos singulares (bosque)

Tabla 3.20 *Indicadores Ambientales*

Descripción de Impactos

De acuerdo a las acciones propias de los procesos industriales de la empresa, descritas anteriormente, se han procedido a identificar todos los impactos ambientales generados. Sin embargo, no todos los impactos descritos son susceptibles de ser evaluados, principalmente porque su ámbito de acción esta terminado y su proceso es irreversible. En general, estos impactos cubren los siguientes entornos:

- Hídricos
- Atmosféricos
- Suelo
- Bióticos
- Preceptuales
- Socioeconómicos

Hídricos

Consumo de agua del acuífero superficial, proveniente de la zona, constituido por agua freática con muy buena capacidad de recarga. En el proceso, se utilizan alrededor de 40 m³ de agua, en ambos procesos industriales, hormigón y tubos, respectivamente.

Contaminación de cuerpos de agua por descargas domésticas provenientes de baños, lavatorios y otros servicios de administración. El sistema de alcantarillado es combinado, descargando tanto las aguas residuales como pluviales directamente al Interceptor X de

ETAPA, que transporta estas aguas a la planta de tratamiento de ucubamba, o directamente al río.

Ligera contaminación de cuerpos de agua por descargas industriales, proveniente de los procesos industriales, consistente en sólidos provenientes de los procesos de este tipo de industria. La descargas del tipo industrial líquido (aceites y grasas) son depositadas, por el momento en tanques de metal, aunque existe una estructura de hormigón diseñadas para almacenarlos, para ser entregados a ETAPA, para su posterior proceso de tratamiento.

Atmosféricos

Contaminación del aire por ruido proveniente de toda la maquinaria utilizada en el proceso y transporte, tales como: camiones de transporte de agregados, mixers para transporte de cemento, tolvas de dosificación de hormigón (bloques y tubos).

Contaminación de la calidad de aire por olores, aunque este es un impacto poco significativo. Los olores principales se refieren al cemento y la gasolina entre otros.

Contaminación de la calidad de aire por polvo. Aquí se debe diferenciar el polvo sedimentable y polvo disperso en el aire (temporalmente), este segundo tipo se debe a la dispersión en el aire y con las condiciones atmosféricas favorables causa molestias a los vecinos del lugar. La mente principal es la acción de descarga de cemento, desde los camiones cisterna a los silos de almacenamiento. Cabe indicar que la nueva implantación de planta ha previsto el uso de filtros de polvo, que recolectan el polvo.

Suelo

Pérdida de características propias del suelo debido a cambio de uso e implementación de plataformas. Este efecto esta dado por la conformación del terraplén de, aproximadamente, 2 a 3 m sobre el nivel del suelo, para la implantación de la planta y demás estructuras complementarias

Bióticos

La pérdida de cobertura vegetal natural de la zona ha sido sustituida por una plataforma y patio de maniobras.

La perdida de la fauna y avifauna propia de la zona, por la sustitución de la cobertura vegetal natural.

Afectación de flora y fauna por perdida de vegetación nativa, generación de ruido y polvo.

Preceptúales

Pérdida de la calidad visual por la introducción de elementos distorsionantes: silos, letreros, frisos de casas, etc.

Afectación de calidad natural o paisajística por las construcciones y demás instalaciones de la fábrica y por el cambio de uso de suelo.

Socioeconómicos

Afectación a la salud de los trabajadores de la empresa por contacto con sustancias contaminantes (polvo de cemento y gases de maquinaria, especialmente).

Afectación a la salud de moradores del sector, por polvo, ruido y posibles accidentes de tránsito.

Potenciales accidentes de trabajo, dentro de la Fábrica, por proceso de producción.

Potenciales accidentes automotores por entrada y salida de camiones.

Posibilidades de incendios, por zonas de alto riesgo (surtidor de combustibles) con eventuales pérdidas humanas y materiales,

Valoración y Cuantificación de Impactos**Preceptúales y Bióticos**

Dado que la implantación de la empresa ha modificado totalmente las condiciones naturales de la zona, se ha previsto evaluar los impactos ambientales bióticos conjuntamente con los preceptúales o paisajísticos, de una forma cualitativa.

Descripción del Sitio y su Área de influencia

La ubicación del segmento territorial analizado corresponde al sector oriental de la ciudad de Cuenca, se encuentra dentro del área urbana acordonada por la línea de los límites de la Ciudad. El área en estudio pertenece al sector de planeamiento E" 18, cuyo uso de suelo principal asignado, es el de Vivienda.

Los elementos paisajísticos que marcan la personalidad del lugar, son principalmente el topográficos, que se caracteriza por un estrechamiento del amplio valle que alberga a la ciudad de Cuenca. Es precisamente en este punto en el que el gran valle de Paucarbamba se angosta y da paso a un valle lineal que comienza en este lugar y enlaza prácticamente las

áreas de influencia hidrográfica de los ríos Cuenca y Burga, que se abren paso hacia el Oriente, por el Tawal y la Josefina.

Un segundo pero no menos importante elemento es el de la presencia inmediata de uno de los ríos de Cuenca, el Machángara, que está a pocas decenas de metros de tributar sus aguas y así conformar el río Cuenca. Otro factor de especial importancia es el de la presencia de una frondosa vegetación, de diversa morfología y color, dominada sin embargo por un bosque de maduros árboles de eucalipto.

La presencia de las intervenciones humanas se concreta, por un lado, en edificaciones dispersas de uso habitacional, desplegadas a lo largo del valle y básicamente en forma lineal Junto a las vías, y por otro, en el sistema vial de acceso-salida de la ciudad por la Panamericana Norte, que se bifurca en este punto con la relativamente nueva avenida González Suárez y la Panamericana Norte. Esta es en la actualidad una de las "puertas" de ingreso a la ciudad.

Diagnóstico de la Situación Actual

Las instalaciones de la Empresa HORMIAZUAY se ubican en un segmento territorial delimitado al norte por la Panamericana Norte, el río Machángara al Sur, la Avda. González Suárez al Este y un bosque de Eucaliptos protegido como margen del río Machángara al Oeste. Fungen como límites de lectura, predominantemente las colinas cercanas que cierran el valle y las masas boscosas adyacentes al área específica de estudio.

Topografía

El nivel de emplazamiento de las instalaciones tiene una cota media de 3.5 metros por debajo de la cota de las vías y de 5 metros por encima del río Machángara. Sobre esta plataforma surgen diversas construcciones realizadas para la producción de elaborados de cemento y hormigones.

Los cambios de nivel entre plataformas y la Panamericana, se caracterizan por la presencia de un muro de piedra con cerramiento de malla y con contrafuertes de hormigón hacia el interior del predio en una longitud de 100 mts, aproximadamente, luego viene un talud recubierto de kikuyo y finalmente, hacia la Avda. González Suárez, existen cortes "también interiores- de pendientes cercanas a los 90 grados, realizados para el emplazamiento de nuevas edificaciones.

Al Sur, hacia el río, se ha realizado una barrera de protección, mediante la construcción de un promontorio que corre junto a la margen norte del Machángara, produciéndose una ruptura entre este elemento natural y su territorio inmediato, haciéndose impracticable un acceso peatonal hasta el río, y alterándose sensiblemente la geomorfología de este segmento del río en mención.

Edificaciones

Existen cuerpos edificados de composición horizontal, cuyos volúmenes, pese al desnivel, superan predominantemente las cotas de las vías circundantes. Sin embargo, los de mas fuerte presencia son los silos, que emergen a alturas mayores sobre el espacio paisajístico, como ejes que marcan la composición del complejo industrial. En un caso específico, en la estructura edificada que sirve para la producción de bloques y tubos, una parte de esta estructura se encuentra ocupando espacios de retiro, que en los frentes hacia las dos avenidas debe ser mínimo de 5 metros.

Vegetación

Al ser las vías de circulación antes señaladas los elementos privilegiados de lectura, es necesario considerar particularmente estos puntos como los de mayor sensibilidad y afección, respecto a calidad paisajística, debido al número de personas que día a día transitan por ellas y especialmente por la peculiar característica de ser un punto clave de acceso a la ciudad de Cuenca.

La vegetación que domina el paisaje, es la de los eucaliptos que conforman bosques cerrados y frondosos en los sectores norte y oeste.

En contraste con esta presencia masiva de vegetación, hacía el río quedan solo unos pocos árboles de sauces, algunos de ellos muy desarrollados. Estos últimos emergen de una manera mas bien aislada sobre la plataforma *em* la que se encuentran las edificaciones del complejo industrial. El contraste de lecturas entre el complejo industrial y las áreas aledañas en cuanto a calidad por la presencia de vegetación, es muy fuerte, especialmente en el área que corresponde a la Avda. Panamericana Norte.

Como consecuencia del uso por la necesidad de grandes espacios para las edificaciones, útiles para los depósitos de materia prima y productos elaborados, la construcción de plataformas y de una cancha deportiva, la necesidad de espacios para la movilización de maquinaria pesada, etc.- la vegetación arbustiva e inferior -céspedes, gramas, etc." prácticamente ha desaparecido, acentuándose de esta forma los contrastes entre las formas de

uso dominante en el lugar -edificaciones habitacionales dispersas circundadas por diversos tipos de vegetación-, y las del área de estudio específica. El desbalance de lecturas se acentúa más aún respecto al bosque de eucaliptos contiguo, entre la Panamericana Norte y el río Machángara.

Otros Elementos de Contaminación Paisajística

Existen varios anuncios publicitarios -no solo al interior del predio- que comprometen la calidad paisajística del sector. Algunos de ellos corresponden a los de la propia empresa, y se encuentran en los frisos de las edificaciones, especialmente en aquellas que emergen hacia las avenidas, y también en estructuras independientes colocadas al borde de las mismas. Caso similar es el de un anuncio de una institución bancaria. Estos últimos son de grandes proporciones y de gran presencia sobre las visuales del paisaje de lectura privilegiada (por accesibilidad).

Valoración de Impactos Topografía

Con relación a la topografía, existen problemas de cortes y aparición de taludes desnudos o revestidos con muros de piedra, que fracturan la continuidad natural del terreno desde las vías hacia el río. Este es un factor potencial de desestabilización de las propias vías de circulación vehicular.

Un segundo factor es el que corresponde a la presencia del promontorio artificial a lo largo de la orilla norte del río Machángara. No existen playas de inundación ni accesos facilitados ni naturales hacia el río, lo que incide negativamente sobre este elemento de alto valor paisajístico.

Vegetación

Dentro del área específica de estudio, es evidente la desaparición de las capas vegetales bajas y medias: no existe césped ni arbustos, salvo en muy puntuales excepciones. Además su conformación es extremadamente accidental y de baja calidad estética. La vegetación superior existe de manera muy puntual Sin duda, en el área de lectura, domina la imagen de un suelo profundamente alterado y degradado.

Naturalidad

La naturalidad del lugar está comprometida, por los factores topográficos y de vegetación, arriba señalados. A esto se suma la presencia de los elementos arquitectónicos y los efectos de los anuncios publicitarios orientados hacia los puntos privilegiados de lectura, para conformar un cuadro de alteración paisajística muy acentuado.

Singularidad

El elemento de valor singular afectado es el río, por la pérdida de calidad paisajística de su entorno inmediato y por la creación de barreras artificiales que rompen con el curso de agua todo contacto visual, su accesibilidad y su calidad como lugar de protección y esparcimiento. En cambio la masa boscosa que se encuentra hacia el oeste y la cota inferior de las instalaciones respecto a las carreteras, contribuyen a mitigar parcialmente el impacto visual que generan las instalaciones.

Generación de Ruido

Para la determinación de los niveles de ruido generados por la industria, se utilizaron técnicas de muestreo, utilizando un Decibelímetro o Sonómetro de precisión, para la obtención de niveles de ruido y poder compararlos con la normativa existente.

Los niveles de ruido se obtuvieron considerando los siguientes factores:

- El nivel de ruido (decibeles)
- El tiempo de exposición (horas)

El número de muestras puede ser variable de acuerdo a los requerimientos del estudio, aunque en este caso están limitadas por la disponibilidad del instrumento de medida. Cabe anotar, que los resultados obtenidos por el aparato usado muestra el NME (Nivel Medio Equivalente) y el Nivel Pico, así como realiza un análisis de frecuencias de los niveles por rangos establecidos y los resultados están en decibeles.

En nuestro estudio se eligieron cuatro (4) tugares, ubicados en diferentes zonas dentro de la zona de procesos de la empresa, en condiciones de funcionamiento normal, durante el proceso de elaboración de productos (hormigón premezclado y tubos). Con estos valores se obtuvo un promedio del NME y Nivel Pico de ruido, generados por la empresa.

Complementariamente, se tomaron dos (2) muestras en zonas exógenas a la industria, cuando la Fábrica estaba sin funcionamiento, para determinar la influencia real de la Panamericana Norte y Av. González Suárez, en la generación de ruido de esta zona de estudio. El *Cuadro* siguiente resume los resultados obtenidos de acuerdo al lugar de muestreo, condiciones de operación, con sus respectivos NME (niveles medios equivalentes) y Niveles Pico.

Sitio No.	Descripción	Condiciones de Operación	Tiempo de Exposición (min)	Nivel de Ruido (decibeles - dB)	
				NME	Nivel Pico
1	Planta hormigón premezclado	Se cargan dos mixers, pala mecánica transporta arena	10	67,5	110,9
2	Mecánica	Similar a 1	12	47,9	108,9
3	Puerta Lateral	Similar a 1	12	53,5	103,7
4	Parqueadero Principal	Similar a 1	17	50	103,3
5	Panamericana a 100 m	Sin funcionamiento	10	58,1	108,9
6	Panamericana en parte frente a HORMIAZUAY	Sin funcionamiento	10	56,6	111,1

Tabla 3.21 Resumen del Monitoreo de Ruido

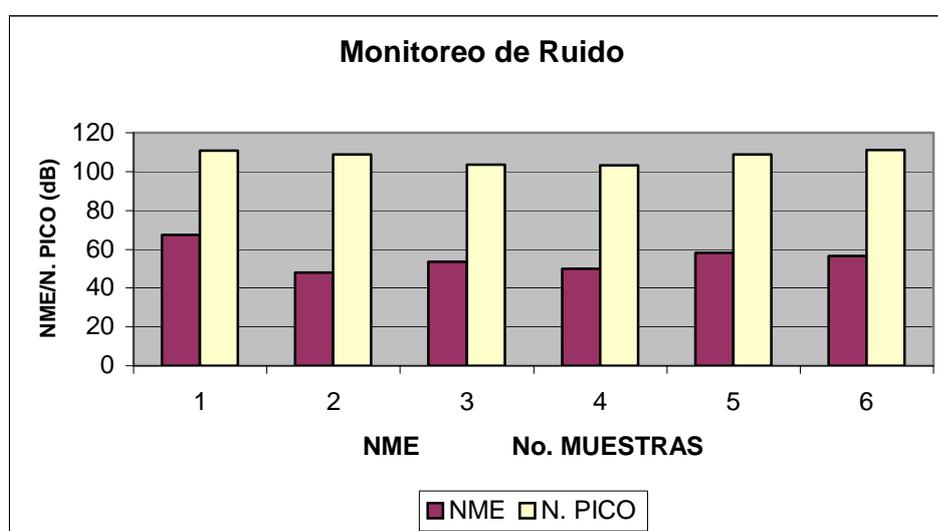


Figura 3.14 Monitoreo de Ruido

Normas Ambientales

El criterio de evaluación ambiental empleado se basa en la comparación de los resultados resumidos en el cuadro de los **Indicadores Ambientales**, anterior con la normativa existente dentro del Plan de Ordenanza Urbano para Cuenca, el mismo que especifica estos siguientes límites de ruido dos condiciones:

- Para condiciones diurnas el NME es de 50 dB.
- Para condiciones nocturnas el NME es de 40 dB.

Cabe anotar que esta normativa se puede complementar con las Leyes y Reglamentos Nacionales (Reglamento a la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental) y de Normas Internacionales (ACCGM Ordenanza General de Seguridad Higiene -

Norteamericana), en el caso de que la reglamentación nacional no sea lo suficiente extensa, de acuerdo al criterio técnico de la CGA.

A continuación se presentan las muestras obtenidas, tanto dentro como fuera de al empresa.

DETERMINACIONES DE RUIDO	
PUNTO 1: JUNTO A LA PLANTA DE HORMIGONES	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	5m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	10minutos
NME:	67.5dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	110.9dB
OBSERVACIONES: La planta se encuentra en funcionamiento, y se cargan dos mixer, una pala mecánica transporta arena.	
PUNTO 2: JUNTO A LA MECÁNICA.	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	65m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	12minutos
NME:	47.9dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	108.9dB
OBSERVACIONES: La planta se encuentra en funcionamiento, y se cargan un mixer, una pala mecánica transporta arena.	
PUNTO 3: JUNTO A LA PUERTA LATERAL DE ENTRADA DE MIXER.	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	35m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	12minutos
NME:	63.5dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	103.7dB
OBSERVACIONES: La planta se encuentra en funcionamiento, y se cargan dos mixer, una pala mecánica transporta arena.	
PUNTO 4: PARQUEADEROS JUNTO AL AREA ADMINISTRATIVA.	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	38m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	17minutos
NME:	50.0dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	103.3dB
OBSERVACIONES: La planta se encuentra en funcionamiento, y se cargan un mixer, una pala mecánica transporta arena y existe influencia del ruido por los vehículos que circulan en la Panamericana Norte.	
PUNTO 5: EN LA PANAMERICANA A 100m DE HORMIAZUAY.	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	100m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	10minutos
NME:	58.1dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	108.9dB
OBSERVACIONES: La única influencia para el ruido constituye el flujo automotor en la Panamericana Norte.	
PUNTO 6: EN EL PARTER DE LA PANAMERICANA Y FRENTE A LA PLANTA DE HORMIGONES.	
DISTANCIA A LA PLANTA DE HORMIGONES:	30m
TIEMPO DE OBSERVACIÓN:	10minutos
NME:	56.6dB
PICO MÁXIMO EN EL PERÍODO:	111.1dB
OBSERVACIONES: La única influencia para el ruido constituye el flujo automotor en la Panamericana Norte.	

Tabla 3.22 Muestras obtenidas

CONCLUSIONES.

1. Las mediciones de ruido se realizaron en un periodo de máxima actividad en la planta de Hormigones, tanto al interior como al exterior de la misma.
2. Junto a la Planta de Hormigones (medición N° 1) el ruido observado es elevado NME = 67.5 dB con picos que llegan a los 110,9dB.
3. Al interior de las instalaciones a una distancia aproximada de 50m (Medición N°2), el ruido se reduce significativamente a NME = 47.9 dB y a una distancia de 20m (Medición N°3) el ruido se reduce a NME = 53.5 dB.
4. El ruido medido en los parqueaderos, junto al área administrativa (Medición N°4) alcanza a NME = 40dB y dentro de las oficinas son inferiores con lo cual los ambientes de trabajos son adecuados.
5. La Medición N°5, fue realizada para determinar la influencia del tráfico de vehículos en la Panamericana, obteniéndose valores de NME = 58.1dB.
6. La Medición N°6, realizada en el Parter de la Panamericana, lugar en el cual existe la influencia de vehículos y de la Planta de Hormigones, con valores de NME = 56.6 indica que no hay un incremento de ruido por la presencia de la Planta.

Análisis de Resultados

Tomando en cuenta los resultados obtenidos y las normas específicas para este componente ambiental, se puede deducir lo siguiente:

Las mediciones de ruido al interior de la fábrica se realizaron en períodos de actividad normal, obteniéndose un NME promedio de 54.72 dB y un nivel pico medio de 106.7 dB, para todos los procesos industriales interiores.

Cabe anotar que los valores de ruido, dentro de la Fábrica, se reducen (50 dB, en parqueadero) conforme aumenta la distancia a la fuente (67.5 dB, en planta de hormigón).

Para evaluar la influencia de la Panamericana Norte y Av. González Suárez, en la generación de ruido, se tomaron dos medidas de niveles de ruido, fuera de la Fábrica y cuando ésta estaba sin funcionamiento, lo que da como resultados de 58.1 dB, en Sitio 5, y 56.6 dB, en Sitio 6. Estos valores son altos, siendo inclusive mayores a los determinados en los 3 sitios dentro de la industria, lo que indica una clara influencia en los niveles de ruido por parte de la Panamericana.

Generación de Polvo

Normativa para la Contaminación de Aire

Para la cuantificación de los niveles de polvo se utilizó un aparato Gravimétrico cuyos resultados nos servirán para comparar los resultados con la normativa existente. Según la normativa existente se deben realizar dos tipos de análisis:

- Partículas totales en suspensión ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Partículas sedimentables (mg/cm^2)

La normativa existente sobre este parámetro es la siguiente:

Normas de Calidad de Aire Ambiental: Reglamento de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del 15 de julio de 1991, contiene normas de calidad de aire y sus métodos de medición.

Normas que Limitan las Emisiones de Fuentes Móviles o Fijas: Regulación para Emisiones Industriales (Ordenanza Municipal) - Prevención y Control de la Contaminación Producido por Descargas Líquidas Industriales y Emisiones para la Atmósfera (27 Enero 1992).

Normas de Calidad de Aire y sus Métodos de Medición: Art. 15, de Registro Oficial No, 726, del 15 de julio de 1991, del Ministerio de Salud Pública, que se resume en el siguiente cuadro.

El Cuadro siguiente resume los límites admisibles tanto de polvo suspendido como decantado dentro de la normativa ecuatoriana en vigencia.

NO. ÍTE M	DESCRIPCIÓN	CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMITIDAS	MÉTODO DE MEDICIÓN	TIEMPO DE MEDICIÓN
A	Partículas Sedimentables	1 mg/cm^2	Gravimétrico	Muestra recopilada en forma continua por 30 días
B	Partículas Totales en Suspensión	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gravimétrico	Promedio Geométrico de todas las muestras recolectadas en forma continua durante 24 horas.
B	Partículas Totales en Suspensión	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gravimétrico	Valor máximo permitido para una sola muestra, durante el intervalo de muestreo de 12 meses

Tabla 3.23 Resumen de las Concentraciones Máximas Permitidas

Partículas en Suspensión

El instrumento de medida que se dispone para la valoración de polvo suspendido es un gravímetro con un muestreador de alto volumen, de marca GRASEBY GMW, perteneciente a la fábrica Guapán y que ha sido gentilmente cedido para realizar las pruebas. Cabe indicar que este aparato permite determinar la concentración exacta de partículas, no solo de polvo

en suspensión en el aire, sino de otras sustancias tales como gases, provenientes de automotores, en este caso, de las vías aledañas a la empresa.

El número de muestras para la obtención de este parámetro, con un suficiente nivel de detalle, se estimó en seis (6), es decir una semana completa, que incluya por lo menos un fin de semana o un día sin labores en la Fábrica. De esta manera se espera obtener un promedio de polvo depositado dentro de la fábrica y fuera de ella, con la posible influencia de gases automotores de la Panamericana Norte y Av. González Suárez.

El período de muestreo, por muestra, recomendado dentro del Reglamento y Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental es de, por lo menos, 24 horas.

Cabe indicar que la contaminación de polvo hacia lugares aledaños está supeditada a las condiciones atmosféricas predominantes, principalmente del viento predominante.

De acuerdo a la experiencia en cuencas andinas, el viento predominante de la Cuenca del Machángara es contrario al sentido de flujo de su afluente principal, es este caso Noroeste. Sin embargo, las zonas más sensibles son las áreas residenciales colindantes, aunque la frecuencia de viento no es predominante.

La producción media de polvo de la Fábrica se obtendrá por promedio de valores, en los tres sitios muestreados al interior, siendo las zonas más susceptibles de contaminación la correspondiente al transporte, manejo y conducción del cemento a granel a los silos de almacenamiento.

El Cuadro siguiente presenta un resumen de los valores obtenidos, por puntos de muestreo, evidenciando las condiciones de operación y descarga de cemento a granel y condiciones climáticas predominantes dentro del período de observación.

Sitio No.	Descripción	Producción Cemento (m3)	Condiciones Descarga de Cemento (Ton)	Condiciones Climáticas	Polvo Suspendido (ug/m3)
1	Silos de almacenamiento	126,5	31.6	Soleado	425,55
2	Silos de almacenamiento	109,0	32.26	Lluvia	132,16
3	Silos de almacenamiento	53,5	98.6	Soleado	343,05
4	Vivienda Dr. Pedro Martínez	22,5	—	Soleado	221.41
5	Vivienda Dr. Pedro Martínez	34,0	—	Soleado	112.7
6	Vivienda Dr. Pedro Martínez	—	—	Nublado/ Lluvioso	91.82

Tabla 3.24 Resumen de Muestro de Polvo Suspendido

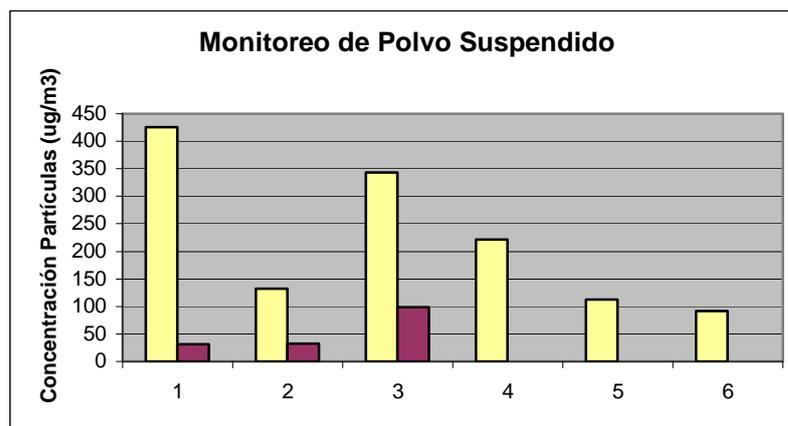


Figura 3.15 Monitoreo de Polvo

MONITOREO DE POLVO SUSPENDIDO

Análisis de Resultados

Los resultados presentados en el cuadro anterior nos dan una idea pormenorizada de las condiciones de generación de polvo, dentro y fuera de la industria en estudio. Cabe puntualizar los siguientes aspectos antes del análisis:

Todas las muestras fueron realizadas dentro de la misma semana de trabajo; la producción de la empresa fue normal, es decir se procesaron cantidades medias de hormigón premezclado.

El abastecimiento de cemento a granel es la condición más desfavorable para generación de polvo (cemento), por eso se incluyeron las condiciones de descarga de cemento en toneladas, desde el camión cisterna hasta los silos, para cada día de muestreos.

Otra condición desfavorable para la propagación del polvo generado son las condiciones climáticas. A buen tiempo, con viento promedio de la zona (2 m/s), la contaminación por polvo suspendido puede alcanzar mas lugares y más distantes. Por eso, es importante analizar e incorporar el factor climático en el muestreo, como se muestra en la columna respectiva,

Cabe anotar que el tiempo de muestreo estuvo condicionada por las limitaciones de disponibilidad en el equipo de medida, por industrias GUAPAN, que además presto todo su contingente técnico de la Sección de Control Industrial de la empresa, para el presente estudio. Por esto, en la eventualidad de falta de datos para evaluar definitivamente esta variable ambiental, se prevé la posibilidad de realizar otros muestreos

Para la medición interna y determinar la producción media de la industria, la ubicación del gravímetro estuvo justo bajo las tolvas de procesamiento de áridos y silos, por tres días consecutivos.

Para las medidas extremas, se ubico el aparato por tres días en una vivienda del Dr, Pedro Martínez, ubicada a 30 m, frente a la empresa, para determinar la influencia del polvo, tanto con y sin funcionamiento de la industria y la posible influencia de la Panamericana Norte y Av. González Suárez.

El aparato utilizado es de gran precisión y no solamente recolecta polvo en suspensión sino que su filtro capta todo lo que es gases, ya sean industriales o de automotores. Esto es muy importante para poder analizar los resultados obtenidos y discriminar el tipo de polvo que se encuentra en zonas aledañas a la Fábrica.

Con estos antecedentes podemos analizar los resultados de polvo suspendido en la fábrica e inmediaciones de la misma.

De la diferencia entre las tres muestras interiores, se nota claramente la influencia del clima en la dispersión atmosférica del polvo suspendido; mientras la muestra 1 alcanza valores de 425.55 ug/m³, la muestra 2 Juega únicamente a 132.16 ug/m³ y la muestra 3 nuevamente se dispara a 343.05 ug/ m³, esto independientemente de las condiciones de descarga de cemento. Cabe anotar que durante la muestra 1, un silo tenía el filtro sin conexión. El promedio aritmético de estas tres muestras, que denotan la generación de polvo media de la industria es de 300 ug/m³. Todos los valores están fuera de norma.

La situación atmosférica con las muestras exteriores es igual, la muestra 4 y 5 tienen días soleados, no así la 6, que cuyas condiciones atmosféricas son favorables para no contaminar el ambiente. Cabe anotar que las condiciones de descarga son nulas, siendo similares en estas tres muestras. La única posibilidad de discernir si las concentraciones obtenidas se deben a la Fábrica o la influencia automotriz es realizar los análisis físico - químico de las muestras.

Para discernir sobre la procedencia del polvo suspendido mera de la Fábrica, se tomo la muestra 3, el día sábado 2 de Junio, cuando la Fábrica esta completamente parada. Los resultados muestran una clara influencia de la Panamericana Norte (112 dB), aún en condiciones de lluvia, desfavorables para la contaminación, y sigue estando fuera de norma.

Del análisis anterior se puede deducir que la aparte de la generación de polvo por la industria en estudio, la influencia de la Panamericana Norte y Av. González Suaréz es evidente, de los resultados obtenidos. Si se estima necesario seria conveniente realizar otro maestreo con los

respectivos análisis físico-químico de las muestras que nos darían mas luces sobre el porcentaje de cemento de las muestras exteriores. Además, se debe ampliar el radio de muestreo a otros lugares, para tener valores concluyentes.

Partículas Sedimentables

El polvo sedimentable, al igual que el anterior indicador, se lo determinó en diferentes zonas al ulterior de la fábrica, por un periodo mínimo de treinta días calendario. Esta medición se lo hizo mediante técnicas simples, no se requiere de aparatos sofisticados. En nuestro caso, se usaron recipientes de plástico, previamente calibrados como muestreadores.

Los resultados obtenidos presentan los volúmenes mensuales de polvo sedimentado recolectados en los recipientes, para luego establecer su peso para establecer su cantidad.

El Cuadro siguiente presenta pormenorizadamente los resultados obtenidos para el parámetro polvo decantado, de acuerdo a su localización, condiciones de funcionamiento, etc.

Sitio No.	Descripción	Peso Muestra (gr)	Polvo Suspendido (mg/cm ²)	Condiciones
1	Sobre Cisterna	10.8	13-68	Área recipiente: 789.24 cm ² Tiempo: 30 días Producción mensual: Descarga mensual:
2	Sobre Silos	12.3	15.58	
3	Cubierta Administración	14.6	18.50	

Tabla 3.25 Resumen de Valores Obtenidos para Polvo Sedimentable

Análisis de Resultados

Del cuadro anterior se obtienen valores promedios, para polvo sedimentado en el interior de la industria, de 12.56 mg/cm², lo que nos indica que la cantidad obtenida esta muy por encima de la norma ecuatoriana para este parámetro (1 mg/cm²).

Cabe anotar que al igual que sucedía para polvo suspendido, la influencia de la carretera Panamericana Norte es importante, en este caso, con el aporte de polvo tanto levantado por el tráfico pesado, así como por el polvo desprendido del transporte de materiales de construcción, que es constante por esta ruta hacia el mercado de Cuenca.

Contaminación de Recursos Hídricos

Descripción de Procedimientos

Para la determinación de la contaminación por descargas líquidas, tanto domésticas (trabajadores) como industriales generadas, se propone utilizar nuevamente técnicas de muestreo, utilizando análisis de agua puntuales y compuestos. Con esto se obtendrá valores cuantitativos de los distintos tipos de sustancias contaminantes para someterles a

comparación con la normativa existente. Para ésta caracterización se deben considerar por lo menos de dos factores:

- Con funcionamiento de la fábrica (domésticas e industriales).
- Sin funcionamiento de la fábrica.

El número de muestras esta de acuerdo al número de descargas existentes. De acuerdo a la visita preliminar y a los planos constructivos del sistema de evacuación de descargas, la industria dispone solamente una descarga al interceptor marginal existente; ésta incluye a todo el proceso sanitario e industrial de la misma.

Descripción de las descargas

El sistema interno de alcantarillado de la Fábrica HORMIAZUAY es combinado, está compuesto por tuberías de PVC de 100 mm de diámetro y de hormigón de 150 mm y 200 mm de diámetro, que descargan en todos los casos, mediante tubería de 200 mm de diámetro, de la siguiente manera:

Las aguas servidas y de lluvia pertenecientes al área de Administración y Bodega, se recolectan en la descarga denominada 1, ésta llega finalmente a un pozo de revisión del Interceptor **X**, Marginal Izquierdo Río Machángara.

En las áreas de Fabricación de Bloques y Tubos, de baterías de Baños, de Vestidotes, de

Comedor y Planta de Hormigón, se genera la descarga denominada 2, que evacua sus aguas en el pozo similar de la descarga 1, del Interceptor **X**.

La descarga 3 viene de la Mecánica, recoge normalmente las aguas de un baño y de una toma de agua, así como también de la cubierta de la mecánica cuando llueve. Esta descarga no esta descargando en el pozo 5, sino a la tubería del sistema pluvial que atraviesa transversalmente la Fábrica, hasta descargar directamente al río.. En las medidas de mitigación se propone que esta descarga al Interceptor **X**, ya que es combinada y debe ser parcialmente tratada

Estado físico del sistema de alcantarillado

Previo al muestreo de la calidad del sistema de alcantarillado propio de la Fábrica, se realizo una evaluación física de las tuberías y pozos constituyentes del sistema, para esto se realizan el levantamiento y sustitución de tapas de pozos de visita enterradas. En general, el sistema es superficial, sometida a un intenso trafico; ciertas tuberías que conforman el sistema han sido evaluadas solamente desde los pozos de visita y se encuentran en buen estado, con

excepción de un tramo de la descarga 1, comprendido entre los pozos 7 y 8, que se encuentra con trizaduras y debe ser sustituido. Las medidas de protección de esta tubería deben incluir la conformación de una losa de hormigón sobre la tubería superficial.

Disposición final de las descargas

Como se menciona anteriormente, tanto la descarga 1 como la descarga 2, evacuan sus aguas al Interceptor **X**, que a su vez forma parte del sistema de recolección de aguas servidas de Cuenca, que descargan en la planta de tratamiento de aguas servidas. Con relación a la descarga 3, esta no recibe ningún tratamiento y de acuerdo a su configuración actual, sus aguas son descargadas directamente en el río Machángara.

Para el lavado de los mixers (camiones mezcladores de hormigón), se está construyendo un sistema de pretratamiento, compuesto por pantallas de flujo horizontal (floculado) y un tanque de decantación. No se tiene previsto la existencia de ninguna descarga, pues, el sobrenadante o parte líquida de la sedimentación se aprovechara para humedecer, mediante bombeo, los áridos que se encuentran en los patios del almacenamiento, utilizados en la fabricación de los productos. El lodo depositado al fondo del tanque sedimentador, podrá ser empleado como material para el lastrado de vías. Cabe anotar que antes de la reubicación de la fábrica, ya se utilizaba un sistema de pretratamiento parecido, con un funcionamiento bueno y eficiencia en este proceso.

En la Mecánica, además de la descarga 3, se ha construido un sistema de recolección y almacenamiento de aceites usados, los mismos que deberán ser transportados por ETAPA para su tratamiento y reutilización, según un programa establecido. Finalmente, vale destacar que en ninguno de los pretratamientos indicados, se utilizan productos químicos de ninguna naturaleza.

Caracterización de Descargas

Con el propósito de caracterizar las descargas líquidas de la fábrica HORMIAZUAY se realizaron aforos y muestreos en las descargas 1 y 2.

Aforos

El caudal de la descarga 1 es variable, con valor de cero, cuando no se utiliza ninguna de las instalaciones sanitarias hasta un valor aproximado de 0,2 l/s, cuando se produce el sifonamiento de un inodoro o la utilización de un lavabo.

Para determinar el caudal de la descarga 2, se instaló un vertedero triangular de madera de pared delgada de 90, dentro del pozo de revisión 5. El día 3 de Junio se realizaron lecturas del nivel de agua en el vertedero desde las 09h00 hasta las 16h45, período en el cual se suscitaron dos condiciones de funcionamiento:

- La primera desde la 09h00 hasta las 13h30, en la que no estuvo funcionando la fábrica de bloques y tubos
- La segunda, en el resto del período, con el funcionamiento de esta fábrica.

Los datos de campo y los cálculos del aforo realizado se resumen en el cuadro siguiente:

Hora	Ajt. Vertedero (cm)	CAUDAL (üs)	Observaciones
09h00	2,3	0,11	Desde las 09h00 hasta las 13h30 no se fabrican ni
09h15	2,3	0,11	tubos ni bloques.
09h30	2,5	0,14	
09h45	2,5	0,14	
10h00	2,3	0,11	
10h15	2,6	0,15	
10h30	2,8	0,18	
10h45	3,3	0,28	
11h00	3,0	0,22	
11h15	3,2	0,26	
11h30	2,9	0,20	
11h45	3,0	0,22	
12h00	2,6	0,15	De 12h00 a 13h00 descansan los trabajadores de la
12h15	2,8	0,18	Fábrica.
12h30	2,7	0,17	
12h45	2,6	0,15	
13h00	3,0	0,22	
13h15	3,2	0,26	
13h30	2,6	0,15	
13h45	2,3	0,11	
14h00	2,6	0,15	
14h15	3,4	0,30	
14h30	3,3	0,28	
14h45	3,4	0,30	
15h00	3,2	0,26	
15h15	3,1	0,24	
15h30	2,8	0,18	
15h45	3,2	0,26	
16h00	3,2	0,26	
16h15	3,3	0,28	
16h30	3,1	0,24	
16h45	3,3	0,28	A las 17h00 finaliza la jornada de los trabajadores

Tabla 3.16 Aforos de Descarga 2

Para la descarga 3 no fue posible realizar aforos, por cuanto manda directamente a la tubería del sistema pluvial al río. Sin embargo, se comprobó que posee características domiciliarias típicas, estimándose que tendrá un caudal igual o mayor a 0,2 Vs, en los momentos en los que se utiliza una de las instalaciones sanitarias, baño o lavatorio y un valor de cero cuando no se utilizan las instalaciones.

Muestras

Durante el mismo período de aforos, para la obtención de análisis físicos y químicos se procedió a tomar muestras compuestas en: descarga 1 y descarga N° 2. Adicionalmente, se tomó una muestra puntual para cada una de las descargas para realizar el análisis bacteriológico.

Los resultados de los análisis físicos-químicos y bacteriológicos de las descargas 1 y 2, así como los límites admisibles para descargar al un sistema de alcantarillado, de acuerdo a la Ordenanza Municipal relacionada al respecto, se presenta en el cuadro siguiente.

Parámetro	unidad	Descarga N°1	Descarga #2	Norma
		7,9	6,8	5,5 - 9,5
Alcalinidad total	mg/t COsCa	256,0	340,0	
Alcalinidad F	Higfl COaCa	0,0	0,0	
Cloruros	ma/l	70,0	89,0	
Sólidos Totales	mg/l	91,5	207,5	1200,0
Sólidos Susp- Totales	m ^l	14,0	36,0	350,0
Sólidos Disu. Totales	niR/l	77,5	171,5	
Sólidos Fijos Totales	mgfl	42,5	118,0	
Sólidos Fijos Suspen.	my/l	13,0	26,5	
Sólidos Fijos Disuelt.	mg/l	29,5	91,5	
Sólidos Vol. Totales	ma4	49,0	89,5	
Sólidos VoL Suspen.	mgA	1,0	9,5	
Sólidos Vol. DisudL	nig/l	48,0	80,0	
Sólidos Sedimentables	muí	03	1.0	20,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	17,9	1,4	50,0
Nitrógeno Orgánico	mBfl	6,3	4,2	35.0
DBOs	mfi/l	54,0	170.0	300,0
DQO	MeA	120,0	350,0	1000.0
Colif armes Totales	NMP/100mI	2,2E+10	1,6E+11	
Coliformes Fecales	NMP/100mI	UE+10	1.7E+10	

Tabla 3.27 Resumen de Análisis Físicos-Químicos y Bacteriológicos de Descargas 1 y 2

Conclusiones

El sistema interno de recolección de aguas servidas de HORMIAZUAY es combinado,

Existen tres descargas líquidas, dos llegan al Interceptor **X**, cuyo destino final es la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Cuenca, ubicada en el sector de Ucubamba-La tercera descarga utilizada el alcantarillado pluvial existente, descargando directamente al río Cuenca

Las descargas 1 y 3 tienen un rango de caudales, aproximado, entre 0 y 0,2 Vs. Mientras que la variación en la descarga 2 entre 0,11 y 0,30 Vs. En la descarga 2, existe un caudal mínimo permanente de, alrededor de, 0,11 Vs, cuyo origen se debe a aguas de infiltración, proveniente del nivel freático alto.

El lavado de los camiones mixers se llevará a cabo en una unidad compuesta por floculadores y un sedimentador. En este proceso, la parte líquida es reutilizada para regar los agregados de la fábrica y los lodos aprovechados para el lastrado de vías.

Los aceites de la Mecánica serán recolectados en un tanque de hormigón de m³ (Ahora en tanques de 50 galones), y se espera que se incluya a la empresa los traslade hacia una reutilización.

En ninguna de las unidades de pretratamiento se utilizan químicos.

Recomendaciones

El sistema de interceptores que trasladan las aguas hacia la estación de tratamiento de Ucubamba, está diseñado para conducir únicamente agua sanitario y no aporte pluvial, por tanto, es necesario que la fábrica separe sus sistemas de recolección, construyendo un sistema de recolección de aguas sanitarias, que bien podría ser el existente y otro sistema separado solamente para las aguas lluvias y de infiltración.

La descarga 3, siendo de origen básicamente sanitario, no puede descargar directamente al río, debiendo realizarse e instalarse un sistema de descarga al interceptor X, de manera similar a las descargas 1 y 2.

Para la fabricación de las tuberías se utilizan moldes con recubrimiento de aceite, para cada tubo nuevo, los desperdicios de este proceso van directamente al canal que conectan con la descarga pluvial que pasa por la fábrica, descargando directamente al río. Es totalmente aconsejable que se construya una unidad para la aplicación de aceites, en la cual los desperdicios del mismo sean recogidos y puedan ser evacuados y tratados como se hace en la mecánica.

El tramo de alcantarillado comprendido entre los pozos 7 y 8 que se encuentra roto y debe ser sustituido, pues las aguas residuales no pueden circular por este tramo, contaminando el subsuelo. La rotura de este tramo se debe al poco recubrimiento que no brinda la suficiente protección al intenso tráfico de camiones que se producen normalmente en la industria.

La caracterización físicas-químicas y bacteriológicas de las descargas líquidas de la fábrica nos indica que las índices están dentro de los parámetros admisibles para poder tratarse dentro del sistema de alcantarillado, básicamente no ocasionarán problema al tratamiento biológico de la planta de tratamiento de aguas residuales-

Socioeconómicos

El sector de implantación de la industria HORMIAZUAY pertenece a una zona netamente urbana, lo que amerita que se tome en cuenta las opiniones vertidas de las personas directamente afectados por la empresa, en lo que tiene que ver con contaminación de polvo, ruido y tránsito vehicular, especialmente, así como con los aspectos paisajísticos por la propia implantación de la Fábrica.

Con este antecedentes, se procedió a auscultar el criterio de la población aledaña, directamente afectada, a la planta industrial, a través de una encuesta simple, en la cual de sintetizen opiniones sobre sus sentimientos personales, motivos, aspectos negativos, aspectos positivos, y que se debe hacer para mejorar o disminuir la generación de contaminantes. Se determinaron 10 encuestas que tratan de englobar a la población directamente afectada, en un radio de 300 m. Las encuestas resumen los siguientes puntos relevantes:

- Identificación de encuestados
- Distancia al Predio
- Uso del Predio
- Área Predio y Área de Edificación
- Numero de Residentes
- Preguntas: Afectación, aspectos positivos, aspectos positivos, aspectos negativos y mejoras en funcionamiento

Análisis de Resultados

De las respuestas obtenidas por los residentes en un área de radio de 300 m, aproximadamente, se pueden destacar los siguientes aspectos:

Todos los predios, excepto uno de uso exclusivamente residencial.

El número de residentes permanentes es de 52 habitantes, tomando en cuenta todos los residentes en los domicilios encuestados, obteniéndose una densidad de 5.2 hab/predio.

Todos los predios están enmarcados dentro de los 300 m de radio, 6 están ubicados a 50m, 3 a una distancia entre 100 - 200 metros y un predio a 300 m.

Con respecto al tamaño del predio se tienen clasificados en diferentes rangos: 200-500 m² tres predios, 700-1600 m² cinco predios, 6000 m² un predio y 30000 m² un predio.

Sobre la afección del predio se manifiestan afectados 9 personas, correspondiendo a un 90%, solo un propietario no se sintió afectado (10%).

Con respecto a los problemas ambientales de los propietarios afectados, el 90% (9 propietarios) de los mismos habla de que el polvo es el impacto principal, el 70% (7 propietarios) sitúa al ruido como otro impacto principal. Existe un predio que habla de polvo especialmente los sábados. Finalmente, un propietario no tiene ningún aspecto negativo del predio, este está ubicado a 100 m de la empresa.

Los aspectos positivos son totalmente (100% encuestados) minimizados por los encuestados que no señalan ninguno. Esto es evidente si consideramos que la industria está ubicada en una área residencial, afectando a las condiciones ambientales existentes.

Para mejorar el funcionamiento de la industria, el comportamiento de los residentes es frontal, 50% de los encuestados pide la reubicación de la empresa por estar en zonas residenciales, 40% de los encuestados se pronuncia por la aplicación de medidas de mitigación ambiental para evitar la generación de polvo, ruido y operación de camiones.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

La definición de las medidas de mitigación conlleva el prevenir, paliar o corregir los efectos ambientales, introduciendo medidas preventivas y/o correctoras con los siguientes objetivos:

Explotar en mayor medida posible los aspectos que dispone el medio en aras de mejorar el enfoque ambiental de la industria.

Anular, atenuar, evitar, corregir y compensar todos y cada uno de los efectos negativos que las acciones derivadas del funcionamiento de la industria producen sobre el medio ambiente y en el entorno de aquellas.

Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que se pudieran presentar o existir en la zona de implantación del proyecto.

Medidas Paisajísticas

Debido a que se trata de una industria en funcionamiento, son más las medidas correctoras que las preventivas, las que deberán implementarse en el área de estudio. Puntualmente, las acciones correctivas y preventivas que deben ser consideradas son;

Disminuir en el mayor grado posible el impacto ambiental de las edificaciones, especialmente hacía los puntos de mayor frecuencia visual.

Mitigar los cortes visuales en la lectura del paisaje, tanto a nivel de superficie cuanto a nivel aéreo, de línea de horizonte.

Facilitar la conformación de terraplenes recubiertos de verde, mediante la disminución de las pendientes en los cortes, conformando taludes adecuados tanto para la siembra de elementos vegetales, cuanto para la reestructuración topográfica del suelo.

Disminuir el impacto generado por los carteles publicitarios de la propia empresa y por otras empresas ubicados en el predio.

Restaurar la orilla norte del río, permitiendo la reconfonnación de superficies verdes, arbóreas y arbustivas, a mas de un proceso de reintegración entre la orilla del río y el río mismo.

Propuestas Operativas

Edificaciones

Deberán ser ocultadas, en lo posible, por barreras vegetales que se detallarán más adelante, sin embargo se podrá también intervenir directamente sobre ellas de la siguiente manera:

Silos: Deberán cambiar su color amarillo por un color verde (pantone 553c)

Elemento construido fuera de línea de Fábrica; La estructura del extremo oeste que pertenece a la Fábrica de bloques y tubos, deberá ser reubicada y en lo posible, deberá disminuir su altura.

Otras Edificaciones: Se mantienen los frisos de color gris, eliminando las leyendas Promocionales.

Las cubiertas mantienen su color y las paredes de las edificaciones serán pintadas con verde claro (pantone 559c)

Cortes Visuales: Se deberá conformar una línea de lectura continua hacia la avenida González Suárez y hacia la Panamericana Norte, mediante el emplazamiento de vegetación frondosa y cerrada, a dos niveles. Para esto es necesario reconfórmarse los taludes entre las avenidas y el complejo industrial mediante rellenos que funjan a la vez, dñi contrafuertes naturales y de soporte para la vegetación.

Continuidad Visual

Se plantará una barrera baja con plantas arbustivas, que pueden ser Saúcos o enredaderas desarrolladas sobre la malla, de crecimiento rápido, y luego, una barrera alta de Sauces o Acacias de crecimiento mas lento pero de acción más perenne. Las dos barreras se encargarán de mitigar el impacto visual de las instalaciones y de restaurar la continuidad visual en el paisaje.

Eliminación de cortes; Se realizarán mediante dos sistemas: Relleno y disminución de Taludes. Para el Relleno se extraerán materiales del promontorio artificial que afecta la orilla del río y en su acabado final se colocara al menos 30 cm. de tierra orgánica u otra de mejor calidad par el crecimiento de la vegetación. En el caso de la disminución de taludes, esta se realizará cuidadosamente, hasta alcanzar pendientes de enlace entre el nivel de las vías principales y el nivel de las instalaciones. Favorecerá en su restauración la aplicación de una capa de tierra orgánica final.

Elementos publicitarios y letreros: Por ser un punto de especial interés para el acceso vehicular hacia Cuenca, es conveniente fortalecer la calidad visual del lugar, por lo que se recomienda retirar las vallas publicitarias identificadas anteriormente y se sugiere realizar la colocación de un anuncio, únicamente en la entrada del complejo industrial que da hacia la Panamericana Norte, según las especificaciones técnicas del gráfico adjunto. Es necesario también que a nivel de la I. Municipalidad de Cuenca, se considere un estudio global del sector de la intersección de las dos avenidas, puesto que la restauración de las calidades paisajísticas no estén comprometidas solo desde los predios de la empresa HORMIAZUAY, sino también desde otros predios adyacentes. Incluso los elementos escultóricos colocados en el redondel distribuidor, son de baja calidad estética y rayan con lo grotesco, lo que desdice de los verdaderos valores de la cultura de nuestra ciudad.

Restauración de las orillas del río: Deberá comenzar con la eliminación del promontorio que actúa como barrera entre el río y la orilla. Este material podrá ser utilizado como relleno para recuperar el enlace entre las cotas al interior del predio en estudio. Luego deberá retirarse todo el material superficial comprometido por restos de áridos, hormigones y otros, que impiden el desarrollo de la vegetación. Se mantendrán solo aquellos elementos indispensables (como la cancha de Volley, por ejemplo) que sirven para promover el esparcimiento de los visitantes al lugar. Posteriormente, mediante un diseño apropiado, deberá restituirse la vegetación en sus diferentes niveles, desarrollando barreras naturales de protección que beneficiarán al propio complejo industrial.

Finalmente deberá también cuidarse la relación visual entre el complejo industrial y la orilla del río restaurada, debiendo disminuir el impacto de la presencia de las instalaciones, mediante acciones similares a las descritas para las principales avenidas contiguas al predio en estudio. Consecuentemente deberán desarrollarse barreras vegetales mediante la siembra de Sauces y arbustos al pie del muro que se encuentra actualmente en construcción.

Medidas Físicas

Calidad de agua

De acuerdo al diagnóstico realizado se ha encontrado varios aspectos que deben ser sometidos a una utilización de medidas de mitigación ambiental, tanto para cumplir con la normativa existente contemplada en las Ordenanzas Municipales y por los efectos ambientales derivados:

Sistema de Alcantarillado

Realizar la separación de los sistemas de recolección, en sanitario y pluvial. Para el sistema de recolección de aguas sanitarias se podía utilizar el existente; se necesitaría construir solamente el sistema de evacuación de aguas lluvias.

Con respecto a la descarga 3, se debe construir un sistema de descarga hasta el interceptor **X**, similar a las descargas 1 y 2, como poder descargar en las descargas existentes (1 y 2), por cuestiones de topografía,

Optimizar el proceso de fabricación de tubos de HS, para no generar desperdicios dentro de este proceso evitando su descarga al canal pluvial que pasa por la fábrica. Es necesario construir una unidad o estructura para la aplicación de aceites, para su recogida, evacuación y traslado a la planta de ETAPA

Sustituir el tramo de alcantarillado (sanitario), entre los pozos 7 y 8, que se encuentra completamente roto. La sustitución debe incluir la protección suficiente, mediante una losa de hormigón, para poder soportar el intenso tráfico de camiones dentro de la industria.

Calidad de Aire

Con respecto a este aspecto ambiental fundamental la empresa HORMIAZUAY ha procedido a mejorar sustancialmente el proceso de carga y descarga de cemento, siendo esta la condición crítica para la dispersión de polvo (cemento) en la atmósfera.

Se ha implementado las siguientes medidas de protección:

- Filtros de vibración y sedimentación en los desfogues o salidas de aire de los silos de almacenamiento de cemento.

- Recirculación de cemento eliminado por desfogue lateral a través de tubería y de sistema de recolección en recipiente de agua.

Del monitoreo realizado mediante las pruebas de contaminación por polvo tenemos los siguientes resultados:

Las pruebas demuestran que el polvo suspendido determinado en dos lugares, tanto dentro de la Fábrica como fuera de ellas, están mera de norma.

Las pruebas de polvo sedimentable realizadas por un lapso de 30 días, como manda la norma vigente da como resultado valores fuera de norma, en tres lugares dentro de la fábrica.

Con estos resultados se puede concluir lo siguiente:

La influencia de la Panamericana Norte en lo que tiene que ver con el polvo suspendido es innegable, como lo demuestra la comprobación realizada en días en que no se cargo cemento y un sábado que no funciona la Fábrica y los índices de polvo suspendido eran mayores.

Sí bien es cierto los filtros estaban colocados al momento de las pruebas, falta una evaluación pormenorizada de la eficiencia de los mismos, ya que una campana como la realizada dentro de este estudio no es suficiente para este objetivo.

Seria conveniente revisar la normativa ambiental existente para este tipo de industrias y proponer nuevos limites, visto que la misma es aplicada con diferente criterio por otras industrias.

Seguridad Industrial

Esta tiene que ver con todas y cada una de las seguridades industriales que deben tener los trabajadores de la empresa de acuerdo a su lugar y condiciones de trabajo. Para esto la empresa debe disponer del siguiente equipo mínimo de protección:

- Máscaras contra polvo.
- Seguridades en sistemas de almacenamiento y distribución de combustible.
- Sistema contra incendios.
- Plan de contingencia en caso de accidentes; trabajo, choques, etc.

Por otro lado, de acuerdo a los permisos con que debe contar la fábrica, está no cuenta con los siguientes autorizaciones:

- Autorización de Bomberos.
- Autorización de descargas de ETAPA.

- Autorización Control Urbano (como objetivo final de esta auditoría).

Señalización

La empresa debe tener un sistema de señalización de los diferentes procesos de la Fábrica de acuerdo a la maquinaria utilizada, especialmente de la entrada y salida de vehículos pesados, de acuerdo al siguiente detalle:

- Señalización pormenorizada de la entrada y salida de vehículos hacia la Panamericana Norte, con el fin de prevenir accidentes, por el elevado tránsito vehicular de la zona.
- Señalización interna para impedir accidentes al interior de las instalaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

El proceso de automatización (sistema diseñado con el fin de usar la capacidad máxima de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana), ha sido efectuada en un 70% ya que todavía falta cerrar el lazo de realimentación en el control de la cantidad de cemento de los silos, dotar de una balanza extra para pesar el material pétreo antes de ser utilizado, la sonda de medición de humedad en el caso de los agregados, no depender de la experiencia del operador y por fin un control de errores por parte del sistema en el caso de presentarse algún desperfecto en las dosificaciones o en el control del sistema mecánico.

La fabricación automatizada surgió de la íntima relación entre fuerzas económicas e innovaciones técnicas como la división del trabajo, la transferencia de energía y la mecanización de las fábricas, el desarrollo de las máquinas de transferencia y sistemas de realimentación

La reducción de un proceso de fabricación a su fase independiente más pequeña, permite incrementar la producción y reducir el nivel de especialización de los obreros.

Al simplificar el trabajo (procesos), se hace posible el diseño y construcción de máquinas que reproducen los movimientos del trabajador (mecanización), las cuales, mediante la tecnología de transferencia de energía, se motorizan, aumentando así su eficiencia productiva.

Estos sistemas están diseñados para cubrir áreas de trabajo que para el hombre resultan muy peligrosas; en realidad, se trata de varias máquinas separadas que están integradas en lo que a simple vista podría considerarse una sola.

El elemento esencial de todos los mecanismos de control automático, es el principio de realimentación, que permite dotar a una máquina la capacidad de auto corrección. Un ciclo o un bucle de realimentación, es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como la humedad, temperatura, un peso o un nivel de cantidad, la compara con una norma preestablecida y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida dentro los límites de la norma aceptable.

En la fabricación y en la producción, los ciclos requieren la determinación de límites aceptables para que el proceso pueda efectuarse; que estas características físicas sean medidas y comparadas con el conjunto de límites y que el sistema de realimentación sea capaz de corregir el proceso para que los elementos medidos cumplan la norma. Mediante los dispositivos de realimentación, las máquinas pueden ponerse en marcha, parar, acelerar, disminuir su velocidad, contar, inspeccionar, comprobar, comparar y medir.

El disponer de una computadora ha facilitado el uso de los ciclos de realimentación en los procesos de fabricación. En combinación, las computadoras y los ciclos de realimentación, han permitido el desarrollo de máquinas controladas numéricamente y centro de maquinado, es decir, máquinas herramientas que pueden realizar varias operaciones de maquinado diferentes.

El uso de la computadora se emplea para supervisar y dirigir el funcionamiento de la fábrica, desde la programación de cada fase de producción, hasta el seguimiento de los niveles de inventario y de utilización de material.

El sistema de control, necesita de un programa informático diseñado para facilitar al usuario la realización de un determinado tipo de trabajo (control) y crear una interfase hombre – máquina, que permita manejar una situación específica dentro de la elaboración del producto, garantizando de ésta manera, su calidad, optimizando la producción y creando nuevas fuentes de ingresos económicos.

Respecto a la sociedad, las automatizaciones han contribuido al incremento del tiempo libre y de los salarios reales de los trabajadores, también ha incrementado la producción y reducido los costos.

Sin embargo, no todos los resultados son positivos ya que se puede crear exceso de producción, derroche, especialmente desempleo, pues, elimina mano de obra no especializada y se tiende a contratar personal calificado, llevando al obrero al desempleo, el cual, tendría que buscar trabajo en otra fábrica que no esté automatizada y que su edad no supere los 40 años. Al mismo tiempo crea empleo para los encargados de la venta de las computadoras y su mantenimiento, es decir, el resultado de la automatización es la segregación de los conocimientos.

RECOMENDACIONES

De los propietarios de la empresa, depende el tener una automatización al 100%, siempre y cuando esto les garantice remuneración económica, lo cual, se les podría demostrar con los resultados obtenidos al final del proyecto de automatización.

Como primera recomendación se puede citar la colocación de una balanza extra para el pesado del material pétreo en el momento en que llega a la fábrica, de esta manera, se evitarían errores de cálculo al convertirlos a m^3 que es la unidad en la que se vende el hormigón.

Un segundo sensor podría colocarse en la banda pasante, con el fin de determinar el momento en el que se atasque y así, podría activarse un vibrador colocado en la misma, hasta que el material pueda circular con libertad. Estas dos señales pueden también ser controladas desde la PC, enviando señales de entrada hacia el puerto paralelo y de esta hacia el vibrador.

Un tercer sensor podría colocar en los silos de almacenamiento del cemento para conocer con exactitud el nivel y así, volver a cargarlo conforme se termine. Esto daría un control exacto de las compras realizadas, útiles para un control administrativo.

Con la misma finalidad anterior, se podría colocar, en la balanza de almacenamiento de la grava y arena, un nuevo sensor que indicaría el nivel de material existente. En la balanza del material pétreo, basta con colocar un sensor de humedad para determinar con exactitud el grado de humedad que presenta la arena, realimentando ese dato a la PC.

Esto son los aportes que se podrían realizar con el fin de tener una automatización al 100% y tener una eficaz calidad de producción, lo que sin duda, llegaría a incrementar el número de clientes, aumentando consecuentemente, los ingresos de la fábrica.

Cabe destacar que la fábrica tiene ya a disposición el sensor de humedad, el cual, en un futuro no muy lejano será incorporado dentro del sistema de automatización. Respecto al resto de sensores, el departamento técnico está realizando los estudios respectivos para su posible implementación.

Finalmente, en el caso de que se desee aumentar la capacidad instalada de la fábrica, podría ampliarse el volumen de las tolvas de almacenamiento del material pesado, pues, actualmente 3,5 m³ pueden producirse en una sola operación, limitando de esta manera la producción de hormigón. No obstante, esta adecuación, representaría para HormiAzuay, una inversión en dinero y tiempo (pues la planta debería pararse), que tendría que estudiarse con mucho detenimiento.

Como última recomendación del software diseñado se debe tomar la normativa del sistema OSI (Organización Internacional de Normalización / Interconexión de Sistemas Abiertos) por lo menos hasta la capa 4 que es la de transporte y sus tres anteriores de red, enlace y física ya que al aplicar a la ISO se debe tomar estos requisitos.

BIBLIOGRAFÍA.

- ☑ ANGÚLO Usátegui José María, ANGÚLO Martínez Ignacio, Microcontroladores PIC, MC Graw Hill, Segunda Edición, 1999.
- ☑ COUCLIN Robert F, BRISCOLL Frederick S, Amplificadores Operacionales y Circuitos integrados lineales, Prentice Hall, 1996.
- ☑ CUEVAS Carlos Fernando, Contabilidad de Costos, Prentice Hall, Segunda Edición, 2001.
- ☑ INTERNET www.Microchip.com.
- ☑ KREYSZIG, Matemáticas Avanzadas para Ingeniería, Limusa, Vol. II, Sexta Edición, 1996.
- ☑ SPOTTS Jeff & SILER Brian, VISUAL BASIC 6.0, Prentice Hall, 1999.
- ☑ TOCCI Ronald J, Sistemas Digitales Principios y Aplicaciones, Prentice Hall, 1997.
- ☑ ZELENOVSKY Ricardo, PC para ingenieros, Escuela Superior Politécnica del Ejército, 1992.

ANEXOS.

**A.1 ESQUEMAS GENERALES
DE LOS CIRCUITOS
ELECTRÓNICOS.**

Página: A1	Sistema de Adquisición de Datos Microcontrolada	Circuito
Capítulo I. Pag 12	Esquema de Circuito	(I 1/3)

Página: A2	Etapas de Amplificación	Circuito
Capítulo I. Pag 13	Esquema de Circuito	(I 2/3)

Página: A3	Puerto Paralelo sobre BUS ISA	Circuito
Capítulo I. Pag 32	Esquema de Circuito (Implementado)	(I 3/3)

Página: A3	Puerto Paralelo sobre BUS ISA	Circuito
Capítulo I. Pag 32	Esquema de Circuito (Recomendado)	(I 3/3)

**A.2 CIRCUITOS IMPRESOS
DE LA TARJETAS
ELECTRÓNICAS.**

Página: A4	Sistema de Adquisición de Datos Microcontrolada	Circuito
Capítulo I. Pag 12	Esquema de Implementación (TOP)	(I 1/3)

Página: A5	Sistema de Adquisición de Datos Microcontrolada	Circuito
Capítulo I. Pag 12	Esquema de Implementación (BOTTOM)	(I 1/3)

Página: A6	Componentes del Circuito	Circuito
Capítulo I. Pag 12	Sistema de Adquisición de Datos Microcontrolada	(I 1/3)

Used Part Type	Designator	Footprint Description
2 0.1uF	C11 C12	RAD0.1
1 10uF	C1	RAD0.2
4 123AP	T1 T2 T3 T4	TO-220
1 1k	R12	axial0.4
3 1uF	C2 C3 C4	RAD0.2
7 220	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	axial0.4
4 22uF	C10 C7 C8 C9	rad0.2
3 2K2	R10 R8 R9	axial0.4
2 30pF	C5 C6	RAD0.2
1 330	R17	axial0.4
4 470	R13 R14 R15 R16	axial0.4
3 4P	P1 P2 P3	sip2
1 8K2	R11	axial0.4
1 ALIMENTACION	J1	SIP2
1 BORNERA 6	J2	SIP6
1 CRISTAL-20MhZ	CLOCK	XTAL1
1 HEADER 2	J3	SIP2
6 HEADER 5X2	DISPLAY1 DISPLAY2 DISPLAY3 DISPLAY4 U3 U4	IDC10
1 LED	L1	rad0.2
1 MAX232_TESIS PROTECTED, +5V RS-232 TRANSCEIVERS	U2	DIP16 +-15KV ESD-
1 PIC16F870/JW(28)TESIS Microcontrollers With A/D Converter	U1	DIP28_PIC 8-Bit CMOS

Página: A7	Etapa de Amplificación	Circuito
Capítulo I. Pag 13	Esquema de Implementación	(I 2/3)

Página: A8	Componentes del Circuito	Circuito
Capítulo I. Pag 13	de la Etapa Amplificadora	(I 2/3)

Used Part Type	Designator	Footprint Description
=====	=====	=====
=====	=====	=====
4 0.01uF	C1 C2 C3 C4	rad0.1
4 500	P1 P2 P3 P4	to-220
4 BORNERA	JP1 JP2 JP3 JP4	sip3
2 ECG918M_OK	U3 U4	DIP8 HI-SPEED PRECISION OP AMP
2 INA114_TESIS	U1 U2	DIP8 Precision Instrumentation Amplifier
1 LM7806	U5	TO3
1 LM7906	U6	TO3

Página: A9	Puerto Paralelo sobre BUS ISA	Circuito
Capítulo I. Pag 32	Esquema de Implementación (TOP)	(I 3/3)

Página: A10	Puerto Paralelo sobre BUS ISA	Circuito
Capítulo I. Pag 32	Esquema de Implementación (BOTTOM)	(I 3/3)

Página: A11	Componentes del Circuito	Circuito
Capítulo I. Pag 32	Puerto Paralelo sobre BUS ISA	(I 3/3)

Used Part Type	Designator	Footprint Description
=====	=====	=====
=====	=====	=====
1 +/-12V	JP6	HDR1X3
1 +/-5V	JP5	HDR1X3
1 0.01uF	C1	
1 74HC688	U4	DIP20
1 8255	U5	DIP40
1 CON AT62	JP3	ECN-IBMXT
1 DB25	U1	DB25
1 DIP-SWITCH	S1	HDR2X8
1 PACK-10K	RP1	DIP16

Used Part Type	Designator	Footprint
----------------	------------	-----------

Description

2	0.1uF	C11 C12	RAD0.1
1	10uF	C1	RAD0.2
4	123AP	T1 T2 T3 T4	TO-220
1	1k	R12	axial0.4
3	1uF	C2 C3 C4	RAD0.2
7	220	R1 R2 R3 R4 R5 R6 R7	axial0.4
4	22uF	C10 C7 C8 C9	rad0.2
3	2K2	R10 R8 R9	axial0.4
2	30pF	C5 C6	RAD0.2
1	330	R17	axial0.4
4	470	R13 R14 R15 R16	axial0.4
3	4P	P1 P2 P3	sip2
1	8K2	R11	axial0.4
1	ALIMENTACION	J1	SIP2
1	BORNERA 6	J2	SIP6
1	CRISTAL-20MhZ	CLOCK	XTAL1
1	HEADER 2	J3	SIP2
6	HEADER 5X2	DISPLAY1 DISPLAY2 DISPLAY3 DISPLAY4 U3 U4	IDC10
1	LED	L1	rad0.2
1	MAX232_TESIS PROTECTED, +5V RS-232 TRANSCEIVERS	U2	DIP16 +-15KV ESD-
1	PIC16F870/JW(28)TESIS Microcontrollers With A/D Converter	U1	DIP28_PIC 8-Bit CMOS

Used Part Type	Designator	Footprint
----------------	------------	-----------

Description

4	0.01uF	C1 C2 C3 C4	rad0.1
4	500	P1 P2 P3 P4	to-220
4	BORNERA	JP1 JP2 JP3 JP4	sip3
2	ECG918M_OK	U3 U4	DIP8 HI-SPEED PRECISION OP AMP
2	INA114_TESIS	U1 U2	DIP8 Precision Instrumentation Amplifier
1	LM7806	U5	TO3
1	LM7906	U6	TO3

Used Part Type	Designator	Footprint
Description		

1 +/-12V	JP6	HDR1X3
1 +/-5V	JP5	HDR1X3
1 0.01uF	C1	
1 74HC688	U4	DIP20
1 8255	U5	DIP40
1 CON AT62	JP3	ECN-IBMXT
1 DB25	U1	DB25
1 DIP-SWITCH	S1	HDR2X8
1 PACK-10K	RP1	

```

; Programa: tesis.ASM Fecha Inicio:19/03/2002
;
=====
;* Programa Desarrollado para el Pic 16F870 con 20Mhz de Velocidad *
;* Convertidor Analógico Digital de 10 Bits *
;* Reloj Tipo HS *
;*
;* Tesis de Ingeniería Electrónica *
;* Universidad Politécnica Salesiana. *
;*
;* Autores: *
;* Ing. Electrónico Esteban Mauricio Inga Ortega *
;* Ing. Electrónico Juan Carlos Saquicela Pulla *
;*
;* Empresa: *** Orion Electronics *** Teléfonos:836-587 864-210 *
;*
;* Utilizado en: HormiAzuay Cía.Ltda. *
;
=====
;**** Partes del Programa y Finalidades:
;1) Convertir las señales provenientes de las celdas de carga
; Sensortronic Single Ended Shear Beam Model 65023 con una
; resolución de 3mV/V y una capacidad de 1000 a 10000 libras
; y enviarlas hacia el computador por medio de los puertos serie (# 2),
; las que serán leídas y visualizadas en pantalla, por el programa
; elaborado sobre Visual Basic 6.0.
;2) Visualizar las señales en DISPLAY'S.
;3) Tener la facilidad de encerrar los display's.
;4) Transmitir serialmente las señales convertidas del ADC
;
-----
; Performance :
; Program Memory : 35
; Clock Cycles : 905
; Number Recording: 11
; Revisión Fecha : 25-4-02 (Día-Mes-Año)
; Hour : 15h00pm
;
-----
;-----UTILIZACIÓN DE LOS PINES DEL MICROCONTROLADOR-----
; RA0 Canal 0 para ingreso de señal analógica
; RA2-RA3 Señales utilizadas para los voltajes de referencia
; RA1,RA4,RA5 Señales libres
;P3 RB0 Señal pulsada manualmente para restablecer Valor
; RB1-RB6 Datos Enviados hacia los Displays
; RC0-RC3 Señales utilizadas para control de los Transistores.
;Opcional RC4 Señal pulsada
;P2 RC5 Señal pulsada para Poner Cero
; RC6 TX
; RC7 RX
;
;*****s*****
; Direcciones de los Registros de uso Específico del PIC 16F870
;*****
INDF EQU 00h ;Contenido de la dirección apuntada por FSR
PCL EQU 02h ;Contador de Programa
STATUS EQU 03h ;Dirección del Registro de Estado
FSR EQU 04h ;Dirección base del direccionamiento indirecto
PORTA EQU 05h ;Puerto A
PORTB EQU 06h ;Puerto B
PORTC EQU 07h ;Puerto C
TRISA EQU 085h ;Registro Triestado Puerto A
TRISB EQU 086h ;Registro Triestado Puerto B
TRISC EQU 087h ;Registro Triestado Puerto C
PIR1 EQU 0Ch ;Registro donde se encuentra la bandera del buffer TX
OPTION_REG EQU 81h ;Registro de control del TMR0 y divisor de Frec.
RP0 EQU 05h ;Bit RP0 del Registro STATUS
F EQU 1 ;Valor prefijado de 1 para Z
W EQU 0 ;Valor prefijado de 0 para W (Acumulador)
C EQU 00h ;Valor prefijado de 0 para C (Acarreo)
Z EQU 02h ;Valor prefijado de 02h para Z

CONTADOR EQU 20h ;Dirección asignada para este programa
REGISTRO EQU 22h ;Dirección asignada para este programa
BYTEBAJO EQU 24h ;Dirección asignada para este programa
BYTEALTO EQU 26h ;Dirección asignada para este programa
R0 EQU 28h ;Dirección asignada para este programa
R1 EQU 30h ;Dirección asignada para este programa
R2 EQU 32h ;Dirección asignada para este programa
R3 EQU 34h ;Dirección asignada para este programa

```

```

BCD_4      EQU    36h      ;Dirección asignada para este programa
BCD_3      EQU    38h      ;Dirección asignada para este programa
BCD_2      EQU    40h      ;Dirección asignada para este programa
BCD_1      EQU    42h      ;Dirección asignada para este programa
REPITEVISUAL EQU    43h      ;Dirección asignada para este programa
COMPARADOR EQU    2Ah      ;Dirección asignada para este programa
CONTA1     EQU    2Ch      ;Dirección asignada para este programa
CONTA2     EQU    2Eh      ;Dirección asignada para este programa
;-----
LIST       P=16F870 , n = 66
ERRORLEVEL -302
__CONFIG h'3D39'
INCLUDE <P16F870.inc>
ORG       00h
GOTO      INICIO
;-----
INICIO
BSF       STATUS,RP0      ;Ingreso al Banco 1
MOVLW    B'00111111'     ;Encero puerto A para entradas analógicas
MOVWF    TRISA           ;Solo AN0 como entrada analógica
MOVLW    B'00000001'     ;Cargo w con 127
MOVWF    TRISB           ;Configuro RB0-RB6 como Salidas,para los 7 segm.
MOVLW    B'10110000'     ;Cargo w con 240
MOVWF    TRISC           ;Configuro RC0-RC3 como salidas
MOVLW    B'10000001'     ;Cargo w Deshabilitar el pull-up del PORTB
MOVWF    OPTION_REG      ;y cargar el prescaler del TMR0 con 1:2
BCF      STATUS,RP0      ;Regreso al Banco 0
CLRF     COMPARADOR      ;Encero el Comparador de conversiones
CLRF     PORTA           ;Encero el puerto A   ADC
CLRF     PORTB           ;Encero el puerto B   Display 7 Segmentos
CLRF     PORTC           ;Encero el puerto C
CLRF     BCD_4           ;Encero el registro del primer dígito
CLRF     BCD_3           ;Encero el registro del segundo dígito
CLRF     BCD_2           ;Encero el registro del tercer dígito
CLRF     BCD_1           ;Encero el registro del cuarto dígito
CLRF     TXREG           ;Encero el buffer de transmisión
CLRF     BYTEBAJO        ;Encero el registro de la parte alta del ADC
CLRF     BYTEALTO        ;Encero el registro de la parte alta del ADC
CLRF     TMR0            ;Encero el TMR0
BSF      STATUS,RP0      ;Ingreso al Banco 1
MOVLW    .129            ;Seteo a 9600 Baudios y Alta velocidad
MOVWF    SPBRG           ;Cargo en el Registro SPBRG
MOVLW    0x24            ;TX ASincrona Maestro,8-bit a transmitir,
MOVWF    TXSTA           ;Transmisión habilitada, modo a baja velocidad.
BCF      STATUS,RP0      ;Regreso al Banco 0
MOVLW    0x90            ;8-bit a recibir, recepción habilitada,
MOVWF    RCSTA           ;Recepción continua, puerto serie habilitado
PRINCIPAL
;CALL    CHENDITO        ;Solo para probar*****
CALL     ADC              ;Llamo a la subrutina ADC para conversión del ADC
CALL     B16ABCD          ;Llamo a la subrutina de conversión HEX a BCD 905 ciclos de reloj
MOVLW    .60              ;Cargo W con 60 veces para repetir
MOVWF    REPITEVISUAL    ;Cargo W en el registro REPITEVISUAL
OTROVISUAL
CALL     VISUALIZAR       ;Llamo a la subrutina de visualizar
DECFSZ  REPITEVISUAL,1   ;Decrementa el registro RepiteVisual y salta si es cero
GOTO    OTROVISUAL       ;Salta a repetir la rutina visualizar
CALL     TX                ;Llamo a la subrutina de tx de transmisión serial
BTFS    PORTC,5          ;Verifico si el bit5 es uno
GOTO    PRINCIPAL        ;Regreso a la subrutina principal para realizar todo otra vez más
;====PONIENDO EL VALOR DE CERO PARA VISUALIZAR=====
CLRF    BCD_4            ;Borro BCD_4 para visualizar
CLRF    BCD_3            ;Borro BCD_3 para visualizar
CLRF    BCD_2            ;Borro BCD_2 para visualizar
CLRF    BCD_1            ;Borro BCD_1 para visualizar
CEROVISUAL
CALL     VISUALIZAR       ;Llamando a rutina visualizar
CALL     TX                ;Transmito serialmente
BTFS    PORTB,0          ;Verifico si el bit0 es uno
GOTO    CEROVISUAL       ;Repite la visualización del cero
GOTO    PRINCIPAL        ;Salta al programa principal
;=====CONVERSION DEL
ADC=====

```

```

ADC
MOV LW B'00000001' ;Cargo w con FOCS=Fosc/2 y con el canal 0
MOV WF ADCON0 ;y también seteo el bit ADON para que ADC opere
BSF STATUS,RP0 ;Ingreso al Banco1
MOV LW B'10001000' ;Cargo w con ADFM=1 Justificado a la derecha
MOV WF ADCON1 ;y todas las entradas analógicas con REF de VCC y GND
BCF STATUS,RP0 ;Regreso al Banco 0
BCF PIR1,ADIF ;Con 0 digo que la conversión no esta completada
BSF STATUS,RP0 ;Ingreso al Banco1
BSF PIE1,ADIE ;Habilito la interrupción de conversión del ADC
BCF STATUS,RP0 ;Regreso al Banco 0
BSF INTCON,GIE ;Habilito todas las máscaras de las interrupciones
CLRF TMR0 ;Encero el TMR0

TEMPORIZADC
BTFS INTCON,T0IF ;Explora el bit T0IF (sobreflujo del TMR0) y si vale 1 salta
GOTO TEMPORIZADC ;Regreso y verifico hasta que sea 1
BCF INTCON,T0IF ;Encero el bit T0IF
BSF ADCON0,GO ;Pongo en uno el bit GO para comenzar la conversión

ESPERAR
BTFS PIR1,ADIF ;Exploro el bit ADIF (Conversión completa) si es 1
GOTO ESPERAR ;Regreso a esperar hasta que el bit ADIF = 1
MOVF ADRESH,W ;Cargo el Registro del ADC (ALTO) a w
MOV WF BYTEALTO ;Cargo w al registro BYTEALTO
BSF STATUS,RP0 ;Ingreso al Banco1 para leer el Registro ADRESL
MOVF ADRESL,W ;Cargo el Registro del ADC (Bajo) a w
BCF STATUS,RP0 ;Regreso al Banco0
MOV WF BYTEBAJO ;Cargo w al registro BYTEBAJO
BCF PIR1,ADIF ;Encero el bit ADIF para una nueva conversión
RETURN ;Retorno de la subrutina

;==CONVERTIR 16 BITS A BCD Y VISUALIZAR EN DISPLAYS=====
; Los 16 bit en binario es el numero = FFFF
B16ABCD
BCF STATUS,0 ;Borra el bit de carry
MOV LW .16 ;Cargo w con .16 en Hexadecimal para 16bits
MOV WF CONTADOR ;Cargo w a un Contador
CLRF R0 ;Encero el Registro R0
CLRF R1 ;Encero el Registro R1
CLRF R2 ;Encero el Registro R2
INCF COMPARADOR,1 ;Comparador de registro BYTEBAJO o ALTO
BTFS COMPARADOR,0 ;Verifico si el bit 0 es 1 y salto
GOTO B16ABCD ;Regreso a subrutina B16ABCD

ROTADOR16
RLF BYTEBAJO, F ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en L_Byte
RLF BYTEALTO, F ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en H_Byte
RLF R2, F ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R2
RLF R1, F ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R1
RLF R0, F ;Roto hacia la izquierda, por acarreo y guardo en R0
DECFSZ CONTADOR, F ;Decremento el contador en 1 y guardo en el mismo registro
GOTO ADJDEC ;Vaya a la subrutina (ADJDEC)
MOVF R1,W ;Cargo w con valor de R1 (Primer Dato)
ANDLW 0f ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF BCD_3 ;Cargo el segundo valor en BCD_3
MOVF R1,W ;Cargo w con valor de R1 (Primer Dato)
SWAPF R1,W ;Intercambio los Nibbles 1 a 2
ANDLW 0f ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF BCD_4 ;Cargo el primer valor en BCD_4
MOVF R2,W ;Cargo w con valor de R2 (Segundo Dato)
ANDLW 0f ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF BCD_1 ;Cargo el cuarto valor en BCD_1
MOVF R2,W ;Cargo w con valor de R2 (Segundo Dato)
SWAPF R2,W ;Intercambio los Nibbles 1 a 2
ANDLW 0f ;Borro los 6 dígitos de la izquierda
MOVWF BCD_2 ;Cargo el primer valor en BCD_2
RETLW 0 ;Retorno de la subrutina y cargo w con 0

ADJDEC
MOV LW R2 ;Cargo w el valor de R2 (Registro)
MOV WF FSR ;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL ADJBCD ;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
MOV LW R1 ;Cargo w el valor de R1 (Registro)
MOV WF FSR ;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL ADJBCD ;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
MOV LW R0 ;Cargo w el valor de R0 (Registro)
MOV WF FSR ;Cargo w para realizar la operación en FSR
CALL ADJBCD ;Vaya a la subrutina (ADJBCD)
GOTO ROTADOR16 ;Vaya rotar y decrementar el contador en 1

```

```

ADJBBCD
    MOVLW 3           ;Cargo w con B'00000011'
    ADDWF 0,W         ;Adiciono w con 0
    MOVWF REGISTRO   ;El resultado de la suma coloco en REGISTRO
    BTFSC REGISTRO,3 ;Verifico si el resultado > 7
    MOVWF W          ;Cargo w en w
    MOVLW 30         ;Cargo w con B'00110000'
    ADDWF 0,W         ;Adiciono w con 0
    MOVWF REGISTRO   ;El resultado de la suma coloco en REGISTRO
    BTFSC REGISTRO,7 ;Verifico si el resultado > 7
    MOVWF 0          ;Salvar como MSB
    RETLW 0          ;Retorna de la subrutina con el último valor en w

VISUALIZAR
    CLRF PORTC       ;Borrando el Puerto A
    MOVF BCD_4,W     ;Cargando dato1 en el acumulador
    CALL TABLA       ;Verifico el valor en la Tabla
    MOVWF PORTB      ;Visualizando dato1
    BSF PORTC,W      ;Preparando para visualizar dígito menos significativo
    CALL RETARDO     ;Llamando a rutina retardo
    CLRF PORTC       ;Borrando el Puerto A
    MOVF BCD_3,W     ;Cargando dato1 en el acumulador
    CALL TABLA       ;Verifico el valor en la Tabla
    MOVWF PORTB      ;Visualizando dato2
    BSF PORTC,1      ;Preparando para visualizar dígito del medio
    CALL RETARDO     ;Llamando a rutina retardo
    CLRF PORTC       ;Borrando el Puerto A
    MOVF BCD_2,W     ;Cargando dato3 en el acumulador
    CALL TABLA       ;Verifico el valor en la Tabla
    MOVWF PORTB      ;Visualizando dato3
    BSF PORTC,2      ;Preparando para visualizar dígito más significativo
    CALL RETARDO     ;Llamando a rutina retardo
    CLRF PORTC       ;Borrando el Puerto A
    MOVF BCD_1,W     ;Cargando dato1 en el acumulador
    CALL TABLA       ;Verifico el valor en la Tabla
    MOVWF PORTB      ;Visualizando dato1
    BSF PORTC,3      ;Preparando para visualizar dígito menos significativo
    CALL RETARDO     ;Llamando a rutina retardo
    CLRF PORTC       ;Encero el Puerto C
    RETURN           ;Retorno de la Subrutina

RETARDO
    MOVLW D'255'     ;COLOCAR 255 DECIMAL
    MOVWF CONTA1     ;Cargo el valor al registro CONTA1
    MOVLW D'5'       ;COLOCAR 5 DECIMAL
    MOVWF CONTA2     ;Cargo el valor al registro CONTA2

REPITE
    DECFSZ CONTA1,1  ;Decremento y salto el bit 1 es 0
    GOTO REPITE      ;Vaya a la subrutina REPITE
    MOVLW D'255'     ;COLOCAR 255 DECIMAL
    MOVWF CONTA1     ;Cargo el registro con
    DECFSZ CONTA2, 1 ;Decremento y salto el bit 1 es 0
    GOTO REPITE      ;Vaya a REPITE
    RETURN           ;Retorna de la subrutina

TABLA
    ADDWF PCL,1      ;Suma offset al PCL
    RETLW 0x7E       ;0 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0C       ;1 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0B6     ;2 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x9E       ;3 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0CC     ;4 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0DA     ;5 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0FA     ;6 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0E       ;7 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0FE     ;8 en código de siete-segmentos
    RETLW 0x0DE     ;9 en código de siete-segmentos

;====TRANSMISION SERIAL ASINCRONA==9600 BAUDIOS=====
TX
    MOVLW 030h       ;Cargo w con 30 HEX caracter ascii del # 0
    ADDWF BCD_4,W    ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en Ascii
    MOVWF TXREG      ;Transmito el primer valor

ESPETX1
    CALL VISUALIZAR  ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
    BTFSS PIR1,TXIF  ;Verifico si el buffer está vacío
    GOTO ESPETX1     ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
    MOVLW 030h       ;Cargo w con 30 HEX caracter ascii del # 0
    ADDWF BCD_3,W    ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en Ascii

```

```

MOVWF TXREG ;Transmito el primer valor
ESPETX2
CALL VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO ESPETX2 ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW 030h ;Cargo w con 30 HEX caracter ascii del # 0
ADDWF BCD_2,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en Ascii
MOVWF TXREG ;Transmito el primer valor
ESPETX3
CALL VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO ESPETX3 ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW 030h ;Cargo w con 30 HEX caracter ascii del # 0
ADDWF BCD_1,W ;Adiciono al registro del valor BCD convirtiendo en Ascii
MOVWF TXREG ;Transmito el primer valor
ESPETX4
CALL VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
BTFSS PIR1,TXIF ;Verifico si el buffer está vacío
GOTO ESPETX4 ;Caso contrario regreso a esperar en este bucle
MOVLW 013h ;Cargo el caracter del enter fin de TX
MOVWF TXREG ;Transmito hacia la PC
CALL VISUALIZAR ;Retorno a la subrutina VISUALIZAR
RETURN ;Retorno de la subrutina
;=====
CHENDITO
BSF STATUS,RP0 ;*****solo prueba
MOVLW OFF ;*****solo prueba
MOVWF ADRESL ;*****solo prueba
BCF STATUS,RP0 ;*****solo prueba
MOVLW 003 ;*****solo prueba
MOVWF ADRESH ;*****solo prueba
RETURN ;Retorno de la subrutina
END ;FIN

```