

39

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DE NUEVAS TECNICAS DE
ENSEÑANZA APLICADAS A LOS CURSOS DE
INGENIERIA INDUSTRIAL EN EL AREA DE
ESTADISTICA Y CALIDAD

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA AREA INDUSTRIAL
P R E S E N T A N
CARLOS GONZALEZ FRAGOSO
ALEJANDRO ALCALA HUERTA

DIRECTOR: ING. PERLA JULIETA FERNANDEZ REINA
M. EN I. SILVINA HERNANDEZ GARCIA



MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A dos personas muy importantes que me apoyan en todo momento y me dan ánimos para seguir adelante: mis padres Jorge y Margarita
Gracias por su paciencia, comprensión y cariño

A mis hermanos Jorge, Claudia y Erika por su tolerancia

A mi novia Aurora por su cariño

A mi amigo José Luis por sus consejos y reconocimiento

A la Ing. Perla Fernández por creer en mí

A la M.I. Silvina Hernández por su apoyo para concretar este proyecto

A los Ing. Alfredo Rico G, M.I. Octavio Estrada C, Ing. G Alejandro Oyarzabal C, Ing Maximino Ochoa G., por sus consejos y estímulos

Y en general a todos los buenos profesores de la Facultad de Ingeniería que ponen en alto el nombre y prestigio de la Universidad con sus esfuerzos y dedicación.

Por supuesto, también agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México que me ha dado todo

A todos Muchas Gracias por formar parte de mi vida

CARLOS

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi mamá por haberme apoyado en todo momento y darme comprensión y una formación profesional.

A mi hermana por darme su cariño y ánimos para lograr todo lo que me he propuesto

A mis abuelos por tener paciencia y guisar tan rico

A mis tíos y tías por sus consejos y apoyo.

A mis primos, amigos y mis jefes de trabajo presentes y pasados por darme sus consejos, cariño, sinceridad, ánimo y sobre todo comprensión Y por todas las facilidades que ellos me otorgaron para poder lograr todos mis objetivos

ALEJANDRO.

INDICE

Introducción-----	2
1. Antecedentes-----	4
2. Estrategias de enseñanza en cursos abiertos a distancia y tradicionales.-----	13
2.1. Clasificaciones y funciones de las estrategias de enseñanza.-----	13
2.2. Tipos de estrategias de enseñanza: características.-----	14
3. La Internet en la educación-----	21
3.1. Historia de Internet-----	22
3.2. La Internet en el mundo: estado actual-----	24
3.3. Posibilidades y limitaciones-----	26
3.4. El uso de Internet en el ámbito educativo-----	27
3.5. Recursos de Internet-----	28
3.6. Recursos para docentes y alumnos-----	28
3.7. Futuro de la Internet-----	29
4. Cursos a distancia-----	31
4.1. Algunas consideraciones teóricas sobre la educación a distancia-----	32
4.2. Interactividad-----	35
4.3. Metas a lograr-----	36
4.4. Adopción de nuevas tecnologías-----	38
5. Propuesta "curso de control estadístico de proceso"-----	40
5.1. Objetivo del diseño de este curso-----	40
5.2. Diseño del curso-----	40
5.2.1. Estructura-----	40
5.2.2. Estrategias utilizadas-----	40
5.2.3. Metodología-----	42
5.3. Requisitos mínimos del equipo de computo del alumno.-----	43
6. Caso práctico "curso control estadístico de proceso"-----	44
6.1. Objetivo del curso de control estadístico de proceso-----	44
6.2. Introducción-----	44
6.3. Índice de Contenido-----	49
6.4. Teoría y elementos de evaluación.-----	49
Conclusiones-----	214
Bibliografía-----	216

Introducción

Los países desarrollados están protagonizando un tiempo histórico una de cuyas características fundamentales es la rapidez con la que se suceden los cambios. Ese dinamismo de las sociedades concierne a lo social, a lo científico – tecnológico, a lo económico y a sus relaciones mutuas, haciendo más complejo el contexto en el que han de desenvolverse tanto las personas como las organizaciones e instituciones privadas y públicas.

El sistema educativo, en su condición de subsistema social, no es una excepción y se ve afectado con cierta intensidad por la nueva situación.

Sin ignorar la singularidad de la educación como tarea, ni su elevado cometido social, ni la cuota de especificidad propia de las instituciones educativas, lo cierto es que sin un cambio profundo en el seno de los centros escolares en tanto que organizaciones, en su concepción de la gestión y en las prácticas correspondientes, la educación tendrá serias dificultades para adaptarse a los nuevos tiempos, lograr mejores estándares de calidad para todos y contribuir sustancialmente al progreso personal, social y económico.

Actualmente la educación abierta y a distancia, vista como una alternativa, se hace presente en casi todas las universidades del mundo, ya que permite proporcionar educación a personas que no están en posibilidad de ingresar y permanecer en la escuela para cursar una carrera. Ahora se piensa que estas modalidades educativas se pueden abrir a cualquier persona de cualquier edad, surgiendo así una oferta educativa permanente para todos. Los avances tecnológicos han permitido que esta opción educativa llegue hasta los lugares más recónditos del mundo; no podemos negar que dichos avances han significado la necesidad de una reestructuración en las formas de como se venía propiciando la generación de conocimientos, así como la enseñanza y el aprendizaje.

La modalidad de la educación tradicional (o presencial) siempre ha mostrado a un profesor que transmite los conocimientos a sus estudiantes para que éstos lo repitan de la misma forma en el momento de la evaluación. El profesor dicta, el estudiante toma apuntes y memoriza. Los espacios de interacción real son escasos y a veces inexistentes con algunos docentes. Y si hay participación, no todos los estudiantes pueden hacerlo ya sea por falta de tiempo o por falta de iniciativa, ya que casi siempre son tres o cuatro los que acaparan la palabra y los más tímidos siguen en el anonimato y con temor a decir alguna tontería en caso de verse obligados a intervenir.

Con la introducción de nueva tecnología en la impartición de cursos, como lo es el uso de los servicios de una red, el estudiante podrá intervenir desde cualquier lugar y en cualquier momento, y requerirá una atención permanente por parte del tutor, quien también podrá estar atento a lo que sucede en el curso, desde cualquier lugar (casa, oficina, habitación de un hotel) y en todo momento (durante las horas laborales, o de descanso), excepto cuando se hayan diseñado en tiempo real (tutoría presencial, por audio o videoconferencia, charla por computador (chat)). Es por esta razón que creemos que el uso de la red mundial de la información que es la internet, es una buena elección en la distribución de cursos a distancia.

Para este caso en particular, elegimos un curso que pudiera ser de interés para todo el público, escogiendo para tal efecto un curso introductorio de control estadístico de proceso, ya que hasta hace unos años el sistema proteccionista en nuestro país, como en otros países de Latinoamérica, había impedido valorar las duras condiciones de la competencia internacional y los mayores niveles de exigencia de los clientes y consumidores, quienes exigen mayor calidad en los productos, oportunidad en las entregas, precios razonables y excelencia en la atención.

Hablando de calidad, la cruda realidad iniciada en los años ochentas y los efectos de la globalización de los años 90's, esta despertando bruscamente a todas las organizaciones y las obliga a buscar nuevas estrategias para adaptarse con éxito a la creciente competencia por lo cual el control de calidad se encuentra recibiendo más atención que nunca.

En la actualidad, algunos críticos dicen que la calidad está bajando y lo atribuyen a falta de orgullo y artesanía en los trabajadores de nuestro tiempo. Otros culpan de la calidad dudosa a las líneas de ensamble de alta velocidad, en las cuales es difícil detectar errores antes de que el producto salga de la fábrica. Otro argumento expresa que no ha habido disminución alguna en la calidad, sino que simplemente los clientes modernos esperan más calidad que antes.

Las elaboradas y saturantes campañas de publicidad subrayan la perfección de los productos y es probable que eso dé lugar a expectativas que sobrepasan las capacidades de producción. En este sentido se hace la reflexión sobre la existencia de programas de apoyo para la capacitación y/o educación de las personas interesadas en conocer aspectos importantes en el control de la calidad de productos manufacturados.

El presente trabajo tiene la finalidad de mostrar los beneficios y ventajas de la utilización de la Internet en la educación, enfocándose en el diseño de un curso introductorio de control estadístico de proceso el cual se pueda difundir a través de la Internet; esta tecnología de fácil acceso y con cobertura a nivel mundial, también se utiliza con frecuencia en la impartición de ciertos cursos a distancia, o bien como tecnología complementaria a otras.

Este curso, se apoya en estrategias de enseñanza predeterminados en función de las ventajas ofrecidas por la Internet, y sus objetivos son: que el alumno adquiera un conocimiento a distancia efectivo y que a la vez adquiera las siguientes habilidades:

- Inventiva, creatividad, pensamiento crítico
- Conocimiento actualizado
- Poder trabajar en cooperativa
- Saber usar las nuevas tecnologías
- Utilizar el servicio de internet como herramienta para expandir sus conocimientos.
- Buscar y encontrar la información necesaria en el enjambre de información (correcta y falsa) existente en la red.

Primero se hace un estudio de la evolución de la educación a distancia. Una vez realizado el estudio se aborda los tipos de estrategias de enseñanza cognitivas que el profesor o el diseñador de materiales pueden utilizar para promover aprendizajes significativos en los alumnos. Las estrategias de enseñanza son utilizadas intencional y flexiblemente por el agente de enseñanza. Para cada una de las estrategias revisadas se presentan sus principales funciones para su diseño y uso efectivo.

En seguida se realiza un estudio de la situación en que participa la Internet como una herramienta en el área de la educación, presentando las ventajas y desventajas de su uso. Siguiendo con un breve análisis de la educación a distancia, y de la incorporación de esta nueva tecnología a la educación.

A continuación se elabora un curso introductorio de control estadístico de proceso, estableciendo las estrategias que se utilizaron en su elaboración, la metodología de su uso y los requerimientos del sistema de cómputo mínimos para los usuarios.

Finalmente se elaboran las conclusiones como resultado del presente trabajo.

1. ANTECEDENTES

Parece ser que el proceso educativo tiene sus orígenes desde el momento mismo que el hombre necesitó transmitir a sus congéneres la información que le permitiría una mejor adaptación al medio. No obstante, la historia registra hasta los años 2000 A. C., en el Viejo Continente, los primeros indicios sobre el reconocimiento a quienes contaban con la preparación suficiente para atender necesidades específicas y ser recompensado por sus servicios.

Como se sabe, los primeros letrados y con suficiencia para preparar a otros oficialmente fueron los clérigos y son estos quienes instauran en el siglo XI las primeras instituciones de educación superior para formar personal especializado con grado académico.

La historia marca el siglo XVII como el principal periodo en el que se identifica la acumulación del conocimiento en el ámbito mundial, en el advenimiento de la Revolución Industrial, y una nueva fase de cambio para la humanidad. A partir de estos tiempos se comienza a identificar la necesidad de buscar nuevas opciones para afrontar los retos que se imponían constantemente.

La insuficiencia de profesionales para atender las temáticas que día a día se incrementaban en diferentes ámbitos aumenta después de la Primera y Segunda Guerra Mundial cuando diversas naciones requieren de trabajadores especializados para intervenir en las formulas de defensa, de ataque y de la provisión de insumos correspondientes. Con la ampliación de posibilidades de medios de comunicación se promovió la instauración de diversas opciones para formar personal calificado y para actualizar a los que estaban en ejercicio.

Con los avances de la ciencia y la tecnología, no tardó mucho en que los conocimientos que poseían aquellos profesionales comenzaran a ser obsoletos.

Es en la primera década del Siglo XX que en el contexto educativo se da cabida a la Educación Continua, y a otras opciones, para orientar sus esfuerzos en pro de la actualización de los adultos que no contaban con la suficiente preparación para responder a las exigencias del ámbito laboral. Ejemplo de esto se presenta en Estados Unidos de Norteamérica cuando, en 1915, se funda la primera asociación que protegería los intereses de la Educación Continua en pro de la comunidad.

En México, los primeros trabajos relacionados con el proceso de actualización de los profesionales se presentan en 1933, al formularse las Primeras Jornadas de Actualización Médica. En aquel entonces *no se le denominaba Educación Continua pero las características de la forma y propósitos de los trabajos desarrollados nos permiten, hoy, llamarle así.*

El desarrollo histórico de la educación abierta y a distancia en nuestro país ofrece una tradición de más de 50 años, la cual demuestra que los medios tecnológicos, actualmente a nuestro alcance, no fueron condición necesaria para su establecimiento.

La creación del Instituto Federal de Capacitación del Magisterio en 1947, con el propósito de capacitar a maestros en servicio sin interrumpir su labor docente, fue el primer esfuerzo, en México y en América Latina, de Educación Abierta y Distancia. De esa fecha y hasta 1971, el enfoque de la modalidad se centró en tres objetivos: formación y actualización de docentes para el nivel educativo básico; atención a la demanda del nivel medio básico; y alfabetización de adultos.

En el ámbito de la educación superior se aborda esta forma educativa desde 1972, mediante la creación del Sistema de Universidad Abierta (SUA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). *A partir de ese año se crearon unidades de educación superior abierta y a distancia en diversas instituciones de educación superior tanto públicas como privadas, centrándose sus objetivos en ampliar la cobertura, fundamentalmente por la presión que ejerció el aumento de la demanda de educación superior derivada, tanto del crecimiento de la población, como por la ampliación de la matrícula en los niveles propedéuticos al universitario.*

En 1978 el gobierno federal creó el Consejo Coordinador de Sistemas Abiertos. Los logros obtenidos en la planeación de la Educación Superior no alcanzaron, del todo, a la Educación Abierta y a

Distancia, pues el modelo se centró fundamentalmente en la planeación de las modalidades escolarizadas que concentran la mayor parte de la matrícula.

Con la redistribución de funciones de coordinación de la Educación Abierta y a Distancia en los diferentes niveles educativos, el gobierno federal trasladó las funciones del Consejo Coordinador de Sistemas Abiertos, a la Dirección General de Evaluación Educativa de la Secretaría de Educación Pública (SEP), teniendo como resultado la desaparición del Consejo Coordinador de Sistemas Abiertos en 1984.

A partir de esa fecha, y durante siete años, las acciones de coordinación nacional en la materia, parecen diluirse, y no es sino hasta la Tercera Reunión Nacional de Educación Abierta y a Distancia, convocada en 1991, por la Dirección General de Educación Extra escolar de la SEP, que se renuevan los esfuerzos por "...restablecer la coordinación interinstitucional, dar continuidad al intercambio de experiencias y desarrollo de acciones dentro de este ámbito".

De este esfuerzo surge la Comisión Interinstitucional e Interdisciplinaria de Educación Abierta y a Distancia (CIEAD) con el propósito de "...constituirse en mecanismo de enlace de los sistemas abiertos y a distancia que ofrecen las instituciones nacionales, estableciendo acciones y orientando sus esfuerzos interinstitucionales, de tal forma que propicien una planeación de conjunto y permitan atender las propuestas y sugerencias de las instituciones que coadyuven al mejor funcionamiento de los modelos que operan en el país".

Debido a que este organismo realizó sus acciones en función de la generalidad de los niveles educativos, sus beneficios no se han visto reflejados directamente en el ámbito de la educación superior.

Ya más recientemente, destacan las actividades que durante 1998 realizó de la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e instituciones de Educación Superior) de promover la educación continua y a distancia.¹

Educación universitaria

En este ámbito, la Universidad ha realizado diferentes labores, las cuales se mencionan a continuación en orden cronológico:

1950-1960

Esta década marca en nuestro país un importante acontecimiento y es el nacimiento de la televisión comercial. La UNAM en 1950 mostró gran interés por utilizar este medio como apoyo a la docencia y la extensión cultural. Había un gran entusiasmo por incorporar a la modernidad a sus tareas sustantivas

En este contexto de prosperidad se dan los siguientes acontecimientos:

- La Universidad inicia gestiones para contar con un canal propio de televisión. Desde 1933, la Escuela Nacional de Medicina impartía cursos de actualización para médicos en ejercicio.
- En 1950 se celebró un congreso médico en el Hospital Central Militar de México, en el cual se instaló un circuito cerrado de televisión como una innovación para transmitir intervenciones quirúrgicas. Esta demostración llamada Video-Médico, permitió que 5 mil participantes comprobaran las ventajas de la televisión. Entusiasmados con esta exhibición, las autoridades universitarias vieron en este medio un gran potencial como apoyo a la enseñanza. La UNAM inicia en ese mismo año las gestiones para la adquisición de un canal de televisión propio. Desgraciadamente éstas no prosperaron.
- Las primeras transmisiones con equipo adquirido por la Universidad tuvieron lugar en el Hospital Juárez, con cursos de Anatomía y Fisiología.

¹Síntesis de documentos Educational Resources Information Center (ERIC), una de las principales instituciones que se dedica a compilar información en todos los campos relacionados con el campo de la educación, foro de educación abierta y a distancia de la ANUIES

- La Radio Universitaria consolida su posición como radio cultural, con una programación que daba cuenta de la vida cultural institucional, se renueva en sus aspectos tecnológicos y amplía la transmisión de su programación.
- Se instala el primer circuito cerrado de televisión en la Escuela Nacional de Medicina, después Facultad de Medicina, ubicada en la Ciudad Universitaria.
- Se producen los primeros programas educativos que se transmiten por un canal comercial. Su estructura era de entrevistas a profesionales distinguidos que hablaban de su campo de trabajo.
- La UNAM contaba con 60 carreras lo que implicaba no sólo orientar vocacionalmente al estudiantado sino renovar los métodos pedagógicos y actualizar a los docentes. Se enfatiza la orientación vocacional por televisión, en donde participaban destacados profesionales y maestros.
- El Dr. Nabor Carrillo Flores, ante el problema del crecimiento de la población universitaria, enfatiza la necesidad de incorporar "nuevas tecnologías" a la enseñanza, para facilitar el aprendizaje y "complementar los servicios del amigo eterno de la cultura que es el libro"²
- La Facultad de Ingeniería inicia las primeras actividades de educación continua en América Latina a través de cursos de Ingeniería Sanitaria

1960-1970

- La incursión universitaria en la televisión mexicana se mantiene en forma sistemática con programas de orientación vocacional, cultural y de información universitaria.
- Se impartió un curso sobre psicología destinado a universitarios y profesionales, dentro de la serie Problemas de la Juventud.
- La Escuela de Odontología (hoy Facultad) inaugura su sistema de circuito cerrado de televisión, como una alternativa para la formación de los estudiantes y de renovación pedagógica de sus docentes. Durante esta década produce materiales propios en televisión y audiovisuales que apoyaban la enseñanza en doce asignaturas.
- La Facultad de Medicina impulsó en 68, la enseñanza audiovisual, que abarcaba el apoyo a la docencia, la formación y actualización de su personal académico.
- La Facultad de Comercio y Administración (hoy Contaduría y Administración) a partir de 1967 impulsa la utilización de medios tecnológicos para la docencia, formación y actualización de sus egresados.
- Se crea el Centro de Didáctica (1969) para superar el sistema de enseñanza y proveer a los profesionales de las metodologías pedagógicas para la docencia.

1970-1980

Esta época marca un importante desarrollo en las actividades académicas institucionales ya que se abre la oferta educativa a modelos pedagógicos que dan cuenta de la permanente preocupación de la universidad por cumplir sus objetivos. Ante el crecimiento de la matrícula la UNAM se enfrentaba a dos problemas: abrir escuelas profesionales o diversificar la formación de profesionales. Cualquiera de estas opciones traía consigo la necesidad de intensificar la formación de maestros y multiplicar los servicios institucionales.

- Se crea el Sistema Universidad Abierta.
- Se abre el Centro de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería, le seguirían más tarde las Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Contaduría y Administración, Ciencias Políticas y Sociales y Química.

² Carrillo Flores, Nabor. Notas sobre el problema del crecimiento explosivo de la población universitaria (1960), p 5-6 Fondo Nabor Carrillo Archivo Histórico de la Universidad, CESU. Citado en: Televisión universitaria (la UNAM y la tv 1950-1984) Acosta y Dávalos, p 21

- Se constituye DIDACTA en la Facultad de Química, con el propósito de encontrar formas más efectivas de apoyo audiovisual y televisivo para la docencia y la educación continua.
- Se crean numerosos talleres de circuito cerrado en Escuelas y Facultades con diversos objetivos: formación de alumnos, apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, fomento a la investigación y extensión de la labor educativa universitaria.
- Se crea el Centro Latinoamericano de Tecnología para la Salud (CLATES), consorcio de la UNAM-ANUIES y la Organización Para la Salud (OPS), cuyo objetivo era la capacitación, formación y actualización de personal en el área de la salud, con una visión multidisciplinaria.
- La televisión universitaria se hace presente con series de difusión cultural y de formación profesional. Este hecho abre la discusión sobre la acreditación de los cursos transmitidos por televisión, se replantea la certificación y la adecuación de contenidos académicos a los lenguajes televisivos.
- La radio universitaria incorpora en su programación cursos de inglés, francés, italiano y alemán, en colaboración con instituciones dependientes de las Embajadas de los países correspondientes. La UNAM no certificaba los estudios de idiomas, pero sí era el vínculo entre los interesados y las embajadas y/o institutos que otorgaban la certificación oficial.

1980-1990

A principios de esta década se desarrolló un proyecto de actualización profesional a través de la televisión, a través de una coproducción con Televisión de la República Mexicana, la Facultad de Medicina y la Secretaría de Salubridad y Asistencia, llamado Actualización Médica³. Este proyecto contemplaba el uso de la televisión apoyado con textos, guías de estudio, supervisión de los telealumnos, exámenes de evaluación y reconocimiento curricular. Hay evidencia de algunos participantes que siguieron el curso en su casa y presentaron un examen académico⁴.

Otros esfuerzos en los que participaron profesores universitarios fueron las series Educación sexual y Nuestra salud. Dicha programación tuvo también cobertura nacional, no se otorgaba un diploma universitario, aunque en algunas sedes sí proporcionaron constancias.

- Se fortalecen las Divisiones de Educación continua dentro de las escuelas y facultades. Se crean también las Unidades de Educación Continua en las Escuelas Nacional de Estudios Profesionales Acatlán y Zaragoza.
- La utilización de tecnologías, en especial la televisión, para acciones de educación continua, se amplía. Algunos programas de formación se apoyan en el uso de videograbaciones.
- El empleo de circuitos cerrados en Escuelas y Facultades se intensifica, por ejemplo, para 1988, la Facultad de Contaduría y Administración informaba que contaba con 16000 programas de televisión. Éstos han sido utilizados por los alumnos y las asociaciones de escuelas y Facultades afines en todo el país, a través de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración (ANFECA).
- Se constituye la Comisión de Educación Continua de la UNAM, por acuerdo del Rector, presidida por el Secretario General.
- Se crea el Seminario de Educación Continua, esfuerzo institucional desde la Secretaría General, que conjunta los trabajos de diversas dependencias universitarias para establecer lineamientos acerca de la conceptualización, metodologías, perfiles y asuntos administrativos de la educación continua. En 1988 se publican las Memorias del Seminario "La Educación Continua".
- LA UNAM amplía sus convenios de colaboración institucional con universidades nacionales e internacionales, en donde los programas de formación y actualización profesional es un renglón importante.

³ Una copia de toda la serie se encuentra en la sala de la Videoteca de la Biblioteca Nacional, ubicada en el Centro Cultural Universitario.

⁴ Televisión de la República Mexicana. Informe de actividades, 1979-1984.

- La Facultad de Medicina contaba con acervo audiovisual y videográfico importante como "apoyo docente y reforzamiento académico"
- Hacia finales de la década, las Facultades de Economía, Filosofía y Letras, Derecho, Escuela de Enfermería, Escuela de Trabajo Social y la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, inician actividades de Educación Continua.
- En 1990 se crea la Asociación Mexicana de Educación Continua, A.C. (AMEC) en donde la UNAM es miembro fundador.

1990-1998

Esta década se ha caracterizado por el incremento en las actividades de Educación Continua institucionales y la apertura al uso de nuevas tecnologías para lograr sus objetivos. La infraestructura tecnológica que proporcionó la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico por la incorporación de la UNAM a INTERNET desde principios de la década ha permitido que desde 1995-96, la Universidad sea un proveedor de Internet con mas salidas que el TELMEX. Este desarrollo permitió que la planta académica y estudiantil se incorporaran a la *tecnología como apoyo a sus actividades.*

Las llamadas "Nuevas Tecnologías" permiten el trabajo en red, la colaboración institucional y el intercambio de contenidos en presentaciones que necesariamente obligan al docente, al alumno, a modificar las formas tradicionales de la enseñanza y a desarrollar otras habilidades de estudio independiente. La incorporación de la UNAM a estas redes de trabajo ha permitido que otras instituciones educativas públicas y privadas, solicitaran el apoyo y asesoría para consolidar sus propios sistema. Esto permitió consolidar una cooperación y colaboración cuyos efectos han ido más allá de las instituciones mencionadas, y ha permitido la atención a otras instituciones en sus actividades de formación y actualización de su personal.

El desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones le ha facilitado a la Universidad diversificar sus campos de trabajo.

- La participación en programas de actualización profesional a través de la RED EDUSAT, que opera el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE), cuya cobertura abarca el territorio nacional, sur de Estados Unidos y América Central y norte de América del Sur.
- La incorporación a una nueva red de Videoconferencias Interactivas, que hoy por hoy alberga a 80 sitios remotos dentro de la República Mexicana, esto sin contar con la infraestructura instalada en la iniciativa privada (bancos, centros de capacitación, etc.)
- La capacidad instalada de telecomunicaciones de la UNAM, en cuanto a sus tareas de Educación Continua le permite:
- Coordinar a través de la Coordinación de Universidad Abierta, Educación a Distancia y Educación Continua, las actividades institucionales dentro de estas tres modalidades.
- *Incorporar a las Escuelas, Facultades, Centros e Institutos, Unidades foráneas y Multidisciplinarias, en acciones de formación y actualización profesional.*
- *Incorporar a la telemática como apoyo a las labores de docencia e investigación, así como en la formación de recursos humanos.*
- Diversificar a las telecomunicaciones y telemática como el correo electrónico, los sistemas de boletines electrónicos y las páginas Web; el uso de audioconferencia, videoconferencia y teleconferencia en uno o dos sentidos; audiográficos utilizando video comprimido y fax complementados con transmisiones de televisión, video y audiocassettes, textos impresos, CD-ROM y CD-Interactivo.

CAPACIDAD TECNOLÓGICA INSTALADA

Al nivel de recepción satelital:

- 21 Salas receptoras de la señal de EDUSAT que reciben la programación televisiva producida por la Dirección de Educación a Distancia, en colaboración con las Divisiones de Educación Continua y Universidad Abierta de la UNAM.
- 25 Salas de Videoconferencia interactiva que permiten la comunicación entre escuelas y facultades, centros e institutos y las sedes foráneas de la Escuela Permanente de Extensión en San Antonio Texas (EPESA) y la Escuela de Extensión en Canadá (ESECA).
- A través de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA), servir de puente para el enlace de la Red Nacional de Videoconferencia Interactiva con las instituciones del Noroeste y Sureste del país, y de las Escuelas de Extensión en el Extranjero, permitir la comunicación con instituciones educativas afines a la UNAM en Estados Unidos, Canadá y Europa.
- Instalación de la fibra óptica en todas las dependencias universitarias a fin de facilitar el acceso a todos los servicios con que cuenta la universidad.
- Instalación de centros de producción televisiva y audiovisual en Escuelas y Facultades, como apoyo a las tareas educativas institucionales.
- Desarrollo de programas multimedia.

Como se puede observar la educación superior adoptó la modalidad abierta y a distancia fundamentalmente para responder a la fuerte demanda que se dio como consecuencia de la ampliación del volumen de egresados de los niveles previos al superior y del crecimiento de la población, que diversificaba las demandas sociales a la educación superior, así como por la búsqueda de nuevas formas de enseñanza y aprendizaje. En la actualidad, estos programas se han visto reforzados por el uso de medios electrónicos, que han permeado la vida de las casas de estudio, tanto en lo académico como en lo administrativo y de gestión.

Son numerosas las instituciones públicas y privadas que cuentan con programas educativos ofrecidos en esta modalidad, y van desde la reproducción de modelos escolarizados en su estructura académica y administrativa, hasta aquellos diseñados con la flexibilidad suficiente para proporcionar espacios de aprendizaje independiente. Entre estos dos extremos, se encuentra una gama amplia de desarrollos académicos abiertos y a distancia que trata de cubrir las necesidades de su entorno, en relación con la formación, la actualización y capacitación para el trabajo. Para este último punto, se puede decir que la educación para adultos se concibe como un ámbito prioritario para ampliar las oportunidades de superación de las personas y alentar el desarrollo de la nación.

En este proyecto, el conocimiento informal y la experiencia que hombres y mujeres han acumulado a lo largo de su vida ocupan un papel preponderante. El modelo promueve la adquisición de las competencias académicas básicas y las destrezas laborales que permitirán a las personas una mejor integración al mercado de trabajo.

A partir de una estructura modular flexible, el adulto podrá optar por la ruta educativa de su preferencia, con base en sus objetivos específicos de estudio, sus posibilidades y requerimientos de aprendizaje.

Para darnos una idea de la situación de la educación que ha venido mostrándose los últimos años y así mostrar la conveniencia de la educación a distancia, se muestra a continuación la siguiente tabla.

TABLA 1.1. Principales indicadores sobre educación, 1990/91-1998/99 (Por ciento).

Indicador	1990/91	1997/98	1998/99
Grado promedio de escolaridad a/	6.5	7.5	7.6
Atención de la demanda			
Preescolar b/	61.4	74.3	75.8
Eficiencia terminal			
Primaria	70.1	84.9	85.6
Secundaria	73.9	73.8	73.2
Profesional medio	37.8	40.0	39.5
Bachillerato	60.1	58.9	58.1
Tasa de absorción			
Secundaria	82.3	87.8	90.0
Medio superior	75.4	94.4	94.5
Licenciatura universitaria y tecnológica	64.4	76.2	76.4
Normal licenciatura	5.3	11.4	10.1
Tasa de deserción			
Primaria	4.6	2.4	2.3
Secundaria	8.8	9.7	9.3
Profesional medio	25.1	28.6	28.0
Bachillerato	17.4	17.6	17.2
Tasa de reprobación			
Primaria	10.1	7.3	7.1
Secundaria	26.5	22.3	22.0
Profesional medio	28.3	30.4	31.4
Bachillerato	47.6	41.6	41.2

a/ Se aplica a los grados aprobados por la población de 15 años y más
 b/ Se refiere a la población de 4 y 5 años.

FUENTE: SEP. Indicadores Educativos, 1990/91 a 1998/99.

En la actualidad, ofrecen servicios educativos 39 universidades públicas, de las cuales 34 son autónomas; en ellas se concentra 60 % de los estudiantes de licenciatura.

Las diferentes ofertas profesionales de nivel licenciatura se agrupan convencionalmente en seis áreas, de acuerdo con criterios establecidos por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES). Esta división de las carreras obedece a necesidades de clasificación y análisis y no tiene fuerza legal alguna. Cada área está seccionada a su vez en sub áreas, dentro de las cuales se conjuntan las carreras específicas. Las áreas son: a) Ciencias Naturales y Exactas; b) Educación y Humanidades; c) Ciencias Agropecuarias; d) Ciencias de la Salud; e) Ingeniería y Tecnología, y f) Ciencias Sociales y Administrativas.

A continuación se muestra la relación de ofertas educativas entre instituciones públicas y privadas.

TABLA 1.2. Población escolar de nivel licenciatura por régimen, 1980-1998

AÑOS	INSTITUCIONES				TOTAL	
	PUBLICO		PRIVADO		A*	R**
	A*	R**	A*	R**		
1980	632 307	86.5	98 840	13.5	731 147	100.0
1981	666 420	84.8	118 999	15.2	785 419	100.0
1982	710 883	84.6	129 485	15.4	840 368	100.0
1983	742 939	84.5	136 301	15.5	879 240	100.0
1984	795 459	84.7	144 054	15.3	939 513	100.0
1985	810 391	84.3	151 077	15.7	961 468	100.0
1986	833 216	84.3	154 862	15.7	988 078	100.0
1987	834 950	84.4	154 464	15.6	989 414	100.0

1988	871 234	84.3	161 973	15.7	1 033 207	100.0
1989	898 420	84.0	171 145	16.0	1 069 565	100.0
1990	890 372	82.6	187 819	17.4	1 078 191	100.0
1991	891 524	81.7	199 800	18.3	1 091 324	100.0
1992	910 257	80.8	216 548	19.2	1 126 805	100.0
1993	908 480	79.6	233 088	20.4	1 141 568	100.0
1994	936 646	79.2	246 505	20.8	1 183 151	100.0
1995	943 245	77.5	274 186	22.5	1 217 431	100.0
1996	989 448	76.9	297 185	23.1	1 286 633	100.0
1997	990 729	75.6	319 500	24.4	1 310 229	100.0
1998	1 036 935	74.5	355 113	25.5	1 392 048	100.0

* Cifras Absolutas

** Cifras Relativas

FUENTE: ANUARIOS ESTADÍSTICOS DE LA ANUIES, 1980-1998

De manera muy general y preliminar, la oferta educativa de las instituciones de educación superior en la modalidad abierta y a distancia presenta el siguiente panorama, -deben señalarse las dificultades para el acopio de esta información ya que en anuarios y catálogos no se reporta esta información por separado-

Se observa que un total de 57 insituciones educativas ofrecen 45 programas de licenciatura. En el nivel de posgrado, un total de 10 instituciones ofrecen 11 diplomados, seis especializaciones, 20 programas de maestría y tres programas de doctorado.

Respecto a las instituciones con mayor oferta, se encuentra la Universidad Nacional Autónoma de México, pionera en la educación abierta en nuestro país, que cuenta actualmente con 13,354 alumnos distribuidos en: un programa del nivel técnico, 17 programas de licenciatura y 3 especializaciones.

El Sistema de Institutos Tecnológicos dependientes de la Secretaría de Educación Pública inició su programa de educación abierta en forma experimental en 1974, y para 1996 inicia una reestructuración completa de los programas en esta modalidad y se diseña un proyecto de desarrollo en tres fases para fortalecer la educación abierta. Actualmente se ofrecen siete programas de licenciatura con un total de 4,044 estudiantes inscritos en 27 institutos tecnológicos. Por su parte, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey cuenta con una oferta que abarca cursos en el nivel de licenciatura, así como 12 programas de maestría y un doctorado. Adicionalmente se ofrece el Programa de Actualización en Habilidades Docentes, dirigido principalmente al personal académico del propio Instituto, y cursos de educación continua y programas especiales para las empresas. En el informe de actividades de 1997 el ITESM reporta haber atendido más de treinta mil participantes en la Universidad Virtual, de los cuales corresponden 2,662 al nivel de licenciatura. En su modelo utilizan tanto las transmisiones de cursos y conferencias vía satélite, como grupos de discusión, manuales, textos en computadora, páginas y correo electrónico, y evaluaciones programadas.

Respecto a los medios y recursos utilizados en la educación abierta y a distancia, éstos van desde los medios convencionales de materiales impresos, objetos, video, audio y teléfono, hasta el fax, los discos magnéticos, los discos compactos, la computadora y las transmisiones vía satélite. En fechas más recientes se ha empezado a utilizar el INTERNET como un medio para la educación abierta y a distancia.

A principios de la presente década la educación superior abierta y a distancia cobra una nueva dimensión dentro del Sistema de Educación Superior, por el potencial que ésta representa en un mundo de globalización del conocimiento, y por los importantes desarrollos en materia de comunicaciones e informática, que facilitan una parte de la plataforma tecnológica requerida en numerosos programas a distancia.

Esto ha llevado a nuestras casas de estudio a realizar una serie de acciones en favor de esta modalidad educativa, entre ellas destacan primeramente, los esfuerzos de sensibilización hacia las bondades de esta modalidad educativa, y el compromiso de buscar los acuerdos necesarios para desarrollar de manera integral e imaginativa esta alternativa de educación.

Asimismo, los avances en la infraestructura tecnológica utilizada son importantes, por una parte con los esfuerzos en equipamiento realizados por las universidades públicas, los institutos tecnológicos, y las instituciones particulares, y por otra, por el esfuerzo realizado por el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) y la red EDUSAT, que posibilita la recepción de la señal en un número importante de instituciones educativas. Además de la Red Nacional de Videoconferencia en la que se cuenta con, aproximadamente, 60 salas, así como también la participación de la Dirección General de Televisión Educativa (DGTVE), de la Secretaría de Educación Pública. En materia de colaboración interinstitucional se puede mencionar la participación de la ANUIES (*Asociación Nacional de Universidades e instituciones de Educación Superior*) y el Consejo de Universidades Públicas e instituciones Afines.

Como puede verse, por medio de éstas y muchas otras acciones, la educación superior abierta y a distancia en México no se encuentra en sus inicios. Sin embargo, ante los innumerables desafíos que se le presentan a la Educación Superior para el siglo XXI y ante los escenarios que la ANUIES, los organismos internacionales y el propio Estado Mexicano han planteado, es que esta modalidad educativa deberá realizar una serie de acciones con el propósito de compatibilizar modelos tecnológicos, favorecer el uso y el intercambio en redes, facilitar el acceso de alta velocidad a los bancos de información, conjugar esfuerzos para la formación, actualización y capacitación de recursos humanos y del personal académico que se hará cargo de esta función sustantiva. Asimismo, y de primordial importancia, es estar atentos a la utilización de los recursos humanos, técnicos y financieros en un marco de optimización de su uso y de cooperación.

2. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN CURSOS ABIERTOS, A DISTANCIA Y TRADICIONALES.

Las estrategias de aprendizaje son aplicadas en la enseñanza y en el aprendizaje donde dependen del objetivo a lograr, deben ser utilizadas para activar el conocimiento previo o para tender puentes entre este último o lo nuevo, otras se orientan a llamar la atención, hacer más profundo el proceso de información o dependiendo del momento que se requiera antes, durante o después de la asesoría. Por otra parte también deben ser consideradas en la elaboración de materiales didácticos ya que dan recomendaciones o sugerencias de los elementos a incluir en el mismo

El término estrategia, por considerar a el profesor o el alumno, según el caso, deberán emplearlo como procedimientos flexibles y adaptativos (nunca como algoritmos rígidos) a distintas circunstancias de enseñanza.

La investigación de estrategias de enseñanza ha abordado aspectos como los siguientes: diseño y empleo de objetivos e intenciones de enseñanza, preguntas insertadas, ilustraciones, modos de respuesta, organizadores anticipados, redes semánticas, mapas conceptuales y esquemas de estructuración de textos, entre otros (Díaz Barriga y Lule, 1978).

A su vez, la investigación en estrategias de aprendizaje se ha enfocado en el campo del denominado aprendizaje estratégico, a través del diseño de modelos de intervención cuyo propósito es dotar a los alumnos de estrategias efectivas para el aprendizaje escolar, así como para el mejoramiento en áreas y dominios determinados (comprensión de textos académicos, composición de textos, solución de problemas, etcétera). Así, se ha trabajado con estrategias como la imaginería, la elaboración verbal y conceptual, la elaboración de resúmenes autogenerados, la detección de conceptos clave e ideas tópicos, y de manera reciente con estrategias metacognitivas y autorreguladoras que permiten al alumno reflexionar y regular su proceso de aprendizaje.

2.1. Clasificaciones y funciones de las estrategias de enseñanza.

A continuación se presentan algunas de las estrategias de enseñanza que el docente puede emplear con la intención de facilitar el aprendizaje significativo de los alumnos. Las principales estrategias de enseñanza son las siguientes:

- Objetivos o propósitos del aprendizaje
- Resúmenes
- Ilustraciones
- Organizadores previos
- Preguntas intercaladas
- Pistas tipográficas y discursivas
- Analogías
- Mapas conceptuales y redes semánticas
- Uso de estructuras textuales

En el cuadro 2.1 se encuentra en forma sintetizada, una breve definición y conceptualización de dichas estrategias de enseñanza.

Objetivos	Enunciado que establece condiciones, tipo de actividad y forma de evaluación del aprendizaje del alumno. Generación de expectativas apropiadas en los alumnos.
Resumen	Síntesis y abstracción de la información relevante de un discurso oral o escrito. Enfatiza conceptos clave, principios, términos y argumento central.
Organizador previo	Información de tipo introductorio y contextual. Es elaborado con un nivel superior de abstracción, generalidad e inclusividad que la información que se aprenderá. Tiende un puente cognitivo entre la información nueva y la previa.
Ilustraciones	Representación visual de los conceptos, objetos o situaciones de una teoría o tema específico (fotografías, dibujos, esquemas, gráficas, dramatizaciones, etcétera).
Analogías	Proposición que indica con una cosa o evento (concreto y familiar) es semejante a otro (desconocido y abstracto o complejo).
Preguntas intercaladas	Preguntas insertadas en la situación de enseñanza o en un texto. Mantienen la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante.
Pistas tipográficas y discursivas	Señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar y/u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.
Mapas conceptuales y redes semánticas	Representación gráfica de esquemas de conocimiento (Indican conceptos, proposiciones y explicaciones).
Uso de estructuras textuales	Organizaciones retóricas de un discurso oral o escrito, que influyen en su comprensión y recuerdo.

CUADRO 2.1 Estrategias de enseñanza

Diversas estrategias de enseñanza pueden incluirse antes (preinstruccionales), durante (coinstruccionales) o después (Posinstruccionales) de un contenido curricular específico, ya sea en un texto o en la dinámica del trabajo docente. En ese sentido podemos hacer una primera clasificación de las estrategias de enseñanza, basándonos en su momento de uso y presentación.

2.2. Tipos de estrategias de enseñanza: características.

<i>Estrategias de enseñanza</i>	<i>Efectos esperados en el alumno</i>
Objetivos	Conoce la finalidad y alcance del material y cómo manejarlo. El alumno sabe qué se espera de él al terminar de revisar el material. Ayuda a contextualizar sus aprendizajes y a darles sentido.
Ilustraciones	Facilita la codificación visual de la información.
Preguntas intercaladas	Permite practicar y consolidar lo que ha aprendido. Resuelve sus dudas. Se autoevalúa gradualmente.
Pistas tipográficas	Mantiene su atención e interés. Detecta información principal. Realiza codificación selectiva.
Resúmenes	Facilita el recuerdo y la comprensión de la información relevante del contenido que se ha de aprender.
Organizadores previos	Hace más accesible y familiar el contenido. Elabora una visión global y contextual.
Analogías	Comprende información abstracta. Traslada lo aprendido a otros ámbitos.
Mapas conceptuales y redes semánticas	Realiza una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones. Contextualiza las relaciones entre conceptos y proposiciones.
Estructuras textuales	Facilita el recuerdo y la comprensión de lo más importante de un texto.

CUADRO 2.2 Estrategias y efectos esperados en el aprendizaje de los alumnos.

A continuación se hace una descripción de las características.

Objetivos o intenciones.

Los objetivos o intenciones educativas son enunciados que describen con claridad las actividades de aprendizaje a propósito de determinados contenidos curriculares, así como los efectos esperados que se pretenden conseguir en el aprendizaje de los alumnos al finalizar una experiencia, sesión, episodio o ciclo escolar.

En particular, en las situaciones educativas que ocurren dentro de las instituciones escolares, los objetivos o intenciones deben planificarse, concretizarse y aclararse con un mínimo de rigor, dado que suponen el punto de partida y el de llegada de toda la experiencia educativa, y además desempeñan un importante papel orientativo y estructurante de todo el proceso.

Las funciones de los objetivos como estrategia de enseñanza son las siguientes:

- Actuar como elementos orientadores de los procesos de atención y de aprendizaje.
- Servir como criterios para poder discriminar los aspectos relevantes de los contenidos curriculares (sea por vía oral o escrita), sobre los que hay que realizar un mayor esfuerzo y procesamiento cognitivo.
- Permitir generar expectativas apropiadas acerca de lo que se va a aprender.
- Permitir a los alumnos formar un criterio sobre qué se esperará de ellos al término de una clase, episodio o curso.
- Mejorar considerablemente el aprendizaje intencional; el aprendizaje es más exitoso si el aprendiz es consciente del objetivo.
- Proporcionar al aprendiz los elementos indispensables para orientar sus actividades de automonitoreo y de autoevaluación.

Ilustraciones

Las ilustraciones (fotografías, esquemas, medios gráficos, etcétera) constituyen una estrategia de enseñanza profusamente empleada. Estos recursos por sí mismos son interesantes, por lo que pueden llamar la atención o distraer.

Su establecimiento ha sido siempre muy importante (en términos de lo que aportan al aprendizaje del alumno y lo frecuente de su empleo) en áreas como las ciencias naturales y tecnología, y se les ha considerado más bien opcionales en áreas como humanidades, literatura y ciencias sociales.

Las ilustraciones son más recomendables que las palabras para comunicar ideas de tipo concreto o de bajo nivel de abstracción, conceptos de tipo visual o espacial, eventos que ocurren de manera simultánea, y también para ilustrar procedimientos o instrucciones procedimentales.

Las funciones de las ilustraciones en un texto de enseñanza son:

- Dirigir y mantener la atención de los alumnos.
- Permitir la explicación en términos visuales de lo que sería difícil comunicar en forma puramente verbal.
- Favorecer la retención de la información: se ha demostrado que los humanos recordamos con más facilidad imágenes que ideas verbales o impresas.
- Permitir integrar, en un todo, información que de otra forma quedaría fragmentada.
- Permitir clarificar y organizar la información.
- Promover y mejorar el interés y la motivación.

Se ha dicho que las ilustraciones representan la realidad visual que nos rodea con varios grados de fidelidad.

Resúmenes

Un resumen es una versión breve del contenido que habrá de aprenderse, donde se enfatizan los puntos sobresalientes de la información (dicho en términos de Kintsch y Van Dijk, es la *macroestructura* de un discurso oral o escrito). Para elaborar un resumen se hace una selección y condensación de los contenidos clave del material de estudio, donde debe omitirse la información trivial y de importancia secundaria. Por ello, se ha dicho que un resumen es como una "vista panorámica" del contenido, ya que brinda una visión de la estructura general del texto.

Un buen resumen debe comunicar las ideas de manera expedita, precisa y ágil. Puede incluirse antes de la presentación del texto o de una lección, en cuyo caso sería una estrategia preinstruccional; o bien puede aparecer la final de estos elementos, funcionando como estrategia posinstruccional. Pero también puede irse construyendo en forma acumulativa, durante la secuencia de enseñanza, en cuyo caso fungiría como estrategia coinstruccional.

Las principales funciones de un resumen son:

- Ubicar al alumno dentro de la estructura o configuración general del material que se habrá de aprender.
- Enfatizar la información importante.
- Introducir al alumno al nuevo material de aprendizaje y familiarizarlo con su argumento central (cuando funciona previamente).
- Organizar, integrar y consolidar la información adquirida por el alumno (en el caso de resumen posinstruccional).
- Facilitar el aprendizaje por efecto de la repetición y familiarización con el contenido.

Por lo general, un resumen se elabora en forma de prosa escrita, aunque puede diseñarse también numerando las ideas principales (esquemas), representándolo con ciertos apoyos gráficos (llaves, gráficas, cuadros sinópticos, redes o mapas que expresen los conceptos más importantes y sus relaciones, etcétera). Lo importante es enfatizar que un resumen contiene un extracto de la información más importante contenida en el propio discurso, texto o material de aprendizaje.

Organizadores previos

Un organizador previo es un material introductorio compuesto por un conjunto de conceptos y proposiciones de mayor nivel de inclusión y generalidad que la información nueva que los alumnos deben aprender. Su función principal consiste en proponer un contexto ideacional que permita tender un puente entre lo que el sujeto ya conoce y lo que necesita conocer para aprender significativamente los nuevos contenidos curriculares. De acuerdo con Mayer (1982), el contexto ideacional creado por la introducción (cuando no existan) o la movilización (cuando existan) de conceptos inclusores relevantes, debe estar acompañado con su utilización activa por parte del alumno, para lograr una adecuada asimilación de la nueva información con la ya existente.

Los organizadores previos deben introducirse en la situación de enseñanza antes de que sea presentada la información nueva que se habrá de aprender, por ello se considera una estrategia típicamente preinstruccional.

Es importante no confundir al organizador previo con el resumen. Como señalamos, este último enfatiza lo más importante del propio contenido que se ha de aprender, mientras que el primero debe estar elaborado con base en ideas o conceptos estables y pertinentes, de mayor nivel de inclusión o generalidad (conceptos supraordinarios) o con conceptos del mismo que los conceptos más generales del nuevo material que se ha de aprender.

Las funciones de los organizadores previos son:

- Proporcionar al alumno "un puente" entre la información que ya posee con la información que va a aprender.
- Ayudar al alumno a organizar la información, considerando sus niveles de generalidad-especificidad y su relación de inclusión en clases.
- Ofrecer al alumno el marco conceptual donde se ubica la información que se ha de aprender (ideas incluseras), evitando así la memorización de información aislada e inconexa.

Preguntas intercaladas

Las preguntas intercaladas son aquellas que se plantean al alumno a lo largo del material o situación de enseñanza y tienen como intención facilitar su aprendizaje. Se les denomina también preguntas adjuntas o insertadas (Rickards y Denner, 1978; Rickards, 1980).

Son preguntas que, como su nombre lo indica, se van insertando en partes importantes del texto cada determinado número de secciones o párrafos.

El número de párrafos (o de tiempo de explicación) en el que deberá intercalarse las preguntas, por supuesto, no se halla establecido; el docente o diseñador lo seleccionará considerando que se haga referencia a un núcleo de contenido importante. El número de preguntas, también se fija a criterio, pero se sugiere que no abrumen al aprendiz.

En relación al tipo de preguntas, éstas pueden hacer referencia a información proporcionada en partes ya revisadas del discurso (pospreguntas) o a información que se proporcionará posteriormente (prepreguntas).

Las *prepreguntas* se emplean cuando se busca que el alumno aprenda específicamente la información a la que hacen referencia (aprendizaje intencional); mientras que las *pospreguntas* deberán alentar a que el alumno se esfuerce a ir "más allá" del contenido literal (aprendizaje incidental).

Por lo general, las preguntas intercaladas se redactan bajo la modalidad de reactivos de respuesta breve o completamiento, aunque es posible emplear, siempre que sea pertinente, otros tipos de reactivos o bien referirse a respuestas de tipo ensayo o a actividades de otra índole.

Generalmente se evalúa a través de preguntas intercaladas los siguientes aspectos:

- a) La adquisición de conocimientos.
- b) La comprensión.
- c) Incluso la aplicación de los contenidos aprendidos.

Se le ofrece al aprendiz *retroalimentación correctiva* (es decir, se le informa si su respuesta a la pregunta es correcta o no y por qué). Las preguntas intercaladas ayudan a monitorear el avance gradual del estudiante, cumpliendo funciones de evaluación formativa.

Por lo anteriormente expuesto, las principales funciones de las pregunta intercaladas son:

- Mantener la atención y nivel de "activación" del estudiante a lo largo del estudio de un material.
- Dirigir sus conductas de estudio hacia la información más relevante.
- Favorecer la práctica y reflexión sobre la información que se ha de aprender
- En el caso de preguntas que valoren comprensión o aplicación, favorecer el aprendizaje significativo del contenido.

Analogías

El empleo de analogías es muy popular y frecuente: cada nueva experiencia tendemos a relacionarla a un conjunto de experiencias análogas que nos ayudan a comprenderla.

Una analogía es una proposición que indica que una cosa o evento es semejante a otro. Una analogía se manifiesta cuando:

Dos o más cosas son similares en algún aspecto, suponiendo que entre ellos hay otros factores comunes.

Cuando una persona extrae una conclusión acerca de un factor desconocido sobre la base de su parecido con algo que le es familiar.

Las funciones de las analogías son:

- Incrementan la efectividad de la comunicación.
- Proporcionar experiencias concretas o directas que preparan al alumno para experiencias abstractas y complejas.
- Favorecer el aprendizaje significativo a través de la familiarización y concretización de la información.
- Mejorar la comprensión de contenidos complejos y abstractos.

Pistas tipográficas y discursivas

Las pistas tipográficas se refieren a los "avisos" que se dan durante el texto para organizar y/o enfatizar ciertos elementos de la información contenida.

Son pistas tipográficas usadas de forma común, las siguientes:

- Manejo alternado de mayúsculas y minúsculas.
- Uso de distintos tipos (negrillas, cursivas, etcétera) y tamaños de letras.
- Empleo de títulos y subtítulos.
- Subrayados, enmarcados y/o sombreados de contenidos principales (palabras clave, ejemplos, definiciones, etcétera).
- Inclusión de notas al calce o al margen para enfatizar la información clave.
- Empleo de logotipos (avisos).
- Manejo de diferentes colores en el texto.
- Uso de expresiones aclaratorias.
- Las pistas discursivas, que utiliza el profesor para destacar alguna información, o hacer algún comentario enfático, en su discurso o en sus explicaciones.

Algunos ejemplos de pistas discursivas son:

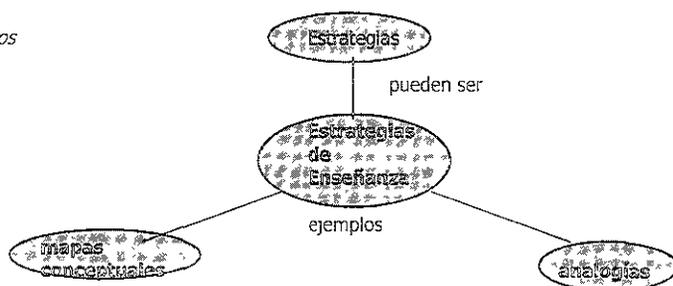
- Manejo de tonos de voz, sobre aspectos importantes.
- Expresiones del tipo: "esto es importante...", "poner atención en...", "atención porque en seguida...", etcétera.
- Expresiones que hablan sobre el discurso mismo, con la intención de aclararles o ayudarles a dar sentido a los alumnos sobre la información presentada, como los "metaenunciados" (véase Coll y cols., 1992).
- Anotación de los puntos importantes en el pizarrón (al numerar y escribir las ideas principales presentadas en una explicación).
- Gesticulaciones enfáticas sobre ideas o puntos relevantes.
- Establecimiento de pausas y discurso lento (sobre aspectos relevantes) a lo largo de una explicación.
- Reiteraciones de la información, recapitulaciones.

Las pistas tipográficas y discursivas cubren como función esencial el auxiliar al alumno en la detección de los elementos incluidos más importantes y a obtener una configuración global de la organización e interrelación de los diferentes elementos del contenido que ha de enseñarse.

Mapas conceptuales y redes semánticas

De manera general, puede decirse que los mapas conceptuales y las redes semánticas son representaciones gráficas de segmentos de información o conocimiento conceptual. Por medio de estas técnicas podemos representar temáticas de una disciplina científica, programas curriculares, explorar el conocimiento almacenado en la memoria de un profesor o de un aprendiz, y hasta realizar procesos de negociación de significados en la situación de enseñanza. Un mapa conceptual es una jerarquía de diferentes niveles de generalidad o inclusividad conceptual, estructurada por varias proposiciones conceptuales. Está formado por conceptos, proposiciones y palabras de enlace.

FIGURA 2.3.
Representación de conceptos en un mapa conceptual



Las redes semánticas también son representaciones entre conceptos, pero a diferencia de los mapas no son organizadas necesariamente por niveles jerárquicos. Otra diferencia, quizá más distintiva con respecto a los mapas conceptuales, consiste en el grado de laxitud para rotular las líneas que relacionan los conceptos. En el caso de los mapas conceptuales, no existe un grupo fijo de palabras de enlace para vincular los conceptos entre sí, mientras que para el caso de las redes sí los hay (véase Dansereau, 1985; Posner, 1979).

Las funciones de los mapas conceptuales y de las redes semánticas son las siguientes:

- Permitir representar gráficamente los conceptos curriculares (que se van a revisar, que se están revisando o se han revisado) y su relación semántica entre ellos. Esto le permite al alumno aprender los conceptos, relacionándolos entre sí según dos códigos de procesamiento: visual y lingüístico (semántica).
- Los mapas y las redes facilitan al docente y al diseñador de textos la exposición y explicación de los conceptos sobre los cuales luego puede profundizarse tanto como se desee.
- Ambos recursos gráficos permiten la negociación de significados entre el profesor y los alumnos; esto es, a través del diálogo guiado por el profesor, se pueden precisar y profundizar los significados referidos a los contenidos curriculares. En este mismo sentido, es posible animar y enseñar a los alumnos a que elaboren sus propios mapas o redes (según sea el caso) de manera individual o en pequeños grupos, y luego discutirlos mutuamente.
- El uso de los mapas y las redes también puede ayudar a los alumnos a comprender en un momento determinado de un episodio didáctico amplio (tema, unidad o curso), el rumbo recorrido o el avance de las sesiones de aprendizaje; el caso de un lector, ayuda a asimilar los conceptos revisados dentro de un texto, hasta el momento de su lectura. Si el profesor los utiliza adecuadamente, puede coadyuvar a que los alumnos relacionen con más facilidad los asuntos vistos en sesiones anteriores con los nuevos temas que se revisan o con los próximos.

- Con los mapas y las redes es posible realizar funciones evaluativas; por ejemplo, para explorar y activar los conocimientos previos de los alumnos y/o para determinar el nivel de comprensión de los conceptos revisados.

Estructuras de texto: implicaciones de enseñanza

Los textos poseen una estructuración retórica que les proporciona organización, direccionalidad y sentido. Dicha organización de las ideas contenidas en el texto suelen ser llamadas *estructura, patrón o superestructura textual*.

Los autores o diseñadores de discurso escrito seleccionan determinadas estructuras para agrupar las ideas que desean expresar, intentando mejorar la lectura, comprensión y aprendizaje del lector. En la actualidad se conocen con un cierto grado de detalle las estructuras de los textos narrativos (historias, cuentos, fábulas, etc.) y los textos expositivos (colección, secuencia, comparación-contraste, causa-efecto o covariación y problema-solución o aclaratorio).

Textos narrativos

En la década de los setenta surgió toda una línea de investigación sobre el estudio del procesamiento de la lectura de los textos narrativos, llamada la "gramática de historias" (véase Hernández y Rojas-Drummond, 1989). En dicha línea, se elaboró un planteamiento teórico y metodológico que impulsó notablemente el estudio de los procesos de comprensión de la lectura. Los textos narrativos tienen como función principal divertir, y en algunos casos, dejar una enseñanza moral al lector (v.gr., las fábulas). Sobre sus aspectos estructurales típicos, podemos decir en términos generales lo siguiente (véase Gárate, 1994):

- Un texto narrativo está compuesto principalmente por un escenario y una secuencia de episodios.
- En el escenario, se presenta información más o menos detallada sobre el lugar y tiempo donde ocurren los sucesos, así como los personajes que intervienen en la historia (en particular el personaje principal).
- Posterior a ello, se eslabonan los distintos episodios. Uno de éstos se encuentra compuesto por una secuencia de situaciones, a saber: un evento inicial o principio (que generalmente le ocurre al personaje principal y que dispara toda la secuencia de acontecimientos siguientes), una meta o intención, un intento y un resultado.
- Los distintos episodios se van organizando entre sí por medio de relaciones temporales y/o causales. Cuando la historia se encuentra basada en relaciones temporales su estructura es más flexible, en comparación con la estructura causal que es más rígida. Esto trae importantes consecuencias en el recuerdo de la información de la historia (Hernández, 1987).
- En general podemos decir que los textos narrativos tienen como punto central un esquema de solución de problemas; es decir, al personaje principal le ocurre algo y a través de distintos medios (acciones, intentos, relaciones con otros personajes) pretende solucionarlo (conseguir o evitar algo) (Gárate, 1994).

Textos expositivos

Los textos expositivos intentan comunicar, informar, proporcionar una explicación al lector acerca de una o más temáticas determinadas. Este tipo de textos son continuamente utilizados en la prosa de distintas ciencias naturales (física, biología, etcétera), sociales (historia, geografía, etcétera) y otras disciplinas (por ejemplo, matemáticas, administración, etcétera).

En el contexto educativo, los textos narrativos son ampliamente utilizados en la enseñanza elemental, mientras que los textos expositivos están presentes prácticamente en casi todos los niveles educativos y en los textos de ciencias naturales y sociales, así como en los de humanidades y conocimiento tecnológico.

3. LA INTERNET EN EDUCACIÓN

Cuando se "descubrió" América y se inventó la imprenta (hace cinco siglos), la comunicación entre el continente europeo y americano, tomaba hasta meses. Actualmente toma sólo unos cuantos segundos, lo cual significa que las fronteras se han ampliado y se tiene al alcance toda la información que emiten los medios. Éstos transmiten las costumbres, las formas de vida, los problemas sociales, los retos y los sueños que se producen en el mundo entero.

Aunque existen limitaciones para acceder a la información y al conocimiento, las personas saben lo que ocurre en el mundo, ya que están mejor informadas de lo que estuvieron los adultos mayores hace apenas unos años (esto incluye a los padres y a los profesores). Hoy quien no sabe usar una computadora, acceder a Internet y enviar correos electrónicos, son considerados analfabéticos⁵, equivale a no saber leer y escribir, se está condenado a no recibir información y conocimientos actualizados del mundo en el próximo milenio, el cual estará caracterizado por la información automatizada.

La carencia de estas capacidades aumenta la brecha entre los países del primer y tercer mundo. Sin embargo, aún en países como Estados Unidos todavía hay un 50% de profesores que no saben utilizar estas herramientas y recursos computacionales. Es muy grave observar que un alto porcentaje de docentes de los países subdesarrollados, está siendo rebasado por sus propios alumnos en el uso de estos medios.

Un nuevo elemento que se agrega a esta situación relacionada con la computación es la Internet. ¿Quién no ha oído de Internet en educación? Esta palabra ya ha sido nombrada por casi la totalidad de los docentes y estudiantes, pero... ¿Cuántos de ellos le han dado un uso verdaderamente educativo? ¿Cuántos saben de sus recursos y potencialidades?. El objetivo de este capítulo artículo es dilucidar estos aspectos y dar a conocer los recursos y aplicaciones en la educación de la red informática más importante que se haya creado hasta el momento.

La Internet es el fenómeno educativo actual de mayor crecimiento en el mundo, pues la mayoría de universidades cuentan ya con el acceso a este recurso y tienen publicadas sus páginas en el WWW. Desde el momento en que surgió hasta nuestros días, ha ocurrido una gran transformación, pasó de ser una brecha de terracería a una super carretera de múltiples carriles. Se ha transformado gradualmente ofreciendo diversos servicios, desde el correo electrónico hasta las videoconferencias interactivas y las presentaciones en tercera dimensión.

Con la aparición de la Internet en el espacio de la red mundial de computadoras conoció también como ciberespacio, se están generando nuevas formas de comunicación que no había conocido antes la humanidad, nuevas formas de relación interpersonal, de intercambio de información, de ideas, cultura, valores y sentimientos.

Se estima que 350 millones de personas en 23 países del mundo son de habla hispana, esto la convierte en el cuarto idioma más hablado en el mundo, por lo tanto, los hispanohablantes constituyen el tercer segmento de usuarios más importante en Internet, integrando así el 9.2% de los usuarios de la red; segmento que se está triplicando anualmente. Por lo tanto, se calcula que los 8.5 millones de hispanohablantes en la red se incrementarán a 34 millones en los próximos dos años⁶

Por lo que se refiere al número de usuarios (no confundir con dominios), se estima que hasta septiembre de 2000 había un total de 377.65 millones de personas conectadas a la Internet, las que se distribuyen de la siguiente manera⁷:

⁵ El término empleado es utilizado para indicar el desconocimiento sobre aspectos de la computación

⁶ Dato tomado de un artículo aparecido en Monday Magazine http://goodppl.hypermart.net/mon_7o.html (consultado 9/06/98).

Fuente: EGM (Estudio General de Medios), Septiembre del 2000 Nua Internet Sur Veys

Africa	3.11	Millones
Asia/Pacífico	89.68	Millones
Europa	105.89	Millones
Oriente Medio	2.40	Millones
Canadá y USA	161.31	Millones
Sur América	15.26	Millones

Por lo expuesto hasta aquí podemos ver que Internet constituye un conjunto de recursos que por ahora sólo están al alcance de algunas minorías, y que la información contenida en ella puede ser aprovechada para propósitos educativos.

En estudios recientes se ha encontrado que el tiempo que invierten los jóvenes en el uso de Internet en conexión es de entre 8 y 17 horas en promedio por mes, estas cifras tienden a crecer⁸. Esto nos lleva a pensar que la importancia de la Red va en aumento y que son los muchachos la población que dentro de poco se convertirá en la más importante.

El aprendizaje de la navegación por Internet no es un fin educativo en si mismo, pero sí una necesidad para acceder a múltiples fuentes de información gráfica, icónica, auditiva y personal, y a pesar de que muchas personas la satanizan, la mayoría de los usuarios menciona que dependiendo del buen uso que se le dé, puede redituar grandes beneficios educativos.

El gran atractivo que surge con la Internet es la posibilidad de distribuir, manejar, usar, analizar y en general, efectuar cualquier proceso sobre la información que se recibe. Ahora con la Internet el poder ya no está en tener la información, como se afirmaba hasta hace algunos años, sino en saber dónde localizarla rápidamente, al menor costo y qué hacer con ella.

3.1. Historia de Internet.

¿Que es Internet?

En esencia, internet es una red mundial de computadoras que ofrece acceso a gente e información. Más de veinte millones de personas la utiliza y se espera que pronto llegue a cien millones. Pero Internet es más que esto, es una comunidad virtual que existe efímeramente en la realidad física. Esto puede ser motivo de discusiones filosóficas extensas, lo que no va a modificar su vida. En cambio, ejecutando varios programas, que dependerán del tipo de información que desee, Internet provee varios beneficios reales que sí pueden tener un impacto muy grande en sus vidas.

- o Correo electrónico: Se puede usar Internet para enviar correo electrónico a cualquier usuario de computadora que esté conectado a la red. El correo tradicional o "correo de caracol" (Snailmail) puede tardarse varios días, el electrónico sólo unos minutos.
- o Noticias en red: Puede participar en una amplia variedad de grupos de discusión electrónicos de casi cualquier tema. Actualmente existen más de 4000 grupos de discusión y noticias.
- o Transferencia de archivos: Puede transferir archivos entre su computadora y cualquier computadora conectada al Internet en el mundo.
- o Curiosear información: Puede usar herramientas de software para curiosear a través de recursos de información.

Y esto es sólo el principio de lo que le ofrece internet.

⁸ Estudios elaborados por RelevantKnowledge y por la firma NetRatings (agosto de 1998), divulgado por El Reporte Delta No 43 del 24 de septiembre de 1998 <http://delta.hypermart.net/>

Historia de Internet

Internet comenzó a principios de los años 70 como una red del Departamento de Defensa de E.E.U.U. llamada ARPANet. Esta tenía como finalidad el poder soportar fallas parciales en la red y aún así funcionar correctamente. Para lo cual las computadoras buscaban caminos alternos para lograr la conexión. Lo único que se requería, era la dirección de la computadora a la que tenía que llegar la información. Esta dirección era llamada Protocolo Internet (IP).

A principios de los 80, se desarrollaron redes locales Ethernet.

La mayoría funcionaban con el sistema operativo UNIX, éste tenía la capacidad de conexión IP. Las organizaciones quisieron conectarse a ARPANet. Dado que todos "hablanblan" IP, se vieron las ventajas de poder comunicarse no sólo con ARPANet, sino con cualquier otra red.

A finales de los 80, la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF) creó cinco Súper-Centros Regionales de Computación, recurso que puso a disposición de la investigación científica. Dado el costo de estos centros, sólo se crearon cinco, lo que hacía obligatorio el compartir recursos. Para dar acceso a investigadores y administradores, éstos tenían que conectar su centro a los Súper-Centros, para ello se pensó en ARPANet, pero por problemas burocráticos se abandonó esta idea. Fue entonces que la NSF creó su propia red NSFNET, utilizando la tecnología IP de ARPANet, a través de líneas especiales de teléfono.

El costo tan elevado de las líneas telefónicas, hizo que la NSF creara redes regionales, cada computadora se conectaba a su vecino más cercano y alguna de éstas a un Súper-Centro Regional. Todos los Súper-Centros se interconectaron. Esto permitió que cualquier computadora se comunicará con cualquier otra.

Esto fue exitoso, los investigadores descubrieron que no sólo podían intercambiar información relacionada con los Centros sino todo tipo de información. En 1987 se mejoró la red reemplazando líneas telefónicas y computadoras por versiones que permitían mayor velocidad de transmisión y ejecución. Esta red se abrió a la mayoría de investigadores, funcionarios de gobierno y concesionarios. Se extendió su acceso a organizaciones internacionales de investigación.

A finales de los 80, Internet se convirtió en el nombre real de la red. A principios de los 90, se autorizó el ingreso de algunas compañías comerciales y empezó a expandirse el acceso internacional. Hoy, el Global Matrix es una red internacional de redes de información (incluyendo Internet) que trabajan a velocidades muy altas y dan servicios a más de 27 millones de usuarios en más de 165 países. Está entrando en forma acelerada a las empresas, hogares y salones de clase desde kínder a 3ro. de preparatoria, creciendo a un ritmo aproximado del 100% anual o un nuevo servidor cada 30 minutos.

En la Educación:

La comunidad escolar (kínder-preparatoria) necesita estar conectada a una red global. Una vez que lo logre, los educadores utilizarán los recursos, que ahora no están disponibles dentro de sus salones, para realizar los programas institucionales y lograr metas educativas específicas. Estas pueden ser tan simples como demostrar la relación entre tecnología y aprendizaje o de efecto tan amplio como el integrar el aprendizaje a una comunidad más amplia. Por lo que la mayoría de proyectos en línea no son un fin en sí mismos.

Existe una gran cantidad y variedad de información disponible en Internet. Llega de diferentes formas: texto, dibujos, porciones de video, archivos de sonido, documentos multimedia y programas. Se tiene que tener cuidado y no pensar que dar a los alumnos información es lo mismo que darles conocimientos. El conocimiento es el resultado de la transformación individual de la información. El conocimiento es privado mientras que la información es pública. Entonces el conocimiento no puede ser comunicado, sólo se puede compartir la información. Por lo tanto, es

importante que las personas de la "Era de la información", no sólo aprendan a tener acceso a la información sino más importante, a manejar, analizar, criticar, verificar, y transformarla en conocimiento utilizable. Deben poder escoger lo que realmente es importante, dejando de lado lo que no lo es.

3.2. La Internet en el mundo: estado actual

Es difícil establecer con exactitud el estado actual de la situación de la Internet en el mundo, pues va creciendo con tal rapidez que al darse una cifra, en cuestión de días ésta es obsoleta. Se dice que su crecimiento general es de un diez por ciento mensual, esto significa que en tan solo diez meses se ha duplicado.

Por otro lado, hay personas que dicen que en cuestión de un año la información crece no solo exponencialmente, sino como una auténtica explosión; un ejemplo es el que ocurrió en abril de 1993, en que había en Internet alrededor de 60 mil documentos y un año después eran más de dos millones⁹.

En el primer mundo las estadísticas indican que el crecimiento de la Internet es continuo, de acuerdo con la información proporcionada por Iconocast, hay más de 2100 millones de páginas en Internet. El estudio también encuentra que la WEB está creciendo en la explosiva cifra de 7 millones de páginas/día, lo cual significa que se doblará la cantidad sobre el 2001¹⁰. Por lo que se refiere a los Dominios¹¹, Internet cuenta ya con más de dos millones de registros¹².

En relación a la penetración de Internet la red sigue creciendo a ritmos vertiginosos, sin embargo se ha querido medir el nivel de penetración en las diferentes poblaciones, de tal manera que se pueda determinar qué porcentaje de los habitantes de un país tienen acceso a la red. A continuación se muestra una tabla con los países que cuentan con la mayor cantidad de este recurso.

Análisis en conteo de nodos¹³

División de los 29,669,611 servidores encontrados hasta enero 1998

Posición	Dominio	Descripción	Servidores	% total
1	COM	Comercial	8,201,511	27.64
2	NET	Redes	5,283,568	17.81
3	EDU	Educación	3,944,967	13.30
Total			17,430,046	58.75

Como puede observarse los tres primeros dominios suman más la mitad de los servidores en Internet.

Posición	Dominio	Descripción	Servidores	% total
4	JP	Japón	1,168,956	3.94%
5	MIL	Ejército EE.UU.	1,099,186	3.70%
6	US	EE.UU.	1,076,583	3.63%
7	DE	Alemania	994,926	3.35%
8	UK	Reino Unido	987,733	3.33%

⁹ Borrás, Isabel "Enseñanza y aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica" San Diego State University (EE.UU.) borras@mail.sdsu.edu http://www.doe.d5.ub.es/te/any97/provas_cnui

¹⁰ Fuente: EGM (Estudio General de Medios), Septiembre del 2000 Nua Internet Sur Veys

¹¹ Los Dominios son las direcciones electrónicas donde residen los Servidores que sostienen a la inmensa red de la Internet, un dominio es la dirección de una computadora donde se encuentran uno o varios servicios para sus usuarios

¹² Esta cifra ha sido dada por la compañía Network Solutions Inc. <<http://www.netsol.com/>>, dedicada al registro de dominios

¹³ Para el análisis hemos usado los datos de The Network Wizards (<http://www.nw.com/zona/WWW/Loa.html>), quienes realizan una búsqueda completa del sistema DNS (Domain Name Server) <http://www.mundolatino.org/eh/nwv0198.htm>

9	CA	Canadá	839,141	2.83%
10	AU	Australia	665,403	2.24%
Total			24,261,974	81.77%

Los diez primeros dominios suman más del 80% de los servidores en Internet.

Posición	Dominio	Descripción	Servidores	% total
21	ES	España	168,913	0.57%
25	BR	Brasil	117,200	0.35%
37	MX	México	41,659	0.14%
38	PT	Portugal	39,533	0.09%
45	AR	Argentina	19,982	0.07%
46	CL	Chile	19,168	0.07%
53	UY	Uruguay	10,295	0.03%
54	CO	Colombia	10,173	0.03%
61	DO	República Dominicana	4,853	0.02%
67	VE	Venezuela	3,869	0.01%
69	PE	Perú	3,415	0.01%
70	CR	Costa Rica	2,965	0.01%

Todos los países hispanohablantes juntos 289,572 0.98%

Por lo que se refiere a la tasa de crecimiento global anualizada tenemos que:

Mes	Año	Servidores
Julio	2000	126,339,493
Enero	2000	92,718,932
Julio	1999	67,814,272
Enero	1999	49,852,701
Julio	1998	36,739,000
Enero	1998	29,670,000
Julio	1997	19,540,000
Enero	1997	16,146,000
Julio	1996	12,881,000
Enero	1996	9,472,000
Julio	1995	6,642,000
Enero	1995	4,852,000
Julio	1994	3,212,000
Enero	1994	2,217,000
Julio	1993	1,776,000
Enero	1993	1,313,000

Por lo que se refiere a los países en vías de desarrollo de América Latina, el uso de la Internet ha crecido aceleradamente, ejerciendo una gran presión sobre los países de la región para mejorar los sistemas de telecomunicaciones¹⁴. Los sondeos sobre el acceso a la red mundial indican, que el número de usuarios regulares está entre los cinco y los ocho millones. "En tres años y medio, el uso de la Internet ha crecido en más del 800 por ciento en América Latina" (cifra del secretario estadounidense de Comercio, William Daley).

El país latinoamericano con mayor número de Servidores¹⁵ en Internet es Brasil, con 163,890; México ocupa el segundo lugar con 83,949 y entre 600 mil y un millón de usuarios; le siguen Argentina con 57,532 servidores; Chile 22,889; Uruguay 16,345; Colombia 11,864; Venezuela 6,825; Perú 3,763; Costa Rica 2,844; Ecuador 1,227; Guatemala 1,046; Paraguay 855; Panamá 766; Nicaragua 692; El Salvador 647; Bolivia 506; Belice 262; Jamaica 253; Puerto Rico 123; Honduras 106; Cuba 85; y República Dominicana 79. Se estima que todos los países de América, excepto Haití, ya están conectados a la red mundial Internet.

Por lo que se refiere a África, que es el continente que cuenta con el mayor número de países pobres del mundo (44 de los 53 más pobres)¹⁶, el número de personas que accede a Internet cada vez es mayor, pues ya tienen acceso total a la red internacional.

¹⁴ Estos datos aparecieron en el boletín EDUCYT No. 38 Año 1 del 7 de mayo de 1998

¹⁵ Datos actualizados hasta julio de 1998 proporcionados por The Network Wizards en

<http://www.nw.com/zona/www/dist-bynum.html>

¹⁶ "Combate al analfabetismo virtual", Op cit

Se sabe que en las ciudades más importantes de México, se están instalando nuevos nodos de comunicación que permitan el uso de Internet. Las primeras personas o instituciones beneficiadas con este servicio han sido las universidades, junto con sus académicos y estudiantes.

Como conclusión a este punto se harán algunos señalamientos que hay que tomar en cuenta:

1. Cada 12 a 15 meses se duplica la cantidad de servidores en Internet
2. El dominio no indica dónde está el servidor físicamente. Por ejemplo: un servidor bajo el dominio *.mx* (México) puede estar físicamente en Estados Unidos y un dominio *.com* (Comercial) puede estar físicamente en Argentina o cualquier otro país.
3. Hay muchas empresas, institutos y personas en países latinoamericanos que prefieren registrar su servidor bajo un dominio genérico (*.com, .org, .net*). Por lo que estos servidores NO se reconocerán como un servidor de dicho país.
4. Es imposible saber el tamaño exacto de Internet, dónde están los servidores físicamente y cuántos usuarios hay con exactitud."

3.3. Posibilidades y Limitaciones

Uno de los temores que tienen las personas que aportan conocimientos al mundo a través de la Internet, es que la información es muy fácil de copiar. El peligro es que las personas (alumnos, profesores e investigadores) que la utilicen para aprender, se conviertan en "aprehendentes", es decir en simples capturadores de información.

Un problema que presenta esta nueva forma de comunicación es la lógica de los textos. Cuando uno lee un libro, éste normalmente tiene una lógica lineal, en la cual uno va comprendiendo lo que el autor va develándonos gradualmente, siendo una actividad puramente literaria o de investigación. El problema planteado por esta nueva tecnología, es que tiene su propia lógica que no respeta la lógica humana cotidiana, pues está llena de saltos hipertextuales e hipermediales (links), que interrumpen la linealidad del texto y por consiguiente la manera en la cual aprendemos las cosas o la realidad. Por tal motivo es muy fácil que las personas se distraigan o desvíen de sus propósitos originales.

Otro problema es que cualquier persona puede encontrar información "inadecuada", como pornografía. En este caso no hay mucho que hacer, ya que depende del esquema de valores de cada persona el ignorar este tipo de información.

Algo positivo de esta nueva tecnología para la educación, es que se trata de una tecnología limpia, que no atenta contra el medio ambiente, como ocurre con los impresos que significan muchos árboles talados. Permite a cada persona acudir a las fuentes de información de cualquier parte del mundo sin desplazarse físicamente, proporcionándole una sensación de sintopía, es decir, sentir que se está en el lugar. Así, con los ojos mirando la pantalla y con las manos en el teclado de la máquina, se puede viajar a miles de kilómetros a la velocidad de la luz, donde se mira y hurga todo género de archivos con información que le interesa, y que se queda hipervinculado con otras personas que se interesan por las mismas cosas que él.

Es un medio que se puede utilizar en la educación, pues se trata de un medio audio-escrito-visual (hipertextual e hipermedial), que puede mostrarnos: cartas, revistas, libros, diccionarios, traductores automáticos de idiomas, bases de datos, buscadores de información, audio (como el radio y las grabaciones en casete), vídeo (como el videocasete y la televisión), diálogo en tiempo real (como el teléfono) y otros más. En síntesis es un maravilloso medio que integra a todos estos en uno solo. El tiempo nos mostrará en qué medida y con qué rapidez los medios tradicionales podrán ser reemplazados por las nuevas tecnologías telemáticas aplicadas a la educación, por ahora, lo que éstas prometen es tan atractivo que sería una gran torpeza hacerlas de lado o ignorarlas.

3.4. El uso de Internet en el ámbito educativo

Antes de intentar utilizar el recurso como herramienta de apoyo educativo, lo primero que se debe investigar es si los alumnos y los docentes saben utilizarla correctamente. Para saber esto hay que aplicar un cuestionario o interrogar a los sujetos del proceso educativo. ¿Saben buscar sitios Web, copiar documentos, transferir archivos, enviar correos, usar chats, etc.? ¿Saben utilizar: un procesador de textos, una hoja de cálculo, etc.? Si la respuesta es negativa, entonces se debe realizar cursos de capacitación, amén de que la institución educativa, profesorado y alumnos cuenten con los equipos para el acceso.

Se pueden tener muy buenas intenciones en el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación, pero si no se saben utilizar adecuadamente, no tiene ningún sentido "modernizar" la escuela con los equipos.

La Internet es una ventana al mundo desde el salón de clase, donde los alumnos han podido acceder a diversa y variada información, así como poder relacionarse cultural y socialmente con miembros de otras latitudes. A continuación se muestra un párrafo que nos muestra lo que está sucediendo actualmente.

"La Asociación para la Alfabetización Audiovisual (AML), con sede en Toronto señala que poco antes de terminar la educación secundaria un estudiante pasa unas 11,000 horas dentro de la educación formal, frente a unas 15,000 horas ante al televisor y otras 10,500 horas escuchando música pop. Además de otras miles de horas dedicadas a otros medios de comunicación, como: historietas, videojuegos, cine y ahora Internet. Frente a este contexto debemos hacer énfasis que ya no es suficiente saber descodificar signos lingüísticos para comprender la realidad. Internet, entre otras nuevas tecnologías nos confronta con una nueva percepción del mundo en donde se hace urgente tomar decisiones en políticas públicas y culturales para la mayor optimización de los recursos que cuenta la sociedad civil"¹⁷.

Son muchas las personas -entre ellas padres y hasta profesores- que se preguntan todavía si la Internet puede ser una herramienta más para la educación. Esto equivale a que en su tiempo se preguntara si el libro sería útil para educar, la respuesta obvia es sí. ¿Que hay relativamente pocas personas que la utilizan en educación? ¿Que no todos los educandos y educadores tienen la posibilidad de acceder a este recurso?; es cierto, pero no por eso vamos a dejar de usarlas o a esperar hasta que todo el mundo esté en condiciones de utilizarla. Lo que no es correcto es que cuando en muchos hogares ya hay personas que cuentan con este recurso, la escuela aún no lo tenga. Por lo tanto, el alegato no es si aprobamos o no la utilización de la Internet en educación, sino ¿qué debemos hacer para que el uso de Internet sea accesible y fácil para todos?. Ahora Internet se ha convertido en el más gigantesco "libro" que haya escrito la humanidad o en la más grande biblioteca imaginada. Su problema radica en su inmensidad, entonces la única pregunta a considerar debe ser, ¿cómo utilizarla adecuadamente en educación?

Históricamente, siempre que aparecen o emergen en el horizonte del que hacer docente nuevas tecnologías, - recordemos los años setenta con la Tecnología Educativa- se inicia una etapa de temor y rechazo a lo desconocido.

Sin embargo, debe quedar bien claro que nunca la Internet sustituirá completamente al libro, al profesor, ni a la realidad, por el contrario, ayudará al docente y al alumno, como un instrumento más que se agrega a la larga lista de los recursos educativos.

Internet cubre un nicho que otros medios no lo hacen o si lo realizan es en forma más deficiente; es así como algunas personas distantes o aisladas en la geografía de las fuentes de la información,

¹⁷ Tomado de. Date: Thu, 2 Apr 98 15:54 GMT-3:00 To: owner-infoedu@ccc.uba.ar From: "Marcelo Perez" <cedecop@hotmail.com> To: lasnoticias@ferca.net Cc: infoedu@ccc.uba.ar Subject: Fwd: [infoworkers] Re: Internet. Un desafío de la sociedad civil

pueden ahora acceder a la información no solo de texto, sino auditiva y visual; ahorrando tiempo, evitando desplazarse y obteniendo documentos no impresos a muy bajo precio.

¿Educativamente qué cosas se pueden hacer con la Internet? La respuesta a esta pregunta tiene tantas posibilidades como el límite de la imaginación y la creatividad. Aquí solo mencionaremos algunos proyectos simples que pueden aplicarse al proceso de enseñanza-aprendizaje, por ejemplo:

- Utilizar el correo electrónico en un intercambio de información entre escuelas con distintas realidades socio-económico-culturales.
- Usar la Web para rescatar obras literarias importantes para que sean leídas y analizadas.
- Construir con sus alumnos una hoja Web sobre un tema de interés general de los alumnos (la naturaleza, la pobreza, etc.)
- Pedir los alumnos que investiguen lugares (Sitios Web) donde haya información sobre temas relacionados con la materia.
- Hacer que busquen información en los buscadores especializados y que realicen un ensayo sobre un tema elegido.
- Que busquen información en diarios digitales de uno o varios países.
- Organizar una sesión distante utilizando el Chat para una "reunión virtual" con sus alumnos abordando una discusión de un tema.
- Hacer que los alumnos realicen búsquedas de información en otro idioma y que la traduzcan en los traductores automáticos que existen en la red.
- Solicitar trabajos de investigación documental con inclusión de imágenes que ilustren el contenido.

El listado de proposiciones puede ser infinito, todo es cuestión de identificar los objetivos de aprendizaje de cada programa educativo y diseñar la estrategia de enseñanza-aprendizaje.

3.5. Recursos de la Internet

Los recursos de la Internet deben ser usados, como su nombre lo indica, como recursos, en una actividad planificada y con una guía de trabajo clara y específica. Se enfatiza en esto porque en algunas instituciones educativas, se ha estado desvirtuando desde un principio el uso de los recursos de Internet, no solo por parte de los alumnos, sino también por los docentes. Pues saben que como medio novedoso interesa a los alumnos, y en algunos casos los cautiva, estimulando el uso de recursos como el chat, pero sin ninguna guía de trabajo, donde los muchachos "navegan" a la deriva, sin algún objetivo educativo que perseguir y donde no se "habla" de nada importante más que de lo intrascendente.

Se debe tener presente que los recursos de Internet no son nada más educativos, por o tanto, como docentes y como padres de familia, debemos preocuparnos por lo que hay dentro de estos recursos.

Decir que "la Internet es un lugar donde hay mucha basura y pornografía", es desconocer que al igual que en la sociedad, hay lugares *non santos* y otros muy educativos, culturales y afeccionadores. Al igual que en los libros no todo lo que se escribe es verdad o científico, en la red también se encuentra información que no tiene utilidad para la educación.

El hecho mismo de entrar en la búsqueda en Internet es un aprendizaje en sí mismo, el cual se va ejercitando mientras se usa con un plan predeterminado. Es muy importante que los alumnos tengan claro qué se quiere conseguir, cuál es el propósito u objetivo, hacia dónde se dirige la tarea de investigación. De lo contrario se reducirá el uso de la Internet meramente a la curiosidad y se desaprovechará como conjunto de recursos educativos.

3.6. Recursos para docentes y alumnos

A continuación se enlistan algunos sitios donde los estudiantes y docentes pueden obtener información sobre algunos recursos educativos.

¿Qué recursos podemos encontrar en la Internet que sean aplicables a la educación?

El número de estos puede ser muy grande y crecer con el paso del tiempo, los más conocidos son: el correo electrónico, el foro de discusión, los boletines electrónicos, los artículos, los libros electrónicos, las revistas, las bases de datos, los buscadores de información, los glosarios y los diccionarios, los traductores de idiomas, las news, el chat, la telefonía, la radio, el fax, los programas de computo (shareware y freeware), los periódicos electrónicos, los museos, etc.¹⁸.

BILLIKEN (USA)

La tradicional revista para chicos en su versión electrónica. Muy ágil y semanalmente renovada.

http://www.atlantida.com/Billiken/home_billiken.html

CONSUDEC (USA)

Consejo Superior de Educación Católica. Estructura, Estadísticas, Colegios, Red Multimedial, y mucho más.

<http://www.consudec.org/>

ENCARTA LESSONS COLLECTION (USA)

Una enorme cantidad de actividades de integración curricular en diferentes áreas.

<http://encarta.msn.com/schoolhouse/lessons/default.asp>

INTERNET EDUCATIVA (Argentina)

Contiene cursos en línea, libros electrónicos, investigaciones, bibliografías, etc.

<http://www.ieducativa.com.ar/>

MAESTROS LINK (Argentina)

Contiene diversos enlaces a sitios donde se localizan recursos para los enseñantes. Acceso detallado a Material Didáctico,

Guías de Ejercicios, ideas, proyectos, etc.

<http://www.ieducativa.com.ar/intercam/maelink/maelink.html>

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN (Argentina)

Lugar con abundante información para todos los docentes.

<http://www.mcye.gov.ar/index1.html>

MONOGRAFÍAS

Más de 80 monografías sobre diferentes temas, las cuales pueden verse en línea o bajarse.

<http://www.monografias.com/>

RECURSOS PARA EL AULA (España)

Del Ministerio de Educación de España. Una utilísima variedad de trabajos e información con clasificación por áreas y niveles.

<http://www.pntic.mec.es/recaula/index.html>

TEACHERS NET (USA)

<http://www.teachers.net/lessons/>

ZONA DIRECCIÓN (Argentina)

Noticias y artículos de interés para los docentes.

<http://www.mcye.gov.ar/zonaedu/UltimoNumeroDir.html>

3.7. Futuro de la Internet

La Internet desde su surgimiento no ha dejado de avanzar en su modernización. Uno de sus principales impulsores, el vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore, el pasado 13 de abril de 1998, dio a conocer la nueva red multimedia ultrarápida llamada Internet2 que conectará varias universidades de ese país y que se inauguró en 1999 después de múltiples pruebas. Esta iniciativa se ha desarrollado y es gestora de la Corporación de Universidades para Impulsar el Desarrollo de Internet (UCAID por sus siglas en inglés)¹⁹. Esta una iniciativa liderada por más de 130 universidades, por el gobierno estadounidense y por empresas de tecnología de la información.

¹⁸ Algunas de las direcciones que se han incluido fueron tomadas de la siguiente dirección:

<http://www.horizonteweb.com/libro/recursos.htm>

¹⁹ Datos proporcionados en el Boletín Electrónico EL REPORTE DELTA ISSN 0123-5338 Número 24 - Mayo 14 de 1998

Derechos Reservados © J.C. Daccach T. 1997-1998

Esta nueva red evolucionará los ambientes de comunicación como el actual World Wide Web, acelerando espectacularmente la información debido a un mayor ancho de banda, en que pasará de 32 a 128 bits, funcionando de esta manera 100 veces más rápido, con lo cual terminarán así los problemas actuales que se dan en la Internet. Internet2 no estará disponible al público en general en poco tiempo. Se espera que las aplicaciones y el nuevo hardware que se desarrolle pueda ayudar a que la velocidad de la red aumente de manera considerable y la transmisión multimedia y video (a 30 cuadros) sea una realidad. Las redes avanzadas en EU usarán enlaces de 155 y 622 Mbps, sin embargo, se espera que se alcancen más velocidades o anchuras de banda.

El proyecto de Internet2²⁰ surge como consecuencia de la privatización de Internet y por la frecuente congestión de su actividad comercial, las cuales han debilitado muchas aplicaciones necesarias para soportar y apoyar investigación académica, ocasionando un impacto negativo dentro de las comunidades universitarias; dicho proyecto está siendo una realidad gracias al éxito de la Internet de los últimos diez años, y a los requerimientos de manejo de grandes volúmenes de información que están teniendo cada día más las universidades.

Este trabajo es fundamental, dadas las nuevas prioridades de la educación superior, que están orientadas a alcanzar objetivos nacionales en áreas de la investigación, la educación (a distancia, en línea, abierta y continua); proyectos colaborativos y universidad virtual, entre otras. Este proyecto focaliza sus energías y recursos al desarrollo de una nueva generación de aplicaciones avanzadas para los requerimientos emergentes en investigación, enseñanza y aprendizaje. Es así que la comunidad universitaria se ha unido con el gobierno y la industria, para acelerar el siguiente estadio del desarrollo de Internet en la versión académica²¹.

Nuestro país ya ha firmado los convenios internacionales correspondientes para su uso, a través del *Consortio Universitario para el Desarrollo de Internet (CUDI)*. Las primeras instituciones educativas suscritas son: UNAM, UAM, IPN, UdeG, UdlA, ITESM, UANL, y UVM. La infraestructura y capacidad de la red ha sido ofrecida por Telmex, empezando con un ancho de banda de 34 Mbps. Los proyectos más importantes que habrán de desarrollarse se refieren a transmisión de imágenes y video, control de instrumentos, telemedicina, astronomía, física, química, etc.

Otra forma de modernización de Internet es la utilización de la infraestructura de televisión por cable, que es una de las opciones más interesantes con la que nos encontramos de cara al futuro. No se trata realmente de una apuesta de futuro, pues el servicio de Internet por cable ya funciona en algunos países de Europa (Francia), en un buen número de ciudades. Con este sistema se podrán hacer conexiones a Internet las 24 horas del día en una tarifa a bajo costo y a velocidades bastante superior a la habitual. Sin embargo no deja de tener también sus problemas, los que derivan de los propios problemas de congestión de Internet, que en ocasiones impide conexiones más allá de los 10 Kbs en las horas de mayor tráfico. Por ello el próximo milenio se navegar por la Red con voz, como el teléfono.

²⁰ "Internet2 empezará a conformarse por la interconexión de 120 universidades estadounidenses, que unirán sus esfuerzos para desarrollar tecnología y nuevas aplicaciones relacionadas con el mundo de la educación y de la investigación. Es un proyecto de la Corporación Universitaria para el Desarrollo Avanzado de Internet (UCAID - University Corporation for Advanced Internet Development), formada por empresas comerciales de la talla de Cisco Systems, MCI Communications y 3Com. Este nuevo proyecto del UCAID ha requerido una inversión inicial de 500 millones de dólares y exigirá un desembolso anual de 70 millones de dólares, de los cuales 50 corresponden a las instituciones universitarias de este consorcio, y 20 a los miembros corporativos. De la inversión inicial, una gran parte ha sido aportada en concepto de hardware, donde se destacan los equipos de red -como routers y switchers- de Cisco Systems y Northern Telecom y las líneas de fibra óptica de Qwest Communications que conectarán Los Angeles y New York." Datos tomados de la Lista de Discusión INFOEDU; From: "Prof. Claudio Altisen (DJMM)" <zazen@satinlink.com> To: Lista InfoEdu <infoedu@ccc.uba.ar> Date: Mon, 11 May 1998 10:13:53 ARG Subject: (INFOEDU) Internet NEXT . Sender: owner-infoedu@ccc.uba.ar

²¹ Información aparecida en el artículo "Cómo acelerar Internet (II)" de Eduardo Pedreño (4/Julio/98) En el boletín electrónico Las Noticias [en la Red] ** BOLETÍN EXPRESS ** <http://www.lasnoticias.nu> Año II - Número 43
Publicado en Revista SigloXXI Año 5 V. 1 N.12 ene-abr 1999

4. CURSOS A DISTANCIA

El primer y principal medio para difundir la educación a distancia fue el texto impreso. Los primeros cursos a distancia fueron cursos por correspondencia en Europa. Hoy, a pesar de la disponibilidad de canales de difusión más sofisticados, sigue siendo un componente importantísimo en el menú de medios utilizados para divulgar cursos.

Aunque el modelo de cursos por correspondencia es uno de estudio independiente, en el que el estudiante es autónomo y permanece prácticamente aislado, el texto impreso utilizado en conjunción con otros medios que propicien la interactividad, ha demostrado ser una forma útil y aún irremplazable para distribuir material de estudio.

A finales de los 50's y principios de los 60's se popularizó el uso de la radio y la televisión, aunque la producción radial y televisiva estaba limitada a transmisiones en vivo desde los estudios, permitió llegar a grandes audiencias, tanto en las grandes aglomeraciones urbanas, como en comunidades aisladas.

La principal desventaja de estos medios era y continua siendo, la falta de interactividad entre el maestro y el estudiante, cuando se utilizan sin otro medio complementario. Conforme la tecnología ha hecho posible subsanar esta deficiencia; los educadores a distancia han adoptado nuevos medios y nuevas formas de enseñar.

Actualmente, los medios más populares son: Las comunicaciones mediadas por computadora incluyendo el correo electrónico, los sistemas de boletines electrónicos (*Bulletin Board*) y las páginas en Web, que teóricamente crean la posibilidad de ofertar cursos a nivel mundial; de acceder reportes de investigación y bibliotecas virtuales; y de contactar investigadores y expertos de cualquier institución.

La comunicación basada en la transmisión telefónica: el teléfono (audioconferencia) el fax y teleconferencias con audiográficos utilizando vídeo comprimido, tienen un costo de operación relativamente bajo, pero cuyas limitaciones restringen su utilidad pedagógica.

La videoconferencia interactiva, que a pesar de las enormes ventajas que ofrecen en cuanto a interactividad, calidad de visualización, transmisión de datos, aún están limitadas por altos costos, aunque esta desventaja se ha intentado subsanar con la construcción de salas videoconferencia, y la creación de redes interinstitucionales para compartir recursos.

Aún juegan un papel preponderante las transmisiones de radio y televisión, complementadas con otros medios que permiten la interactividad como el teléfono, correo electrónico o fax; debido a la facilidad para alcanzar grandes audiencias.

Los vídeo y audio cassettes, son un excelente medio para entregar material que sería imposible mostrar en textos impresos, y que tienen una amplia difusión, aunque aún persisten limitaciones inherentes a la falta de estándares globales.

Los textos impresos, persisten en casi la totalidad de las instituciones educativas, solo hay unos cuantos casos de universidades en línea, que distribuyen la totalidad de los textos en forma electrónica, aunque los reportes hablan sobre estudiantes que imprimen sus textos en papel, en cuanto los reciben digitalizados.

Los CD-ROM, que en un principio se limitaba a almacenar textos, imágenes y sonidos bajo el pretexto de llamarse "multimedia", poco a poco ha ido incorporando programas de simulación que permiten una interacción más personalizada y se posiciona como una alternativa virtual a talleres y laboratorios.

Además de los medios de comunicación, la tecnología informática ya se empieza a utilizar para efectos administrativos de estudiantes a distancia, como es la implementación de tarjetas

inteligentes (smartcard) con fines de identificación, control de acceso a instalaciones, almacenamiento de información, control de pagos de servicios y servicios bancarios.

4. 1. Algunas consideraciones teóricas sobre educación a distancia.

La Base teórica en la que se basan los modelos instruccionales afecta no solo la manera en la que la información es comunicada al estudiante, sino también en la manera en la que el estudiante la entiende y construye el conocimiento a partir de la información que se le presenta.

La práctica de la Educación a Distancia no puede basarse en usos meramente intuitivos, sino tomar en cuenta que existen importantes aportaciones teóricas que pueden orientar la operacionalización de esta modalidad educativa.

Los enfoques que revisaremos proporcionan explicaciones y justificaciones de los conceptos que manejan los que, a su vez, enriquecen los modelos de trabajo.

Algunos han propuesto que la educación a distancia debería considerarse una disciplina por su propio derecho, bajo el razonamiento de que surge un nuevo conjunto de problemas como el precursor necesario del establecimiento de una disciplina separada (Sparkes 1983, Gough 1984, Holmberg 1986). Otros pueden dudar en hablar de una disciplina *per se*, pues ven más bien a la educación a distancia como un "campo distinto y coherente de una empresa educativa" (Keegan 1986:6). Otros, incluso, prefieren referirse simplemente al "campo" de la educación a distancia desde el punto de vista de que "no hay nada únicamente asociado con la educación a distancia en términos de sus metas, conducción, estudiantes o actividades, que necesite afectar lo que denominamos educación" (Garrison, 1989).

En las dos últimas décadas, se han propuesto varios marcos teóricos que buscan cubrir la totalidad de actividades en la educación a distancia. Se han hecho notables contribuciones por Otto Peters, Michael Moore, Börje Holmberg, Desmond Keegan, D.R. Garrison (y Myra Baynton y Doug Shale), y John Verduin y Thomas Clark. En la siguiente discusión, cada una de estas 6 contribuciones se discutirán desde la perspectiva de su posible lugar en la evolución de la teoría en la educación a distancia. Se proporcionará una síntesis de estos trabajos y orientaciones para su ulterior desarrollo.

UNA COMPARACION DE LA EDUCACION A DISTANCIA Y EL PROCESO INDUSTRIAL

En 1967, Peters (Versión en inglés revisada por el autor, 1983) sugirió que la educación a distancia es un *producto de la sociedad industrial*. Para justificar su noción, Peters proporciona una comparación entre la educación a distancia y el proceso de producción industrial, identificando características mutuas tales como la división del trabajo, la mecanización, la producción en masa, la estandarización y la centralización.

UNA TEORIA DE LA DISTANCIA TRANSACCIONAL Y LA AUTONOMIA DEL APRENDIZ

Moore sostiene que mientras la educación a distancia sea educación y podamos aplicar mucho de lo que sabemos sobre la teoría y práctica de la educación convencional es, en efecto, la extensión de la distancia transaccional la que determina la necesidad del pensamiento y práctica no convencional. La extensión de la distancia transaccional es una función de dos variables, diálogo y estructura. La segunda variable, la estructura, se describe como "una medida de la responsividad de un programa a las necesidades individuales del aprendi", es decir la fijación de límites de tiempo, fechas, duraciones de los cursos. Adicionalmente, hipotetizó que entre más distante sea el programa, mayor autonomía escogerán los aprendices para participar.

UNA TEORIA DE LA ENSEÑANZA EN LA EDUCACION A DISTANCIA

La teoría de Holmberg de la conversación didáctica guiada, reportada por primera vez en inglés en 1983, forma la primera parte de un marco teórico que ha evolucionado a lo largo de un buen número de años. A diferencia de Peters y Moore, Holmberg le dedica poca atención al análisis de la

estructura de la educación a distancia, y más bien se concentra en la interpersonalización del proceso de enseñanza a distancia.

Holmberg mantiene que el establecer una relación personal con el aprendiz es un prerrequisito para la motivación del aprendiz y, por ende, para su aprendizaje. En la educación a distancia, esto puede lograrse a través de medios de comunicación no contigua.

También como Moore, él considera que la autonomía del aprendiz es el ideal, y mantiene que una de las metas de la educación a distancia es ayudar a los aprendices a alcanzar su autonomía completa. Holmberg promueve sistemas que ofrecen admisión abierta, ritmo libre en el inicio y fin de las unidades, tareas no fijas, fechas adecuadas, y sin que se requieran seminarios o actividades.

El empezó con la suposición de que eran procesos de comunicación las actividades como el pensamiento en voz alta, el procesamiento elaborativo del texto, el razonamiento en privado y la lectura en silencio. La aplicación de estos procesos en el desarrollo de materiales instruccionales impresos resultó en el desarrollo de principios específicos de la conversación didáctica guiada (Holmberg 1983). Holmberg concluyó que si los materiales impresos se desarrollaban de acuerdo a estos principios, tendría lugar una conversación simulada entre el aprendiz y el autor de los materiales y entre el aprendiz consigo mismo.

UNA TEORIA DE REINTEGRACION DE LOS ACTOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Keegan (1986,1990) cree que la base para una teoría de la educación a distancia puede encontrarse en la teoría general de la educación, pero no dentro del marco de la instrucción oral o basada en grupos. Él defiende esta posición al argumentar que la educación a distancia no se caracteriza por la comunicación interpersonal, sino que se caracteriza por la separación, en tiempo y lugar, de los actos de enseñanza de los actos de aprendizaje. En este punto, Keegan diverge tanto de Moore como de Holmberg, quienes ven a la separación tanto como ventaja y como reto, para el aprendiz autónomo.

Keegan razona que entre más exitosamente la educación a distancia maneje la reintegración, será más baja la tasa de deserción, más alta la calidad del aprendizaje, y más alto el estatus de la institución. Estas hipótesis han encontrado algún apoyo (Amundsen 1988, Amundsen y Bernard 1989).

UNA TEORIA DE LA COMUNICACION Y CONTROL DEL APRENDIZ

Garrison usa literalmente los conceptos de maestro y aprendiz, y rechaza la noción de Holmberg de la conversación didáctica guiada, "no algo mas que un maestro en un libro de texto" (Garrison 1989: 18). A diferencia de Moore y Holmberg, quienes caracterizan al aprendizaje último como un proceso interno individual, la noción de Garrison del proceso de aprendizaje requiere interacción con un maestro. Él argumenta que ya que el maestro y el aprendiz están separados y que es necesario la comunicación bidireccional, se requiere de tecnología para apoyar la transacción educativa.

UNA TEORIA TRIDIMENSIONAL DE LA EDUCACION A DISTANCIA

Verduin y Clark (1991) han propuesto un modelo teórico que, al conservar la atención en la educación de adultos tanto de Moore como de Garrison, también intenta reflejar el amplio alcance de la práctica de la educación a distancia. Los catalizadores del marco de Verduin y Clark son los conceptos de Moore de diálogo, estructura y autonomía del aprendizaje y los atributos de la definición de Keegan sobre la comunicación bidireccional y la separación entre maestro y aprendiz. Ellos comienzan con los conceptos de Moore de diálogo, estructura y autonomía del aprendiz como las tres dimensiones de su marco. Sin embargo, ellos amplían, en algunos puntos, los significados de Moore.

Verduin y Clark plantean varias cuestiones sobre los principios de la andragogía²²

²² La andragogía se refiere a la educación de adultos. Ludojoski en su obra "Andragogía o educación del adulto, menciona como algunos de sus principios la aceptación de responsabilidad, el predominio de la razón y el equilibrio de la personalidad. (Jorge Méndez)

UNA SINTESIS DE PERSPECTIVAS TEORICAS

A manera de síntesis, se presenta un cuadro que compara las 6 perspectivas teóricas en términos de sus conceptos centrales y sus principales enfoques y en términos del área de indagación que parezca haber influido más en su desarrollo. Visto de esta manera, resaltan dos puntos inmediatamente: la influencia prominente de la educación de adultos, con su foco principal en el aprendizaje, es evidente, y el tema general de la comunicación aparece en 5 de los 6 enfoques.

MARCO	CONCEPTOS CENTRALES	FOCO PRINCIPAL	INFLUENCIA APARENTE
Peters	Industrial Postindustrial	Empate con principios y valores sociales	Sociología cultural
Moore	Distancia transaccional	Necesidades y deseos percibidos del aprendiz	Estudio independiente
Holmberg	Autonomía del aprendiz Comunicación no contigua Conversación didáctica guiada	Promoción del aprendizaje vía métodos personales y conversacionales	Enfoque humanista de la educación
Keegan	Reintegración de los actos de enseñanza y aprendizaje	Recreación de componentes interpersonales de la enseñanza cara a cara	Marco de la pedagogía tradicional
Garrison	Transacción educativa Control del aprendiz Comunicación	Facilitación de la transacción educativa	Teoría de la comunicación Principios de la educación de adultos
Verduin y Clark	Diálogo/soprote estructura/competencia especializada/competencia general/autodirección	Requisitos de la tarea y del aprendizaje	Principios de la educación de adultos Estructuras del conocimiento

Tabla 4.1.1. Una comparación de perspectivas teóricas.

Otra manera de comparar los enfoques es observar cómo cada autor trata el rasgo definitivo de la educación a distancia: la separación entre maestro y aprendiz. En los 4 primeros enfoques (Peters, Moore, Holmberg y Keegan), la separación o distancia es el punto principal sobre el que parece organizarse su pensamiento. El foco de Peters es la organización y funcionamiento de la institución o programa de educación a distancia en sí. Sin embargo, para Peters el concepto de distancia se refiere a algo más que la distancia geográfica. Ve la distancia o separación entre la gente, funciones y procesos, como características de la sociedad industrial. Por ejemplo, la estandarización de los materiales instruccionales a la manera industrial, se enfoca al formato y productos globales, y está distante o separada de las consideraciones de las características de la materia, cursos o aprendices.

Moore adjudica un valor positivo a la noción de distancia porque proporciona la oportunidad de mayor aprendizaje autónomo. Holmberg y Keegan ven a la distancia como algo que debe franquearse a través de varios medios de comunicación interpersonal. Holmberg enfoca principalmente los aspectos de enseñanza de la educación a distancia y le da un valor positivo tanto a la autonomía del aprendiz como a las posibilidades de la educación a distancia para fortalecer la autonomía del aprendiz. Sin embargo, el énfasis de Holmberg está en el desarrollo de la enseñanza que creará el interés, motivación y la involucración que el aprendiz mantiene, lo que a su vez estimulará el aprendizaje. Keegan, sin embargo, enfatiza que el vínculo de aprendizaje que se mantiene está presente en la educación convencional, pero que está limitado en la educación a distancia. A diferencia de Moore o Holmberg, Keegan no le asigna un valor positivo a la distancia, sino que más bien parece verla como algo que desconecta al maestro del aprendiz y, en consecuencia, a la enseñanza y el aprendizaje. Verduin y Clark, y Garrison, no ubican la noción de distancia, o la separación, en una posición central. Los argumentos de Garrison y de Verduin y Clark, reconocen como característica definitiva de la educación a distancia a la separación del maestro y el alumno, pero no inician con el concepto de distancia, ni parecen darle un particular valor a la presencia o ausencia de distancia.

El énfasis de Garrison está en el soporte de lo que él denomina la educación transaccional, la cual es totalmente dependiente de la comunicación bidireccional e implica una experiencia colaborativa

entre un maestro y un aprendiz. Incluso advierte que los educadores a distancia no deben distraerse con la idea de la distancia, ni que ignoren la importancia de "la necesidad de la transacción educativa entre maestro y estudiante" (Garrison 1989: 7). Parece explorar la noción de distancia sólo en términos de la necesidad que crea la presencia de tecnología para facilitar la necesaria comunicación bidireccional. Verduin y Clark no abordan directamente la noción de distancia, sino que proporcionan "un marco con el que la educación a distancia puede relacionarse con la educación de adultos y convencional" (Verduin y Clark 1991: 123).

Una tendencia notoria que se destaca en este análisis es el énfasis decreciente otorgado a la noción de distancia. Este énfasis decreciente es para algunos una noción central. Moore anota el traslape con las metas generales de la educación convencional:

cuando reconozcamos que la educación a distancia es educación, podremos aplicar mucho de lo que sabemos acerca de la enseñanza y el aprendizaje, tanto en la teoría como en la práctica de la educación a distancia. En la práctica, sin embargo, descubrimos que la distancia transaccional en muchos programas es tan grande, que la enseñanza que proporcionamos no puede ser igual a la enseñanza convencional. (Moore 1991)

Por otra parte, se sitúa históricamente los comienzos de la investigación empírica sobre los medios de enseñanza en torno a los años veinte. A estos intentos iniciales seguirán otros principalmente centrados en la enseñanza programada, la televisión educativa y otros medios didácticos.

Estas perspectivas se encuadran en las clasificaciones semiológica, marxista, psicoanalista y sociológica. Cada una de ellas se preocupa de un espacio científico conceptual concreto de intervención, persigue unos objetivos determinados y suele aplicar técnicas específicas:

- a) La semiológica tiende al análisis de los sistemas simbólicos movilizados en los medios y sus cargas expresivas, estéticas y comunicacionales;
- b) La marxista se preocupa por analizar aspectos como la alienación, el conflicto de clase y, en general, la sociedad consumista que se desarrolla y propicia con los medios (sobre todo con los medios de comunicación social) y las repercusiones que estos tienen en ámbitos políticos, económicos y culturales;
- c) La psicoanalista se centra en la reflexión sobre las aportaciones que llevamos las personas e incorporamos hacia los medios, como consecuencia de nuestras características personales, y cómo medios-personas se unen en un espacio vivencial que supera lo lúdico y la diversión; y
- d) La sociológica pretende estudiar el análisis del impacto de los medios como elementos culturales y formadores de pautas y aprendizaje de las conductas de la sociedad en la que vivimos.

"Un método instructivo es cualquier modo de dar forma a la información que activa, suplanta o compensa los procesos cognitivos necesarios para el logro o la motivación" (Salomon, 1979)²³. Así, la tecnología instruccional intenta especificar las necesidades requeridas por cualquier tipo de método instructivo para el apoyo psicológico esencial de los estudiantes a medida que aprenden a través de paquetes instructivos y formatos específicos. La investigación se dirige a la selección de la información y objetivos necesarios (como resultado del análisis de tareas) y al diseño de métodos de enseñanza y ambientes que favorezcan el aprendizaje.

4.2 Interactividad.

La interactividad tiene muchas formas y no se circunscribe al audio y vídeo, ni a las interacciones alumno – maestro, representa la conexión que el estudiante siente con el maestro distante, con los profesores locales, ayudantes, y facilitadores de la teleaula así como con sus colegas estudiantes,

²³ Salomon, G (1981) *Communication and education Social and psychological interactions*

con los que probablemente trabaje en equipo; los estudiantes pueden escuchar y a veces, ver a su profesor; éste, a su vez puede reaccionar ante los comentarios y preguntas de sus estudiantes. Es más, se forman comunidades virtuales de aprendizaje, en las que los estudiantes que son parte del mismo grupo, se contactan unos a otros, a cualquier hora del día o de la noche para compartir observaciones, información y experiencias.

Los sistemas de Educación a Distancia modernos incluyen un alto grado de interactividad entre el maestro y el estudiante, entre los estudiantes de un curso determinado y entre los estudiantes y su contexto de aprendizaje, así como un aprendizaje activo en el salón de clase. Aunque en la práctica el diálogo que se da en los telecursos, por lo general, aun es menos que el que se da en el sistema presencial tradicional. En los cursos en los que se ha introducido la interactividad en tiempo real, se ha constatado que aumenta la tasa de retención de los estudiantes. (Millbank 1998)

4.3 Metas a lograr.

Mientras más familiarizados están los profesores con el diseño instruccional y el proceso de difusión, más efectivas son sus presentaciones. Cada vez es más evidente la necesidad de capacitación en el diseño de mensajes instruccionales, en estrategias para presentarlos frente a las cámaras, en métodos para diversificar los tipos de presentación, en selección de actividades conjuntas profesor - estudiante, en elección de ejemplos y situaciones relevantes para sus estudiantes y en la evaluación del nivel de aprendizaje de sus alumnos distantes, al grado que en algunas instituciones educativas americanas ya exigen a sus profesores a distancia tener estudios en este sentido, además de los relacionados con la materia a impartir. También necesitan mucha práctica en desarrollo y difusión de cursos por medio del audio, vídeo, gráficos y texto.

Los facilitadores en las sedes foráneas, también se benefician con programas de entrenamiento que enfatizan la práctica directa con los equipos que se espera manejen y utilicen. Se ha encontrado que aquellos facilitadores que han participado en programas de entrenamiento estructurados, se sienten confiados al utilizar los equipos, son capaces de involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, y se desenvuelven con naturalidad en un aula de alta tecnología.

La CUAED de la UNAM realiza estudios experimentales en el área de la selección de medios, en los cuales los investigadores comparan la eficiencia de las distintas tecnologías para difundir contenidos similares a audiencias similares. En estos estudios se analiza el contenido de un módulo de aprendizaje, los objetivos de los estudiantes, los profesores y la misma escuela, al implementar distintas tecnologías y se determinan que factores influyen la enseñanza más eficiente; de todas formas, la práctica de la enseñanza a distancia más progresiva, ha adoptado las distintas tecnologías conforme éstas se han hecho accesibles en sus instituciones, combinándolas para complementarias de acuerdo con sus características; como lo muestra la tabla anexa.

Tabla 4.3.1 Centros de estudio y medios de difusión utilizados por las universidades

Universidad	Textos Impresos	Centros de Estudio	T.V. - Radio	Audio y/o Vídeo Casete	Internet	CD-ROM o CD-I	Vídeo - conferencia	Teléfono
Universitaet	1	1	1	1	1	1	1	1
University	1	1	1	1	1	1	1	1
)	1	1	1	1	1	X	1	1
	1	1	1	1	X	X	X	1
CR	1	1	X	1	1	X	1	1
universite	1	1	1	1	1	X	1	1
pasca	1	X	X	X	1	X	1	1
ton	1	X	1	1	X	X	X	1
	1	X	1	1	X	X	X	1
Brunswick	1	X	X	1	1	X	X	1
brooke	1	1	X	1	X	X	X	1

a	1	X	X	X	1	X	1	1
chewan	1	1	1	1	X	X	X	1
a	1	X	1	1	1	X	X	1
oo	1	1	X	1	X	X	X	1
al	1	X	1	1	X	X	X	1
ba	1	X	X	1	X	X	X	X
m für Fernstudien	1	1	1	1	1	X	X	1
Romand	1	X	X	1	X	X	1	1
t Theseus	1	1	X	1	1	X	1	X
D	1	1	X	1	X	X	X	1
	1	1	X	1	X	X	X	X
Universität P.B	1	1	X	1	1	1	1	1
	1	1	X	1	1	X	1	1
tate	1	1	1	X	1	X	1	1
nia	1	1	1	1	1	1	1	1
l	1	1	X	X	1	X	1	1
Valle	1	X	X	X	X	X	X	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
lex.	1	X	X	X	X	X	X	1
CENTAJE	100%	62.0%	44.8%	79.3%	55.17%	13.79%	48.27%	89.65%

x = no tienen o no se ha confirmado su utilización actualmente
1 = sólo medios cuya utilización ha sido confirmada
Porcentaje = se refiere al porcentaje de las instituciones citadas que utilizan el medio.
Fuente: Revista siglo XXI año5 V.1 N 12

La Educación a Distancia en México

Aunque no existen datos formales acerca de los programas de educación a distancia de las universidades mexicanas, en la siguiente tabla se presentan algunos, producto en la mayoría de los casos, del contacto personal con las instituciones mencionadas.

Tabla 4.3.2. La educación a distancia en las universidades mexicanas. (Instituciones Públicas)

Instituciones Públicas	Contenidos y Objetivos Principales de sus Programas de Educación a Distancia	Medios y Tecnologías Utilizados
Centro de Investigación y Estudios Avanzados	Comunicación entre sus campus Conferencias magistrales	Videoconferencia interactiva
Instituto Politécnico Nacional	Educación continua	Videoconferencia interactiva Televisión vía satélite
Instituto Tecnológico de Sonora	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Baja California	Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Baja California Sur	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Chihuahua	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Nuevo León	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Sinaloa	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma de Tamaulipas	Posgrado Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad Autónoma del Estado de México	Educación de licenciatura hacia sus campus foráneos	Envío de materiales (principalmente material escrito y videos)

Universidad Autónoma Metropolitana	Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad de Colima	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad de Guadalajara	Educación continua Licenciatura Posgrado	Televisión vía satélite Audioconferencia
Universidad de Occidente	Educación continua Posgrado Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad de Quintana Roo	Recibir educación de licenciatura de profesores de otras universidades	Videoconferencia interactiva
Universidad de Sonora	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Juárez del Estado de Durango	Educación continua Posgrado	Videoconferencia interactiva
Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl	Educación de licenciatura Educación continua	Videoconferencia interactiva
Universidad Veracruzana	Comunicación entre sus campus Educación continua	Videoconferencia interactiva
Universidad Nacional Autónoma de México	Extensión Universitaria Educación Universitaria	Videoconferencia interactiva Televisión vía satélite Televisión vía satélite e Internet

Tabla 4.3.3. La educación a distancia en las universidades mexicanas. (Instituciones Privadas)

Instituciones Privadas	Contenidos y Objetivos Principales de sus Programas de Educación a Distancia	Medios y Tecnologías Utilizados
Instituto Tecnológico Autónomo de México	Educación continua	Televisión vía satélite
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	Educación continua Posgrado	Televisión vía satélite e internet
Universidad Anáhuac	Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad La Salle	Comunicación entre sus campus	Videoconferencia interactiva
Universidad Regiomontana		Videoconferencia de Internet

Haciendo referencia a los sistemas de estudio cabe mencionar que en la educación tradicional el profesor interactúa directamente con sus estudiantes. Ellos preparan sus propios materiales de apoyo, notas de clase y exámenes; y son prácticamente autónomos dentro del salón de clase. En cambio los profesores a distancia no se encuentran en comunicación directa con sus estudiantes en el salón de clase; la comunicación se da no sólo mediada por la tecnología, sino también a través de un equipo de asociados que puede incluir editores, diseñadores, productores, técnicos, especialistas en los medios, tutores locales, ayudantes, facilitadores de sitio y proveedores de servicios. Dado que mucha gente debe colaborar para producir y difundir la programación educativa a distancia, la necesidad de planificar y coordinar las actividades del personal involucrado, resulta fundamental.

4.4. Adopción de nuevas tecnologías.

La adquisición y mantenimiento del equipo adecuado, la capacitación de los profesores y facilitadores en su utilización son, desde luego, condiciones necesarias, sin embargo, no son suficientes para garantizar a los estudiantes un programa de educación a distancia excelente. Hay otros factores involucrados tales como el apoyo a los usuarios y las actitudes afectivas de los profesores que no desean verse como simples empleados, en vez de como líderes instruccionales o fuerza motivadora en su salón de clase; o que se sienten explotados por la necesidad de realizar más trabajo preparatorio, sin que estas horas de trabajo "extra" se reconozcan ni se reflejen en sus emolumentos.

Toda innovación tecnológica debe tomar en cuenta el clima socio-político en las escuelas; y debe de reforzar la autoridad del maestro en vez de socavarla. La selección de tecnologías se hace de acuerdo al contenido, población a quién está destinado y los recursos disponibles, tanto de la institución, como de los estudiantes; analizando las ventajas y desventajas de los medios, discriminando el uso de acuerdo con los tipos de interacción posible a través de cada uno de ellos. Hay que reiterar que el empleo de las tecnologías en educación a distancia va mas allá de impartir conocimientos, se trata de facilitar el aprendizaje y enfrentar la necesidad de una constante *actualización para mantenerse en el mercado de trabajo; lo cual apunta a un estudiante responsable comprometido con su propio aprendizaje, capaz de construir conocimientos y comunicarse efectivamente.* Por lo que respecta al instructor, su papel cambia radicalmente, de un proceso basado en la información que éste ofrece, pasa a la función de coordinador de actividades de aprendizaje.

5. Propuesta "curso de control estadístico de proceso"

5.1. Objetivo del diseño de este curso

Fomentar en las personas o estudiantes las siguientes características:

- Ser un estudiante motivado
- Tener expectativas altas
- Ser autodisciplinados
- Poseer una actitud más seria ante sus cursos
- Disfrutar el aprender
- Tener la habilidad de investigar de manera independiente
- Trabajar con una mínima cantidad de estructura

Estas características se piensa se pueden obtener a través de algunas estrategias de aprendizaje las cuales llevaran al éxito en el modelo de la educación en línea (a través de internet).

5.2. Diseño del curso

El curso esta compuesto de varias partes, las cuales se proporcionaran al alumno, como parte integral o fundamental de un curso, ya que el contenido temático del mismo esta concretado de tal manera que contiene lo fundamental para el entendimiento de este tema en particular a un nivel básico.

El curso propuesto utiliza una técnica de enseñanza que se basa en la utilización de la interacción que ofrece la nueva herramienta informática que es la Internet. Las bases que utilizamos para fundamentar la utilización de este medio esta expuesto en algunas teorías de educación a distancia, en la constante búsqueda de formas y medios en los que puede difundirse la educación, así como también en uso de algunas estrategias para que se de el aprendizaje efectivo a través de este recurso informático.

5.2.1. Estructura

Consta de las siguientes partes que son: Introducción al curso, Objetivos generales y temas, Sección gráfica, Teoría, Evaluación.

5.2.2. Estrategias

Con el apoyo de la interacción a través de la herramienta de la informática (internet), y haciendo uso de algunas estrategias de enseñanza, el contenido temático del curso incluye una gran cantidad de imágenes, texto que sirve de apoyo, así como evaluaciones y un problema para cada sección que permiten una mejor comprensión por parte de los alumnos.

La duración de cada sección es de 2.5 horas y el total del curso es de 20 horas , que por las facilidades propias del modo de impartirlo, pueden ser distribuidas con gran flexibilidad por parte del alumno, con el único compromiso de terminar los trabajos establecidos, en un plazo no mayor al preestablecido y acordado con el tutor.

Adicionalmente al estudio del material contenido, el alumno deberá resolver una serie de tareas por cada capítulo, propuestas por el profesor y visitar los links (enlaces) recomendados .

Las mejores soluciones a los problemas planteados a los problemas se podrán publicar en el Web, para que puedan ser discutidas por todos los participantes a través de una lista de correo, o de sesiones de discusión en línea (CHAT) con horarios predefinidos, que son el aula virtual.

A continuación se hace una breve descripción de las estrategias utilizadas en el diseño de este curso y sus efectos esperados en el alumno.

Estrategias de enseñanza	Efectos esperados en el alumno	Acción realizada
Objetivo general del curso	Conoce la finalidad y alcance del material y cómo manejarlo	Se mencionan los objetivos en lugares apropiados para este fin
Ilustraciones	Facilita la codificación visual de la información	Se realiza la elaboración de figuras alusivas al texto correspondiente.
Pistas Tipográficas	Mantiene su atención e interés Detecta información principal Realiza codificación selectiva	Se subrayan los términos o definiciones importantes y de relevancia.
Resúmenes	Facilita el recuerdo y la comprensión de la información relevante del contenido que se ha de aprender	Se realiza un resumen al final de cada sección que sintetiza la información relevante correspondiente
Mapa conceptual	Realiza una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones. Contextualiza las relaciones entre conceptos y proposiciones.	Se muestra un mapa general del material que se está dando.
Preguntas intercaladas	Mantiene la atención y favorecen la práctica, la retención y la obtención de información relevante.	Se realizan preguntas en la sección de evaluación.
Pistas tipográficas y discursivas	Señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar y/u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.	Se realizan señalamientos en textos
Texto expositivo	Comunicar o proporcionar una explicación al lector acerca de una temática determinada.	Se elabora material textual de apoyo.
Estructuras textuales	Facilita el recuerdo y la comprensión de lo más importante de un texto	Se elabora un párrafo textual que acompaña a una ilustración con la finalidad de convinar estas estrategias y resulta en mayor beneficio del objetivo a alcanzar.

Estrategias de aprendizaje recomendadas²⁴:

- o Organizar la información y el material del curso para facilitar su aprendizaje
- o Leer material extra relacionado con el tópico
- o Seccionar tópicos apropiados para sus tareas a fin de relacionar lo que aprenden con aplicaciones en la vida real
- o Entrar al sitio predefinido para revisar el correo electrónico y otros materiales del curso regularmente
- o Hacer manejo del tiempo eficientemente
- o Ser un estudiante independiente
- o Ser autodisciplinado
- o Tener curiosidad por aprender
- o Contactar al instructor si necesita ayuda
- o Trabajar colaborativamente en equipo
- o Estar abierto a puntos de vista diferentes
- o Obtener la pericia necesaria para utilizar la tecnología.

No todos los estudiantes aprenden de la misma manera y diferentes estrategias pueden ser útiles para diferentes tipos de estudiantes.

En cualquier caso es recomendable que quien tome el curso o materia por internet conozca las características de este tipo de educación y reflexiones sobre su propio papel en el proceso.

²⁴ Algunas otras estrategias en Ally, M (2000) Learning Strategies used by distance education students (pp 23-27) Madison, U.S.A. University of Wisconsin System

5.2.3. Metodología

En la difusión de este material se plantea la realización de 5 fases.

1ª FASE

Enviar la primera parte del curso integrada por una pequeña bienvenida y comentarios pertinentes del instructor referentes al curso a distancia, en esta parte, el instructor puede incluir algunas reflexiones acerca de la educación a distancia, además de dar las reglas y políticas a seguir en el curso. Seguido de la Introducción al curso, Objetivos generales y temario.

Esta 1ª fase se realiza en la misma sesión, con un intervalo de tiempo de 2 horas, en las cuales el alumno tiene la oportunidad de hacer comentarios, preguntas e inquietudes, con la finalidad de, por una parte dar tiempo a que todos los estudiantes obtengan la información y, por otra, para tener un acercamiento amistoso con el instructor.

2ª FASE

Esta fase se realiza en varias sesiones, una por cada sección del curso, el cual consta de 8 secciones, dadas en 3 partes cada una: parte gráfica, parte teórica y una parte de evaluación, con un intervalo de tiempo pertinente entre cada una, para su reflexión.

Cada tutor o instructor de curso dará o trabajará con estrategias y medios de enseñanza, dependiendo del grupo y conveniencia del instructor.

Las sesiones se estructuran de la siguiente manera: se envía la parte gráfica, posteriormente enviar la parte teórica de esa misma sección con la finalidad de reforzar y concretar los conocimientos e ideas conceptualizadas, luego enviar la parte de evaluación, que consta de: una sección de preguntas clave de cada tema y un problema, los cuales ayudan a evaluar el nivel de entendimiento por parte del alumno.

3ª FASE

Recibir por parte del instructor, todos los comentarios y observaciones que el alumno tenga con la finalidad de aclarar todas las dudas que pudieron suscitarse en la fase anterior (recepción del material), posteriormente se le enviara la petición al alumno para que entregue la evaluación para su calificación.

4ª FASE

Se califican y se hacen las correcciones necesarias a la evaluación de cada alumno y se da tiempo para aclaraciones y comentarios al respecto.

5ª Fase

Finalmente se da a conocer la calificación final como promedio de todas las actividades realizadas por el alumno y se da la despedida del curso así como los comentarios que se consideren adecuados a la forma en que se trabajó a lo largo del curso, esto a manera de retroalimentación para posteriores cursos tanto para el instructor como para el alumno, los cuales se irán acoplando a la nueva forma de adquirir conocimiento.

Debe hacerse notar que la manera en que se difundirá el curso, puede ser por el uso exclusivamente de correo electrónico, o bien, utilizando paginas en internet utilizando alguna dirección temporal para esto.

Para la transmisión del material se puede utilizar Microsoft Power Point o Microsoft Word, o algún otro programa mas elaborado que sirva para este mismo fin.

5.3. REQUISITOS MÍNIMOS DEL EQUIPO DE CÓMPUTO DEL ALUMNO.

El equipo de computo de los alumnos deberán tener como mínimo las siguientes características:

- ❖ Requerimientos de Hardware
 - Procesador Pentium 300 MHz
 - 32MB en RAM
 - 2.5 GB en disco duro
 - CD 20x
 - Fax módem de 56Kb como mínimo
- ❖ Requerimientos de software
 - Lector de correo electrónico
 - Navegador de Web: Netscape 4.0, Explorer 5.0 o versiones superiores
 - Microsoft Office '95 para crear los archivos que se enviarán en las actividades del curso
- ❖ Además debes de contar con:
 - Acceso a Internet a través de un proveedor del servicio
 - Una cuenta de correo electrónico
 - Una impresora

6. CASO PRACTICO "CURSO DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO"

6.1. Objetivo del curso de control estadístico de proceso

Que el alumno aprenda a diferenciar los tipos de datos; donde, cuando y como usar el muestreo; que comprenda y sepa identificar el como aplicar las diferentes técnicas estadísticas para reconocer las señales e interpretarlas en acciones que mejoren el desarrollo del proceso de producción y con ello prevenir la no conformidad (defecto).

6.2 Introducción al curso

El Control Estadístico del Proceso (SPC) es un método para controlar las variables en un proceso. La meta más bien es la prevención del defecto o error, que meramente la detección (después de *acontecido*). El SPC involucra el uso de los análisis estadísticos a fin de evaluar y cumplir con el proceso primario. Estas técnicas identifican la existencia de causas "comunes" o "especiales" que afectan el cumplimiento del proceso. Las causas comunes son inherentes al proceso, a las variaciones, ala interacción de la gente, maquinas, materias primas, etc. Mientras que las causas especiales se deben a alguna irregularidad que provenga de la inestabilidad operacional.

Entendiendo esta distinción y conocimiento, la aplicación del SPC se hace posible primero, eliminando las causas especiales logrando una condición estable y segundo, determinando el camino en el que se continúe la reducción de la variación que pueda darse. Solo bajo estas circunstancias se puede predecir el nivel de calidad que resultará del proceso.

El SPC es más efectivo si es parte de una Dirección Total del Sistema de Calidad. Un programa completo incluye la participación de cada uno de la organización con la consecuencia de una conciencia en el aspecto de la calidad. El Control Estadístico de Proceso puede ser usado separado o conjuntamente con los Círculos de Control de Calidad (QCC) y participación sistemática de la Dirección (SPM). Estos componentes SPC, QCC y SPM con sus propios canales de comunicación y enlaces muy a menudo carecen de una conexión con los sistemas de calidad siendo requeridos por un Sistema Total de Dirección de Calidad.

El Control Estadístico de Proceso (SPC) fue desarrollado para proporcionar los instrumentos y las habilidades a fin de mejorar la productividad y calidad de los servicios y productos en una organización. Muchas de las características de calidad no pueden asegurarse solo por inspección. Se debe poner énfasis en el análisis de los procesos y el control de procesos, es decir, cartas de control y otros instrumentos estadísticos. El SPC puede ayudar a hacer esto.

Este curso no se diseñó como libro de texto, sino más bien como instrumento entrenador, el cual puede ayudar a hacer el trabajo más fácil y satisfactorio. Cada sección se presenta en cuatro partes.

La primera parte establece los objetivos de la sección; éstos apuntan lo que deberá lograrse al completar dicha sección.

En la segunda parte se incluyó en esa parte de cada sección, instrucciones que pueden ser seguidas paso a paso.

En la tercera parte es una definición y una afirmación de porque un instrumento en particular es importante en el control estadístico de proceso. Algunas de estas explicaciones son un poco más extensas que otras, pero ninguna difícil de entender.

Y en la cuarta y última parte de cada sección son expuestas preguntas y un problema, no son exámenes en sentido estricto, pero se diseñaron para ayudar a reconocer la información importante presentada en cada sección.

Todas las herramientas presentadas en este curso son importantes en el SPC. Se deberá hacer lo posible por cubrir todas ellas y después de tener alguna experiencia usando todas las técnicas se dará cuenta de cómo se complementan unas con otras constituyendo el método estadístico básico para un mejoramiento de calidad.

Es una labor de dirección sentar las bases para el control estadístico del proceso que incluye la creación de una "conciencia de Calidad" a través de toda la organización, W. Edwards Deming dice que: "Cada persona en la compañía debe aprender los conocimientos esenciales de la estadística del control de calidad, no solo para resolver un problema sino también para su localización y más aún saber sus causas, sin embargo no es suficiente tener algún éxito esporádico".

El Control Estadístico del Proceso es un término generalmente usado para describir el concepto y la metodología del análisis estadístico comprobando:

1. Que determinada actividad ya sea una operación, paso, acción, producción total o series similares, que se encuentre en un estado predecible.
2. Desarrollar la habilidad para mantener esa actividad en ese estado.

El Control Estadístico del Proceso deberá operarse en un contexto global que involucre a cada persona de la organización. El SPC es un vehículo, el cual responde a temas de calidad expuestos por Deming, Juran, Crosby y Feigenbaum. Entender como trabaja un sistema significa que podemos manejarlo con realismo y que podemos hacerle cambios; así que el sistema será tan efectivo como nosotros lo hagamos efectivo. Los Sistemas deben de poderse controlar desde la dirección. Consecuentemente, la dirección debe desarrollar y exponer los conceptos críticos requeridos para que sean útiles los métodos estadísticos y además maximicen la capacidad Organizacional. Esos conceptos críticos se destacan enseguida. Sin ellos no puede haber un proceso o sistema que se acerque efectivamente al control de calidad.

- La dirección debe afanarse en la prevención de los defectos en vez de la detección de ellos.
- Al margen de lo natural, no hay nada tan invariable como el desempeño operacional. Hay dos situaciones normales:
 - a) El mejoramiento del desenvolvimiento operacional.
 - b) El deterioro del desenvolvimiento operacional.
- El mejoramiento de la productividad y la calidad son inseparables. Todos los factores relevantes que indican una mejor calidad se basan en la mejor producción. El mejoramiento de la producción y el de la calidad son recíprocos.
- Un esfuerzo determinado y continuo debe ser incorporado dentro de la práctica directiva. Un "nivel aceptable de calidad" (AQL) no puede seguir siendo aceptado.
- La importancia de la calidad no puede ser delegada, entendida o asumida, sino que debe ser comprendida a través del entretenimiento de todos los empleados, desde los ejecutivos hasta el componente de la fuerza de trabajo.
- El sistema de control de proceso es la única forma en que la calidad se define en términos predecibles. Las muestras tomadas de lotes producidos bajo condiciones indefinidas no pueden proveer una información precisa respecto a la calidad de esos lotes.
- Todos los recursos usados en el proceso o sistema deben venir de fuente fidedigna. La evidencia estadística de calidad debe proveerse con cada recurso, en el sentido de tener confianza en la calidad del proceso de producción.
- Solamente el análisis estadístico usando técnicas estadísticas comprobadas puede proporcionar evidencia de la calidad necesaria que es aceptable por el cliente. El análisis más exitoso de los datos es aquel en el cual las técnicas gráficas, basadas en la teoría aplicable, es usada para establecer cuándo la salida del proceso viene de una fuente estable o no y cuándo está dentro de los requisitos especificados.
- Las causas especiales o asignables son responsables de condiciones inestables. Estas causas son usualmente operaciones orientadas y pueden ser corregidas a nivel de operador. (Deming estimó que un 15% de todas las causas son causas especiales).
- Las causas comunes o de oportunidad son aquellas que resultaran de las variaciones del sistema, para corregir esas variaciones se requiere de cambios físicos en el sistema o proceso. (Deming estimó que un 85% de todas las causas son causas comunes).

- La demanda de los clientes por la calidad del proceso obliga a que no se entreguen productos defectuosos y solo se deben aceptar la evidencia estadística de la calidad dada.
- Vendedores y proveedores, ambos interna y externamente necesitaran instrumentar programas de control de proceso. La responsabilidad con el cliente es capacitar a vendedores y proveedores. Solamente si los vendedores están capacitados pueden mostrar la evidencia de calidad de su producto.

El concepto básico del control estadístico del proceso indica, usando señales estadísticas, la necesidad de acciones que mejoran el desarrollo del proceso de producción casi en su totalidad. Se puede aplicar en cualquier área donde se efectúe el trabajo, donde se exhiban variaciones en el proceso y en donde se desee que ese trabajo o proceso mejore.

El deseo de mejorar va de la mano con la estrategia de poner énfasis en la prevención mas que en la detección, va que después de hacer esto último la inspección habría sido dudosa e ineficiente puesto que la producción ya fue antieconómica, siendo mucho más efectivo en primer término una estrategia de prevención a fin de evitar desperdiciar una producción de inciertos buenos resultados. Esta estrategia se ejemplifica con la frase:

" Hacerlo bien desde la primera vez".

Un sistema de control de proceso es en esencia la retroalimentación de un sistema. Existen elementos claves en el sistema: El proceso es el conjunto de personas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente, los cuales trabajan interrelacionadamente a fin de producir buenos productos o servicios (proceso de producción). El desarrollo fundamental del proceso depende de cómo ha sido diseñado, construido y operado. El sistema es útil si se toma en cuenta su retroalimentación a fin de mejorar el desarrollo de ese sistema.

Cuando se captura e interpreta correctamente la información sobre el proceso de producción o su retroalimentación; indica ya sea su procesamiento o si necesita algún cambio. Si la acción se juzga conveniente, no solo debe ser conveniente sino también oportuna, tomando todas las ventajas de la retroalimentación capturada (datos) durante la operación del proceso.

Existe una diferencia entre acción sobre el procedimiento y acción sobre el proceso de producción.

Acción en el procedimiento. Está orientada al futuro siendo convenientes acciones apropiadas y oportunas que prevén la producción de un proceso del que no hay ciertas especificaciones. Este tipo de acción teóricamente puede ser tomada de algunos componentes integrales del sistema. Los efectos de esas acciones deberán ser registradas para acciones posteriores, si es que el análisis de retroalimentación indica que un cambio en el proceso será requerido posteriormente.

Acción a la salida del proceso de producción. Es después de ser realizado el proceso de producción, es decir, que envuelve la detección de lo previamente producido, en el proceso fuera de especificaciones. Con un muestreo de aceptación sería muy tarde detectar cualquier efecto inherente a la calidad del producto que ya fue producido. En este sentido si no se conocen consistentemente las necesidades de los clientes resultaría costoso separar, rehacer y/o fragmentar la operación de trabajo en partidas que están fuera de especificaciones. Este es un esfuerzo comprometido con la productividad y calidad del programa que debe continuarse hasta que el proceso haya sido corregido o hasta que las especificaciones del producto hayan sido modificadas. Obviamente la inspección a la salida del proceso de producción es un pobre sustituto del "hacerlo bien a la primera vez".

El uso efectivo de los datos generados a partir de la observación del proceso es necesario para entender el concepto de variabilidad.

La variación es parte de la naturaleza, no hay dos cosas, productos o características exactamente iguales. Uniformidad no existe porque cualquier proceso contiene muchas fuentes de variación. Mientras las tolerancias de un proceso se hacen más exigentes, más difícil es controlar las variaciones que naturalmente existen dentro del proceso.

Tres tipos de variación pueden describirse: periódicos, de tendencias o independientes. Además, pueden haber combinaciones de estos tres tipos, consecuentemente los periódicos de tiempo y las condiciones en las cuales la retroalimentación (datos y mediciones) se obtiene, afectan la cantidad total de variaciones que ocurren en largos periodos. Causas de estas variaciones pueden ser: herramientas mal calibradas, máquinas desajustadas, cambios de ambiente, envejecimiento de materiales y cambios en métodos y procedimientos.

Para manejar cualquier proceso hacia la reducción de variaciones se requiere rastrear éstas hasta sus fuentes y tratar esas variaciones allí. Hacer esto requiere la comprensión de la diferencia entre causas especiales (asignables, operacionales) y las causas comunes (del sistema o naturales).

Las causas comunes son las que se refieren a las variaciones dentro de un proceso que está en control estadístico. Estas causas ocurren al azar durante la operación del proceso y no pueden ser aisladas como causas únicas definidas. Las simples técnicas estadísticas indicarán la extensión de las causas comunes de variación. Usualmente el trabajo directivo es mejorar las causas comunes, también otra gente conectada directamente con el proceso está en mejor posición de identificar estas causas y alertar al Gerente. Mejorar las causas comunes requiere acciones decididas y planteadas para cambiar físicamente el proceso, alterando los recursos para operar o establecer el proceso.

Usualmente solo un pequeño porcentaje de la mayoría de los problemas de proceso pueden ser corregidos por aquellos que están conectados cerca de la operación. La mayoría son solamente corregidos por acciones del Gerente sobre el sistema. Deming y Juran, han observado que la proporción de problemas corregibles por los trabajadores de línea, es alrededor del 15%, ellos dicen que la acción del Gerente es requerida para corregir el otro 85% de los problemas. Esto desde luego varía con la naturaleza del proceso y el grado de responsabilidad del sistema en manos de los trabajadores de línea. Lo importante no es el porcentaje de división entre Gerente y trabajadores, sino el reconocimiento de que el sistema cuenta con un gran porcentaje de problemas. Solamente por el análisis estadístico pueden los problemas ser sorteados y tomar las acciones apropiadas por los responsables de cambios del sistema.

Estas causas de variación del sistema resultaran en defectos cuando la variación excede las tolerancias requeridas en la especificación. La corrección de estos defectos requiere de continuar el refinamiento de la naturaleza operativa del proceso. Esto podría venir de refinamientos en la precisión tecnológica, reducción en la variación de los materiales usados, contratar operadores capacitados a través de entrenamientos, la descripción de procedimientos de operación claros, lenguaje preciso y control en las condiciones ambientales.

Causas asignables o especiales de variación. Son todas aquellas que no son inherentes al sistema, sino que ocurren como un resultado de la operación del sistema.

Estas causas operacionales más usualmente ocurren como un resultado del nivel de destreza de los operadores, la fuente de materiales que se está usando, las herramientas usadas, los procedimientos que se siguen, las condiciones físicas del ambiente cuando el proceso es operado. Las causas operacionales de variación usualmente requieren alguna acción local. A menos que ó hasta que todas estas causas operacionales sean identificadas y corregidas, éstas continuarán teniendo un efecto impredecible en la salida del proceso y por lo tanto impidiendo que el proceso sea llevado a un estado estadísticamente controlado.

La medición de la salida del proceso es también una posible fuente de error en la descripción de comportamiento del proceso. El uso de un aparato de medición y su calibración debe chequearse para prevenir riesgos en la descripción del comportamiento del proceso. El procedimiento de medición también debe ser verificado en su consistencia en la medición, los errores en medición son causas especiales que pueden despistar la representación del comportamiento del proceso.

El objetivo del sistema de control estadístico de proceso es el permitirnos hacer decisiones correctas acerca de las acciones que afectan el proceso. No debe olvidarse el impacto económico

de tales decisiones. Podría usted no necesitar tolerancias tan cerradas como se están tratando de conseguir.

Un proceso es considerado que esta en control estadístico cuando las únicas causas de variación son las causas comunes. Deming decía que "Un estado de control estadístico no es un estado natural para un proceso de manufactura, sino un logro al que se llega, por la eliminación de cada una de las causas especiales de variación excesiva, con un esfuerzo determinado".

La primera función, entonces, de un sistema de control de proceso es proporcionar una retroalimentación del comportamiento del proceso. El comportamiento del proceso es la descripción del proceso cuando una secuencia de muestras es tomada y una característica particular (atributo o variable) es medida y graficada en una carta estadística apropiada.

Esta retroalimentación proporciona información adelantando inferencias acerca de la estabilidad del proceso o en su capacidad. Existe estabilidad en el proceso cuando un patrón predecible de comportamiento estadístico estable se demuestra en una secuencia de observaciones hechas y graficadas en las cartas apropiadas con todas las reglas de interpretación satisfechas.

Capacidad o capacidad inherente del proceso es la amplitud de variación que puede ocurrir en un patrón predecible de un proceso estable. La capacidad operacional del proceso es determinada por la manera en que el proceso es operado, con respecto a como estos patrones predecibles que satisfacen los requisitos específicos.

EN RESUMEN: para lograr el control estadístico del proceso, el proceso debe primero alcanzar estabilidad de proceso por medio de la identificación y eliminación de todas las causas operacionales de variación. Esto permite la predicción del comportamiento del proceso. El siguiente paso es asegurar la salida para determinar la capacidad del proceso. Y cuando se necesite tomar las acciones necesarias sobre las causas de variación del sistema para eliminar todos los defectos causados por el sistema.

Después, el proceso deberá estar sujeto a una investigación sin fin para buscar mejoras que disminuyan la amplitud de variación mientras se monitorea el proceso, para asegurar que esta en un estado de control estadístico.

Las leyes matemáticas de la probabilidad, que son la base para el control estadístico de proceso no necesitan ser estudiadas profundamente para el que use las herramientas del SPC. Estas herramientas incluyen técnicas analíticas como muestreo, distribución de frecuencias, cartas de control y diagramas de dispersión. En medio de estas herramientas las cartas de control son el caballo de batalla del SPC y por lo tanto en este manual se enfatiza el uso de cartas de control. El Dr. Shewhart de los laboratorios Bell, desarrolló esta poderosa pero simple herramienta para identificar dramáticamente las causas comunes y las especiales. Aunque hay varios tipos de cartas de control, todas tienen el mismo uso básico:

1. Juzgar con una evidencia dada cuando el proceso ha sido operado en control estadístico y señalar la presencia de causas especiales de manera que las acciones correctivas puedan ser tomadas.
2. Como una operación para mantener el control estadístico, monitoreando la salida normal que será la base de medidas correctivas.

De esta manera el control estadístico de proceso y su mejoramiento es un procedimiento interactivo, repitiéndose las tres fases de recolección de datos; cálculo de las bases de interpretación de datos para el control estadístico; y cuando el proceso está dentro de control estadístico, interpretarlo para que continúe estable. Los datos continuos de este proceso iterativo le permite a uno monitorear el proceso, contraer los límites especificados y por lo tanto constantemente mejorar la capacidad (capabilidad) del proceso.

6.3 Índice de Contenido

SECCION 1 Colección de datos

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 2 Muestreo

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 3 Distribución de Frecuencias

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 4 Estratificación

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 5 Cartas de Control por Variables

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 6 Cartas de Control por Atributos

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 7 Diagramas de Dispersión

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

SECCION 8 Estudio de un caso

Presentación Gráfica

Sección Teórica

Evaluación

6.4 Teoría y elementos de evaluación.

A continuación se presentará la teoría y la evaluación:

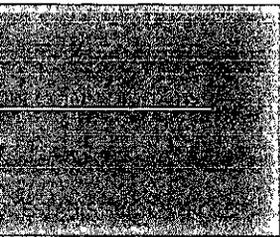
COLECCIÓN DE DATOS

A. OBJETIVO de esta sección.

1. Entender los tres objetivos básicos de la colección de datos.
2. Aprender a resolver problemas, tomando la decisión en base a la colección de datos.
3. Ser capaz de hacer observaciones de los errores, recolectar datos, y reducir la información estadística.
4. Explicar la importancia de la información en cuanto a datos dentro del control estadístico del proceso.
5. Conocer los seis pasos básicos para la colección de datos.
6. Conocer la diferencia entre variables y atributos.

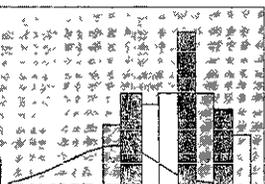
B. CONTENIDO de esta sección.

- Presentación narrativa
- Qué es la colección de datos
- Tipos de datos se pueden colectar
- Complementación de datos
- Algunos problemas sobre los datos por variables
- Importancia tiene la correcta colección de datos
- Dos tipos de errores que se cometen en la colección de datos.
- Cómo es la recopilación de datos
- Tipos de hojas de chequeo
- Guía para la preparación de la colección de datos
- Cartas y gráficas
- Cartas y estadísticas
- El principio de Pareto
- Porqué es usado el Diagrama de Pareto
- Resumen
- Evaluación

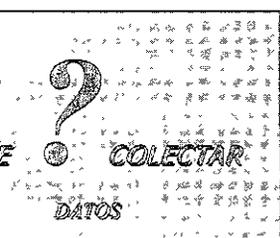


1. Esta presentación, su propósito es el estudio de la recolección de datos, que es el aspecto clave en el control estadístico del proceso.

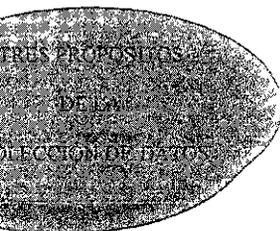
COLECCIÓN DE DATOS



2. Los datos están variando alrededor de nosotros. Esta sección hará aumentar la comprensión sobre los tipos y propósitos de los datos, y hará ver la importancia de obtener datos correctos ya que son la base para la toma de decisiones y acciones.



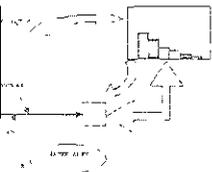
3. Todas las técnicas estadísticas involucran la recolección, disposición, y análisis de datos. Para tomar decisiones que afecten al proceso y sistemas estas deben estar basados en los datos recolectados. Por lo cual es muy importante que los datos sean reales. Las decisiones basadas en datos erróneos pueden ser decisiones erróneas y desastrosas.



4. Podemos identificar al menos tres propósitos para la recolección de datos.



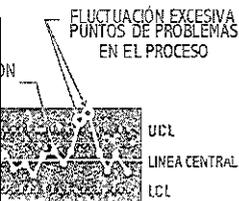
5. Lo primero es analizar un producto o un proceso así como sus capacidades para determinar como esta trabajando. Basándose en el análisis de los datos recolectados, usted puede tomar acciones para mejorar esas capacidades.



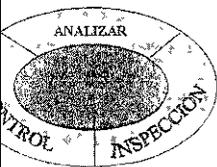
6. Por ejemplo puede usar los datos recolectados para identificar defectos mayores, determinar sus causas y tomar las acciones correctivas necesarias. Enumerar las causas en un diagrama causa-efecto puede ayudar a identificar las causas de los defectos y de este modo definir la manera efectiva de solucionarlos.



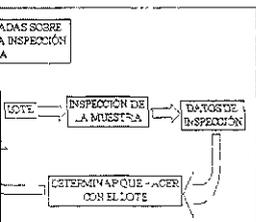
7. El segundo objetivo de la recolección de datos es el dar las bases para las acciones, para llegar a un estado de control estadístico sobre un proceso o producto. Midiendo la salida del proceso usted puede decir si el proceso esta dentro de control, saliéndose de control o si está ya fuera de control. Entonces usted puede ser capaz de tomar las acciones correctivas apropiadas para llevar al proceso nuevamente bajo control y mantenerlo ahí.



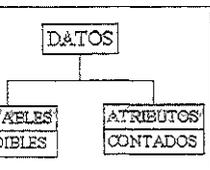
8. Por ejemplo; cuando una carta de control presenta una fluctuación (variación) como esta, se necesita hacer una investigación para encontrar las causas y tomar as acciones correctivas apropiadas.



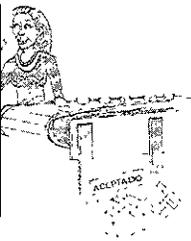
9. El tercer objetivo de la recolección de datos es el comparar las salidas del proceso con las especificaciones. El producto es aceptado o rechazado basándose en esta comparación. La inspección puede ser hecha a todas las unidades (inspección 100%) o solo con una muestra de unidades (inspección por muestreo).



10. En la inspección por muestreo, una muestra es tomada en lugar de inspeccionar cada producto. Después de dividir el producto en lotes, e inspeccionar una muestra de cada lote. La muestra es comparada con las especificaciones. La determinación acerca de que hacer con el lote, está basada en los resultados de la muestra.



11. Podemos identificar dos tipos de datos atributos o datos contados, y variables ó datos medidos. Veamos las características de cada uno.



12. Datos por atributos son recolectados cuando se tiene que precisar si es "si" o "no", "pasa" o "no pasa", "aceptado" o "rechazado". De este modo, si usted solo necesita saber si un artículo es "bueno" o "malo" entonces reúna los datos por atributos. Esto es, el número de aceptados contra el número de rechazados. Los datos por atributos son más fáciles y económicos de reunir; de tal manera, use datos por atributos cuando el trabajo lo requiera.



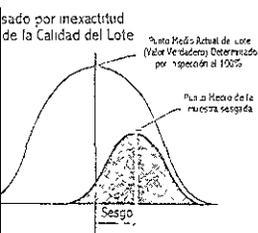
13. Datos por variables significa justamente esto: diferenciar cuales medidas varían en cada unidad, una de la otra. De este modo los datos por variables, le provee de más información que los datos por atributos. Tal información es frecuentemente necesaria para localizar las causas de un problema.



14. Los datos son de poco valor a menos que se tenga cuidado en la medición, conteo y proceso de registro, hay que observar procedimientos de observación correctos y asegurarse que lo que es observado es precisamente lo registrado. Algunos estudios han mostrado que las observaciones tienen solamente el 87% de precisión.

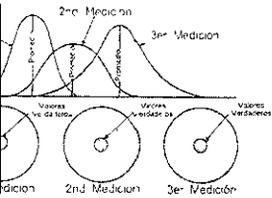
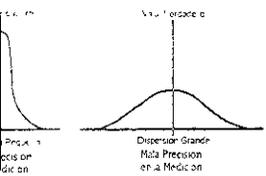


15. En errores de desviaciones tenemos tres categorías en lo que a recolección de datos se refiere. Estos son, sesgo, dispersión y no-reproductibilidad; tomemos un caso de cada uno de ellos.

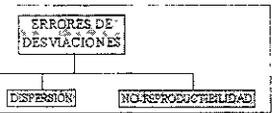
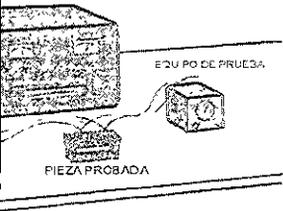


16. El sesgo es introducido cuando todas las observaciones son inexactas en la misma dirección. La distribución de la curva grande es la que presentaría el lote con una inspección al 100%, y la curva pequeña es el resultado de un muestreo sesgado tomado del lote. El sesgo nos da la inexactitud de los datos de acuerdo al promedio del lote. Esta muestra sesgada podría ser una decisión basada en datos incorrectos.

Unidad de la Dispersión en las Mediciones



UNIDAD A CALIBRAR



17. La dispersión es otro tipo de error en la observación, ocurre cuando el método para medir las observaciones no es preciso. La curva de distribución de frecuencia a la izquierda muestra que las mediciones tomadas están muy cerca del valor real. Hay una pequeña variación, dándonos una buena precisión. La curva de la derecha esta muy abierta, significando que muchas de las mediciones cayeron a cierta distancia del valor real. La mayor variación es causada, en una y otra curva, por un método impropio de medición o por la ejecución descuidada de la persona que recolecto los datos.

18. El tercer tipo de error de la observación no reproducible, es evidente, cuando los resultados de su medición no pueden ser repetidamente duplicados. Es imposible reproducir exactamente las mismas condiciones cada vez que recolecta datos, pero debe de tratar de mantenerlos dentro y en las condiciones lo más consistentemente posible. Es vital que use los mismos instrumentos de prueba, las mismas técnicas de medición los mismos procedimientos y el mismo medio ambiente. Al mantener todo esto consistente usted reduce las oportunidades para el error de no reproducibilidad en su recolección de datos.

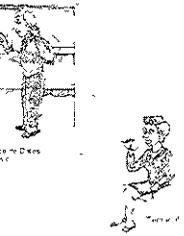
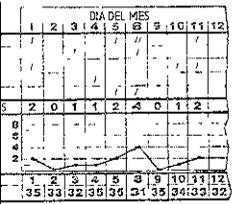
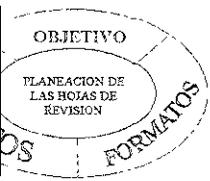
19. Una posible razón para la no reproducibilidad puede ser los instrumentos de medición o equipos de prueba, pueden fallar y dar diferentes lecturas para la misma parte cada vez que esta se pruebe.

20. Vamos a resumir acerca de la toma de mediciones. Un error que puede ser hecho es mediciones sesgadas en una dirección dada. Un segundo es no ser cuidadoso en la obtención de mediciones precisas, y un tercero es tener alguna condición la cual produce una respuesta diferente cada vez que el mismo artículo es medido. Cualquiera de estos errores pueden causar decisiones pobres por la imprecisión de los datos.

21. Aún con este conocimiento usted no esta realmente listo para comenzar a recolectar datos. Usted debe dedicarle algún tiempo a discutir el desarrollo de un procedimiento para recolección de datos.

22. Una herramienta poderosa para ayudar a la recolección de datos es la hoja de revisión. Tres cosas deben tenerse en mente cuando planea una hoja de revisión. Entender perfectamente el objetivo, ser específico sobre como hacer la recolección de datos, diseñar el formato para facilitar el registro de los datos.

DEFECTO	FEBRERO				MARZO				TOTAL
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Definición	1	2	3	4	1	2	3	4	11
Lechera		1	2	4	3	1	1	1	21
Le	1	1	1				1	2	5
Auto Pista									70
Acuerdado	2	1	1	1	4				9
Arca de pastas			1	1	1				3
on	1	2	3		3	2	3		16
Humana	1								2
o	3				3	1	2		41
ado			2	2	2	1	2	2	20
TOTAL	23	35	29	23	29	16	21	21	202



23. Las hojas de revisión facilitan la realización del chequeo o marcaje. Pueden ser diseñadas para enfatizar una secuencia particular de operaciones o la realización de actividades con ciertos periodos de tiempo o atraer la atención en áreas con problemas bajo investigación.

24. Los registros en las hojas de revisión son ampliamente usados en el control de proceso. Los datos por atributos y los datos por variables pueden ser recolectados usando este tipo de hoja de revisión. Algunas veces es bueno combinar una hoja de revisión con una gráfica, de tal manera que la corrida de los cálculos pueda ser hecha de acuerdo a como la carta se esta desarrollando.

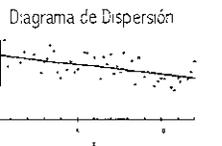
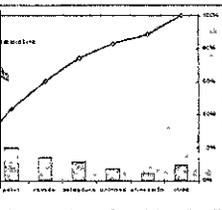
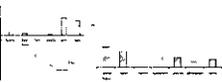
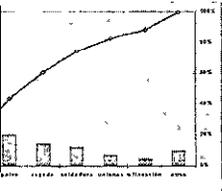
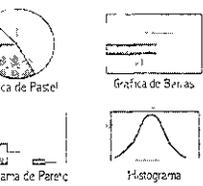
25. Una hoja de revisión para pasar lista puede ser preparada como una guía para empezar a reunir datos. Normalmente debemos formularnos estas preguntas:

- ¿Cuál es el objetivo de los datos?
- ¿Qué tipo de datos debemos considerar?
- ¿Quién es el responsable?
- ¿En dónde puede ser hecha la tabulación para evitar error?
- ¿Cuándo es el tiempo adecuado para reunir datos?

26. Antes de establecer por todas partes el gasto de mucho esfuerzo en la recolección de datos, hay que asegurarse que los datos no se pueden conseguir de otra fuente. Algunas veces existen datos que pueden servir para el propósito, sin comprender los objetivos.

27. Datos nuevos tienen poco valor hasta que son organizados y presentados en alguna forma gráfica para que puedan ser analizados. El control estadístico del proceso, es un proceso interactivo que involucra, la recolección de datos, organizar y analizar los datos, tomar acción en el proceso y después repetir el ciclo.

¿Como usar los datos?



28. Juntando las maneras de gráficar más comunes tenemos: gráfica de pastel, gráfica de barras, diagrama de Pareto e histograma. Cada una de ellas se usa para situaciones particulares. La intención del uso de datos sugiere el tipo de formato más beneficioso. En algunos casos puede ser necesario probar formas diferentes.

29. Un tipo de gráfica muy beneficiosa es el diagrama de Pareto. Este es especial para gráficar columnas. Ellas son usadas para jerarquizar los problemas, y ver que problemas son atacados primero.

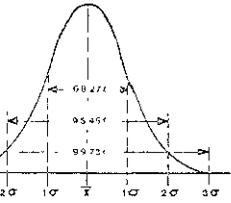
30. Como una técnica de análisis, el proceso simple de ordenar datos puede sugerirnos que existe alguna cosa de importancia que podría de otra manera pasar inadvertida. La selección de clasificaciones, la tabulación de datos en las hojas de revisión, el ordenado de los datos, y la construcción del diagrama de Pareto, han probado su útil servicio en el propósito de investigar problemas.

31. El diagrama de Pareto completado contiene mucha información. Como una gráfica de columnas, que nos dice acerca de los tamaños relativos de varios problemas. Como las columnas están en orden descendente, sabemos donde buscar el primer problema sobre el que vamos a trabajar.

32. Donde sea aplicable hay que hacer referencia a pesos (\$) en vez de contar defectos, al construir el diagrama de Pareto. Las pérdidas de pesos asociadas con cada problema deben ser más importantes que una simple cuenta de "cuantos" defectos.

33. Las cartas y las gráficas son extremadamente útiles y flexibles para explicar, interpretar y analizar factores numéricos. Gráficas seguidas de practicas estandarizadas para coordenadas (vertical y horizontal), proporcionan una interpretación común de datos.

Características de la desviación estandar



ETAPAS DEL PROCEDIMIENTO

¿CUAL ES EL OBJETIVO ESPECIFICO?
 ¿CUAL ES LA CLASE DE DATOS?
 ¿CUAL ES EL TIPO DE DATOS DISPONIBLES Y LISTOS?
 ¿DÓNDE, CUANDO, COMO?
 ¿CÓMO SE VAN A REALIZAR LAS ESTADÍSTICAS?
 ¿CÓMO SE VAN A ANALIZAR LOS DATOS?



34. Los estadísticos han desarrollado métodos matemáticos para facilitar la interpretación de las desviaciones de significancia de los valores deseados. La aplicación de métodos estadísticos permite gráficas que pueden ser preparadas y que representaran procesos que están dentro de control o fuera de control. La desviación estándar es una medida usada como una base para el calculo del valor promedio.

35. En resumen, vamos a revisar los pasos en la recolección de datos.
- Determinar el propósito específico de obtener unos datos en particular
 - Decidir que clase de datos van a ser recolectados.
 - Encontrar si los datos necesitados, pueden ser conseguidos rápidamente de otra fuente.
 - Decidir, que, donde, cuando y como los datos serán recolectados.
 - Asegurarse que las observaciones serán reducidas a estadísticas y que éstas serán reflejadas apropiadamente.
 - Hacer una decisión o desarrollar un plan de acción basado en los resultados obtenidos de los datos.

36. Una función principal en las técnicas estadísticas de control y mejora de la calidad es la influencia que estas técnicas tienen en direccionar la aplicación de tiempo, dinero y otros recursos para una mejor respuesta en la inversión.

COLECCIÓN DE DATOS

¿QUÉ ES LA COLECCIÓN DE DATOS?.

En una organización el propósito de las mediciones en los datos recopilados no solamente satisface los requerimientos externos sino también suministra a la dirección la información necesaria para manejar el negocio. Esto significa el proveer información concreta que se utilizara como base para toma de decisiones y acciones que refuercen éstas. Como fue establecido en la introducción, el primer paso para lograr un control estadístico de proceso, es llevar al proceso mismo dentro de un estado de control estadístico identificando y eliminando las causas especiales de la variación de éste.

En este caso primeramente están los datos que usted está interesado en negociar, y el medir la calidad de los productos o servicios que se han producido. Como la calidad es monitoreada, los procesos y condiciones son valuadas para determinar si deberán someterse a observaciones posteriores. A través de este proceso, los problemas de algunas áreas serán identificados, la recolección de datos y las acciones apropiadas serán tomadas.

Desde el punto de vista de calidad hay tres objetivos principales para utilizar la recolección de datos.

1. Analizar un producto o proceso así como sus capacidades, estableciendo acciones para mejorar estas capacidades y eliminar los defectos.
2. Proporcionar las bases para la ejecución de las acciones del control estadístico sobre un proceso o producto y mantener el estado de control.
3. Inspeccionar partes o productos en lugar de aceptarlos o rechazarlos. Los datos obtenidos a través de la inspección son comparados con los requerimientos. Basados en la comparación de partes o productos que son rechazados o aceptados, la inspección puede hacerse al 100% ó solamente un muestreo de unidades. (Inspección por muestreo).

¿QUÉ TIPO DE DATOS SE PUEDEN RECOLECTAR?

Usted y su gente pueden estar de acuerdo, que mejorar la calidad requiere de la recolección de datos acerca del nivel de calidad que existe, pero el problema sigue existiendo; ¿Qué clase de datos se necesitan?.

Los datos se pueden dividir en dos clases, atributos y variables.

DATOS POR ATRIBUTOS

Los datos por atributos son cosas que solo se pueden contar y no medir. El número de piezas que fueron defectuosas son atributos. El número de defectos en una pieza es un atributo. Como se puede ver, los datos por atributos no nos dicen mucho, solo se cuentan pero no se miden. Se sabe que muchas piezas se miden con un calibrador "no-pasa", pero no se sabe que tanto variaron del calibrador "pasa".

DATOS POR VARIABLES

Los datos por variables son algo que se recolecta midiendo (largo, ancho, tiempo, presión, temperatura, etc.). Los datos por variables dicen considerablemente más acerca del producto y nos dicen mucho más acerca de las causas de variación. Pero los datos por variables son generalmente mucho más costosos, consumen más tiempo, y son más difíciles de obtener. No nos sirve de mucho encontrar la pureza de una fundición de estaño si para cuando obtuvimos el dato, el acero ya está en estado sólido y laminado.

INTEGRIDAD DE LOS DATOS.

Otra consideración que debe hacerse al decidir que clase de datos hay que recolectar es la integridad de los datos. Si los datos van a ser analizados y se deben hacer cálculos, se necesitan suficientes datos completos para hacer esto. Por ejemplo, si se necesita volumen, la altura de una caja es lo único significativo, si también se recolectan datos acerca del ancho y la profundidad.

ALGUNOS PROBLEMAS CON LOS DATOS POR VARIABLES

Algunas veces se encontrará con la necesidad de datos por variables pero existirán dificultades para medirlos. ¿Qué tan suave es suave? ¿Qué tan limpio es limpio? ¿Qué tan negro es negro?. Considere el humo negro emitido por la combustión de una muestra de material. Quizás el color mida la eficiencia de la combustión ¿cuántos matices de negro deben ser medidos?. O acerca de una industria que manufactura llantas, la viscosidad de la goma neumática sin vulcanizar se utiliza para determinar si varias piezas de la llanta se moldearan juntas en una unidad. Se encontrarán muchas situaciones en las que no se obtendrán las mediciones de una variable fácilmente. ¿Qué se puede hacer? Aquí el buen juicio del ser humano interviene, pero hay formas de ayudarse. Los valores relativos pueden ser obtenidos del uso de muestras; por ejemplo, los diferentes matices de negro pueden ser comparados contra un número de pinturas que muestren diferentes matices de negro. La suavidad puede ser juzgada con la comparación de algunos ejemplos del producto de diferentes suavidades. Así aunque no se pueda escribir el valor de una variable, se podrán obtener varias muestras de diferentes grados de variación. Hay que asegurarse que los métodos para recolectar datos están bien documentados, particularmente cuando hay que manejarlos solo con valores de juicio.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE DATOS CORRECTOS?.

Los datos correctos pueden dejar una acción benéfica relativa a la calidad, donde quiera que se hallen datos incorrectos puede haber mala conducción, confusión y pueden tener efectos desastrosos en el control de calidad.

Las consecuencias de datos incorrectos pueden incluir acciones costosas tales como.

1. Fragmentar un lote o partida de buenos productos porque los datos indican que estaban fuera de especificación.
2. Reprocesar un producto que ya se encontraba dentro de especificación.
3. Dejar que un producto defectivo llegue hasta el cliente y causarle costos extras y dejarlos no satisfechos.
4. Regresar un producto comprado al vendedor por malo cuando, en realidad estaba bueno (riesgo del fabricante).
5. O al revés aceptar el producto del vendedor cuando estaba defectuoso y dejar que intervenga en tu producto, y hacerlo defectuoso también (riesgo del consumidor).

Para asegurarse que los datos que se han recolectado son correctos hay que asegurarse que las instrucciones se entendieron, el entrenamiento fue dado, los instrumentos estaban en buenas condiciones de trabajo, y los datos registrados han sido preparados propiamente para que sean usados; los datos coleccionados deben responder estas dos preguntas.

1. ¿Los datos recolectados revelan los hechos?
2. ¿Están los datos arreglados y organizados como para presentar estos hechos?

En orden de asegurar que los datos recolectados realmente revelan las condiciones reales, la precisión del método de recolección debe ser controlada, y si los datos son tomados de una muestra, entonces todos los requisitos de las técnicas de muestreo apropiadas deben ser llenados.

El más común mal uso de las técnicas de muestreo como una base en la predicción de características de toda población, es la aceptación de que la población es un grupo homogéneo producido por un proceso que está bajo control estadístico. Todas las proyecciones estadísticas hechas a partir de muestras parece que involucran la inclusión de tal requerimiento.

Después de que los datos son recolectados, normalmente serán organizados y proyectados de una manera, estadística. Se debe tener cuidado con la técnica estadística que se emplee, usar datos organizados que revelen los hechos y los presenten de tal forma, que una decisión correcta o la solución del problema sean posibles.

Dos puntos adicionales deben hacerse en lo referente a la recolección de datos.

1. Siempre hacer lo posible para aprender algo de los datos. No partir de que hay que probar algo. No asumir que se sabe qué está pasando con el proceso, hay muchas variables que interactúan sutilmente aún en el más simple de los procesos.
2. Siempre que sea posible, estar presente, para observar el ambiente y las condiciones físicas cuando los datos son recolectados; no hay buen sustituto, como dice un adagio "Estar viendo es mejor a que te lo platiquen".

DOS CLASES DE ERRORES HECHOS AL HACER LA RECOLECCION DE DATOS

Aún después de haber decidido sobre la forma apropiada de recolectar datos hay dos errores básicos que se necesita sean evitados:

- 1) Error, al escoger las partidas de las cuales se obtendrán los datos.
- 2) El otro error al hacer las mediciones en las partidas una vez que han sido escogidas.

En la sección de muestreo describiremos los métodos apropiados para escoger las fuentes de donde se obtendrán los datos. En esta sección, se manejan como una segunda categoría. Un modo de referirnos a la segunda categoría será "Errores de observación"; errores hechos en las mediciones o conteos de las partidas seleccionadas.

Los errores de observación pueden caer dentro de diferentes tipos. Para nuestros propósitos los dividiremos en las siguientes categorías.

- 1) Sesgo
- 2) Dispersión
- 3) No-reproductibilidad.

ERRORES DE SESGO

Si decimos que las mediciones están sesgadas, queremos decir que están desviadas o sesgadas en una dirección dada. Un ejemplo podría ser si la persona que está haciendo la medición tiene el hábito de siempre leer un instrumento sobre el lado mayor, o si prefiere leer números cerrados y no con sus decimales. Otra frecuente clase de sesgo será si un instrumento ha sido usado sin calibrarse o ajustarse y siempre leerá muy alto, como si la escala estuviera varias libras por encima, o en un calibrador para medir la presión en la llanta, o que este leyendo varias libras de presión abajo del valor verdadero. Algunas veces el sesgo está referido como una "falta de exactitud". Así cuando se estén tomando mediciones y estas estén todas recorridas en una dirección dada a partir del valor verdadero nosotros tendremos errores de sesgo.

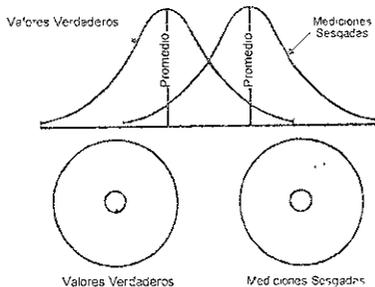


Figura 1.1 Errores de Sesgo.

ERRORES DE DISPERSION

El siguiente tipo de errores de observación ocurren cuando las mediciones son tomadas alrededor del valor real de cierto modo en una distribución de frecuencia. Esto es, que varían del valor verdadero, algunas hacia arriba y otras hacia abajo. Estas no están sesgadas en una dirección dada. No estamos hablando acerca de la distribución de frecuencia de los productos, (ellos están ahí) pero con la diferencia de que estamos hablando acerca de las mediciones de estos productos, y no se están obteniendo el preciso valor verdadero de estas mediciones. Algunas veces este tipo de errores de observación es llamado "falta de precisión".

Este tipo de errores pueden ser causados por un instrumento de medición que no está diseñado para medir con la precisión que se está buscando. Por ejemplo, no se puede usar una regla ordinaria para medir longitudes de cientos de pulgadas o calibrar una escala en libras y onzas para leer un peso en gramos. El instrumento de medición debe ser lo suficientemente preciso para obtener lecturas con un nivel de tolerancia importante para el producto que se está midiendo.

Los errores de dispersión también ocurren si la persona que está haciendo las mediciones no tiene cuidado al tomar las lecturas o no sabe como usar el instrumento apropiadamente.

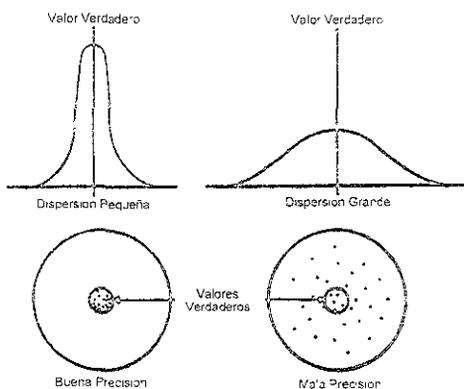


Figura 1.2 Errores de Dispersión

ERRORES DE NO-REPRODUCTIBILIDAD

La no-reproducibilidad se refiere a una condición donde, si tus tomas las mismas mediciones una y otra vez, y solo se obtienen diferentes lecturas o mediciones, es probablemente peor que no tener ningún dato. Si no se puede obtener repetidamente el mismo dato de una muestra no se tiene base para una decisión basada en esa muestra.

La no-reproducibilidad puede ser causada por la persona que está haciendo las mediciones, por el instrumento que está siendo usado para medir, o por el ambiente, bajo el cual la medición ha sido conducida. Por ejemplo, como el calor causa expansión, se obtendrán diferentes valores si la medición de un producto se toma cuando hace frío o cuando hace calor.

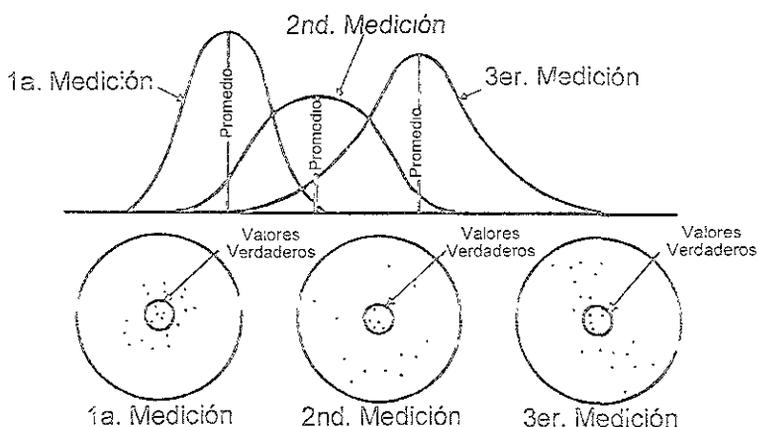


Figura 1.3 Errores de No-reproducibilidad.

Para resumir acerca de los errores de observación, como normalmente se van a basar las decisiones y acciones en los datos que se recolectan de una muestra, es de la mayor importancia que los datos sean exactos, precisos y repetibles como condiciones de garantía. Aprender algo acerca de los datos más que tratar de probar algo. Y, si es posible, estar físicamente presente cuando los datos son recolectados.

¿CÓMO SON RECOLECTADOS LOS DATOS?

Los datos deben ser recolectados cuidadosamente y con precisión. Una herramienta poderosa de ayuda en este asunto es la Hoja de Revisión. Las hojas de revisión facilitan una revisión rápida o una calificación y están diseñados para enfatizar una secuencia particular de operación, o la ejecución de ciertas tareas dentro de un periodo de tiempo dado, o brindar atención a áreas problema que se encuentran bajo investigación. La función de una hoja de revisión es el proveer una técnica sistemática para hacer observaciones. El sistema puede ser el resultado de estudios estadísticos exhaustivos para determinar que será observado y qué formato es considerado ser el más útil.

Tres cosas se deben tener en mente cuando planeamos una hoja de revisión:

- 1) Entender completamente el propósito.
- 2) Categorizar la información que será recolectada.
- 3) Diseñar el formato para hacer lo más fácilmente posible el registro de los datos.

TIPOS DE HOJAS DE REVISION

Tres diferentes clases de hojas de revisión son usadas para hacer registros de datos: de datos por atributos (contables), de datos medidos (variables), y de datos de localización.

HOJAS DE REVISION PARA REGISTROS

Las hojas de revisión para registros son usadas para recolectar datos, medidos o contados. Se comenzara por describir el tipo de datos que se intenta recolectar. ¿Se van a contar, medir, localizar, o alguna otra cosa?. ¿Cuántos datos se intentan recolectar?. Si no se sabe ningún dato todavía, tratar de visualizar, el formato que sería mejor para este propósito. Discutir que se necesita saber acerca de cada medición. Se necesita saber, ¿Quién lo va a recolectar? ¿De donde proviene? ¿Cuándo fue recolectado? Y ¿Qué hay acerca del tamaño, color, peso y otros atributos?. Cuando sabe que información necesitará, usted esta listo para construir las hojas de revisión de registros.

HOJAS DE REVISION PARA PASAR LISTA

Las hojas de revisión para pasar lista son usadas para monitorear donde hay una serie de tareas que tienen que ser completadas. El pasar lista es útil cuando sé esta aprendiendo como operar un equipo complejo o delicado, los supervisores tienen hojas para pasar lista así pueden recordar al revisar una área entera. Las hojas para pasar lista pueden ser desarrolladas para asegurar buenas inspecciones.

HOJAS DE REVISION PARA LOCALIZACION DE DEFECTOS

Estas hojas de revisión son usadas para recolectar datos de localización. Típicamente, son dibujos; ilustraciones, o mapas donde los datos son recolectados. Registrando los datos de esta forma, a menudo simplifica la recolección de procesos y también ayuda a una mejor visualización de un problema.

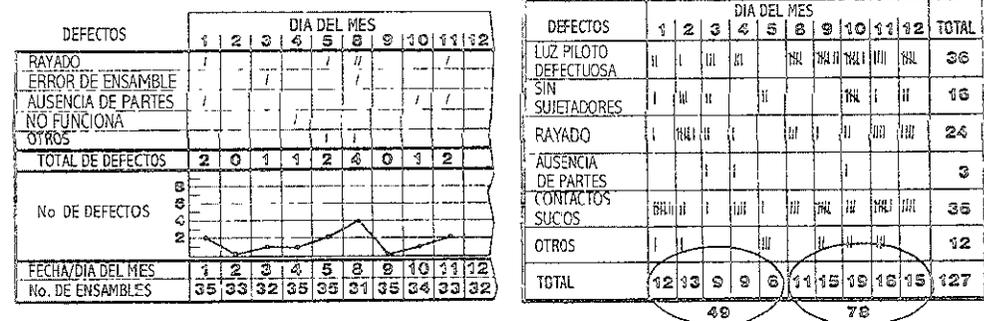


Figura 1.4 Hojas de Revisión por atributos.

PREPARACION DE HOJAS DE REVISION

Use esta lista para ayudarse a preparar hojas de revisión.

1. ¿Los datos son históricos o nuevos?
2. ¿Cuántos datos estarán involucrados? ; ¿un centenar de puntos?, ¿Un millar de puntos?, ¿Un millón?
3. ¿Qué hojas de revisión deberán ser usadas: de registro, localización?
4. ¿Estará en existencia la forma para hacer el trabajo?
5. ¿Quién será responsable de la coordinación?
6. ¿Cómo puede hacerse mejor la tabulación para evitar errores?
7. Si la tabulación es interrumpida, ¿puede ser restablecida sin errores?
8. ¿Existe alguna ventaja al tener varios operarios tabulando poco tiempo, en lugar de tener a un operador por largo tiempo?
9. ¿Que etiquetas se necesitaran en las hojas de revisión?
10. ¿Se requiere de algún entrenamiento?

PUNTOS EN LA PREPARACION PARA LA RECOLECCION DE DATOS.

En la preparación de la recolección de datos, es útil recordar algunos puntos.

- 1) estar enterado del valor de los datos al hacer decisiones
- 2) los datos son la base para decisiones substanciales
- 3) Datos correctos son un gran acierto; datos erróneos pueden ser desastrosos.

El propósito de los datos debe ser claramente entendido. Saber el propósito permite la mejor organización de los datos y hay que recolectar los datos con cuidado.

Recordar que estas observaciones están hechas para reducir estadísticas. Las estadísticas en turno, proporcionan la base para cartas de barras, gráficas, diagramas de Pareto y probabilidades de ocurrencia. En el análisis final, la inferencia estadística influenciará el plan de acción. El tiempo utilizado en una preparación apropiada puede ahorrar dinero, complicaciones y menos horas de largas corridas.

Las siguientes preguntas deben ser respondidas durante el período de preparación:

1. ¿Cuál es el propósito de la recolección de datos?
2. ¿Han sido identificados los parámetros especificados de los datos?
3. ¿Es este esfuerzo una duplicación innecesaria de algo que ya había sido hecho?
4. ¿El esfuerzo ha sido adecuadamente coordinado con otras organizaciones afectadas?
5. ¿Quién ha recolectado los datos?
6. ¿Cuándo los datos deben ser recolectados?
7. ¿Dónde deben originarse los datos?
8. ¿Qué formas deben usarse?
9. ¿Dónde deben retenerse los datos?
10. ¿Cuánto tiempo deben guardarse los registros?
11. ¿Cuánto tiempo toma reemplazar los mismos datos?
12. ¿Quién es responsable de coordinar el esfuerzo?
13. ¿Se requiere algún entrenamiento?
14. ¿Esta claramente entendido el propósito de la recolección de datos por todo el personal involucrado?
15. ¿A quién debe ser dirigido el reporte?
16. ¿Quién debe preparar el reporte final?
17. ¿Esta siendo coordinado el presupuesto autorizado para este esfuerzo?

Con la preparación apropiada, la recolección de datos puede proporcionar los hechos significativos necesarios para tomar decisiones, resolver problemas y desarrollar objetivos. El juicio, sentido común y consenso son aun vitales para el proceso gerencial pero debe estar basado en datos.

CARTAS Y GRAFICAS

Las cartas y las gráficas son extremadamente útiles y flexibles en la explicación interpretación y análisis de hechos numéricos. Las gráficas siguen la practica normal de coordenadas (vertical y horizontal), y por lo tanto proporcionan una interpretación común de los datos, además las más comunes son líneas, barras y gráficas de pastel. Cada una tiene un rasgo que se presta para una particular situación. Las gráficas encuentran su aplicación cuando existe una necesidad de mayor comunicación. Las tendencias, las comparaciones, el progreso y los controles sugieren el uso de gráficas.

CARTAS Y ESTADISTICAS

Se ha encontrado que agrupamientos connotados son útiles en el análisis de datos. Como resultado, los estadísticos han desarrollado métodos matemáticos para facilitar decisiones; y también facilitar la significación de las desviaciones de los valores deseados.

La aplicación de métodos estadísticos permite que las cartas al ser preparadas puedan diferenciar entre procesos en control y procesos fuera de control. Seguidamente en este manual se trataran las diferentes formas que estas cartas toman y como interpretar los dibujos que ellas retratan. Una unidad de medida que será frecuentemente usada es la desviación del valor deseado. Esto proporciona la capacidad de conocer lo que se espera sea aceptable o defectuoso de un producto.

EL PRINCIPIO DE PARETO

La principal función de las técnicas estadísticas, en el control y en el mejoramiento de la calidad, es la influencia que estas técnicas tienen en la dirección de la aplicación del tiempo, dinero y recursos para el mejor retorno de la inversión.

Vilfredo Pareto, un economista italiano (1848-1923) estudió la distribución de la riqueza en el mundo y encontró una desigualdad significativa en esta distribución. Alrededor del final del siglo XIX, M.O. Lorez encontró una manera de describir esta distribución en forma gráfica.

La aplicación de este principio y su técnica gráfica se ha extendido desde entonces, principalmente a J.M. Juran la divulgó en todas las áreas de medición cuantitativa y se ha convertido en la mejor herramienta para determinar, el punto de disminución del regreso de ganancias, contra la inversión en mejoras.

Brevemente el principio establece que en cualquier situación dada, siempre hay pocos problemas (usualmente 20% del total) que causan la mayoría de las pérdidas en calidad (usualmente 80% del total).

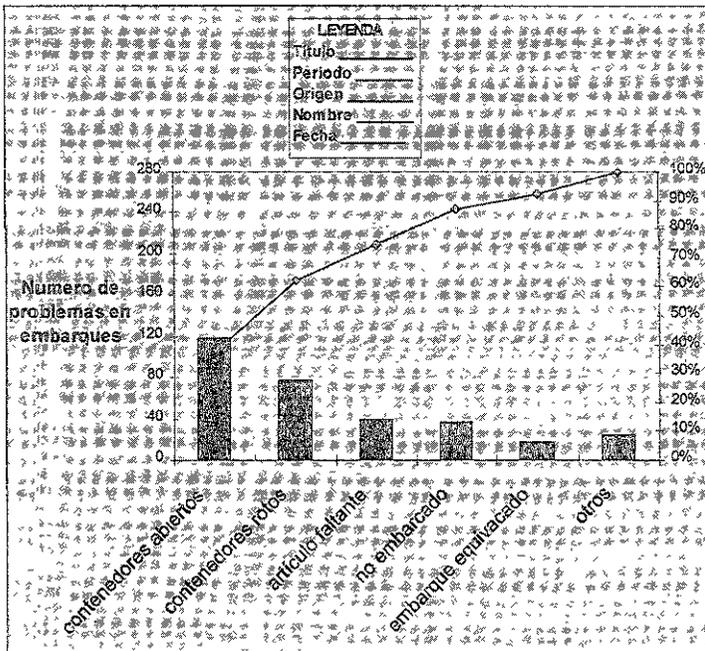


Figura 1.5 Diagrama de Pareto

¿PORQUE SE USAN LOS DIAGRAMAS DE PARETO?

Los diagramas de Pareto son usados como una técnica.

- Para analizar un problema desde una nueva perspectiva.
- Para enfocar nuestra atención en problemas prioritarios.
- Para comparar cambios en los datos durante diferentes periodos de tiempo.

d) Para proporcionar una base para la construcción de una línea acumulativa.

Como una técnica de análisis, el simple proceso de ordenar datos, sugiere algo de importancia que podría de otra manera pasar desapercibido. El seleccionar la clasificación, tabular los datos, ordenarlos y construir el diagrama de Pareto, ha probado tener un propósito útil en la investigación de problemas.

"Primero lo primero" es el pensamiento detrás del diagrama de Pareto. El diagrama apropiadamente construido debe sugerir que recursos pueden ser mejor usados direccionandolos al área del gran problema. La clase a la izquierda del diagrama y después proseguir a la derecha.

Conforme la calidad mejora, los datos del muestreo durante sucesivos periodos de tiempo deben reflejar este proceso. Una serie de diagramas de Pareto ilustrando cambio de datos, deben ser considerados para la muestra pictórica de este proceso.

Las líneas acumulativas son convenientes para contestar a preguntas como "¿qué clase de defectos constituyen el 50% de todos los defectos?" Los diagramas de Pareto son útiles para organizar datos para la preparación de la construcción de la línea acumulativa.

Los diagramas de Pareto son usados, cuando la atención debe ser dirigida a problemas de una sistemática, y cuando recursos limitados están disponibles para resolver una gran diversidad de problemas. El diagrama de Pareto ayuda a jerarquizar que debe ejecutarse primero.

RESUMEN

El más exitoso análisis de datos es aquel en el cual se alteran técnicas gráficas con herramientas analíticas, cada paso sugiere en el análisis, cual debe ser el siguiente paso. Datos precisos y a tiempo son absolutamente esenciales, para el esfuerzo de llevar al proceso a un estado de Control Estadístico.

RECOLECCION DE DATOS – CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero:

<u>Verdadero</u>	<u>Falso</u>	
_____	_____	1. Muchas tomas de decisión o soluciones de problemas deben basarse en datos recolectados.
_____	_____	2. Todos los datos pueden medirse o contarse.
_____	_____	3. La opinión de grupos y el consenso es un sustituto confiable en lugar de la recolección de datos.
_____	_____	4. Datos inexactos son peores que no tener datos.
_____	_____	5. Sesgo, dispersión y no reproducibilidad son errores que pueden hacerse en la medición de datos.
_____	_____	6. Poca preparación es necesaria para recolectar datos.
_____	_____	7. Los datos subjetivos son fáciles de medir y contar.
_____	_____	8. Es mejor usar sus propios datos que usar los de otra fuente.
_____	_____	9. Todas las observaciones deben registrarse y después reducirse a estadísticas.

Llene los espacios:

10. Los tres principales propósitos en la recolección de datos son para _____, para _____ y para _____ un producto o proceso.

11. La _____ es un error de observación que puede ser causado por mediciones descuidadas.

RECOLECCION DE DATOS – PROBLEMA

Su compañía fabrica bocinas de alta fidelidad para un mercado de calidad. Su grupo ha enfocado su atención en el incremento del índice de rechazos en el modelo del altavoz de línea 122A. La siguiente tabla ha sido armada con las hojas de producción mensual indicando lo serio del problema.

MES	SEPT	OCT	NOV	DIC	
TOTAL PRODUCCIÓN DE 122A	1159	1524	2593	2970	
ATRIBUTOS	No. Rechazos	No. Rechazos	No. Rechazos	No. Rechazos	Total
Bobina pegada	38	54	79	65	236
Circuito encapsulado	18	29	32	25	104
Respuesta pobre	28	51	257	283	619
Corto circuito	6	12	19	35	72
Circuito Abierto	2	9	6	21	48
SubTotal	92	155	403	429	1079
Porcentaje del Total	7.9	10.3	15.5	14.7	

Figura 1.6 Tabla de rechazos

Estos datos han sido tomados en la estación de inspección que sigue al punto en que el cómo de la bocina es sujeto al imán. La conexión electromecánica se ha terminado. Estos datos han sido tamizados escogiéndose los más significativos indicadores del problema.

Su grupo debe articular un plan para tomar decisiones importantes acerca de cómo hacer una recolección de datos más completa.

RECOLECCION DE DATOS – CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero:

<u>Verdadero</u>	<u>Falso</u>	
<u> X </u>	<u> </u>	1. Muchas tomas de decisión o soluciones de problemas deben basarse en datos recolectados.
<u> </u>	<u> X </u>	2. Todos los datos pueden medirse o contarse.
<u> </u>	<u> X </u>	3. La opinión de grupos y el consenso es un sustituto confiable en lugar de la recolección de datos.
<u> X </u>	<u> </u>	4. Datos inexactos son peores que no tener datos.
<u> X </u>	<u> </u>	5. Sesgo, dispersión y no reproductibilidad son errores que pueden hacerse en la medición de datos.
<u> </u>	<u> X </u>	6. Poca preparación es necesaria para recolectar datos.
<u> </u>	<u> X </u>	7. Los datos subjetivos son fáciles de medir y contar.
<u> </u>	<u> X </u>	8. Es mejor usar sus propios datos que usar los de otra fuente.
<u> X </u>	<u> </u>	9. Todas las observaciones deben registrarse y después reducirse a estadísticas.

Llene los espacios:

10. Los tres principales propósitos en la recolección de datos son para ANALIZAR, para CONTROLAR y para INSPECCIONAR un producto o proceso.
11. La DISPERSIÓN es un error de observación que puede ser causado por mediciones descuidadas.

RECOLECCION DE DATOS – PROBLEMA

En la solución de este problema, su plan deberá incluir decisiones acerca de:

1. La necesidad de desarrollar una lista de chequeo y en una forma específica, si es necesario.
2. La preparación de pasos necesarios para obtener todos los datos que se requerirán
3. La elección de datos por variables o atributos
4. Revisar si se tienen datos disponibles o se requiere que colecten
5. ¿Cómo se intenta adquirir los datos necesitados?
6. ¿Quién será la persona responsable de colectar los datos?
7. Los métodos de protección contra los errores de observación
8. Cómo se espera desplegar o mostrar los datos y un ejemplo de cómo hará esto
9. El tiempo en el cual espera alcanzar resultados

Este es un número razonable de instrucciones que el grupo podrá escoger para llevar a cabo.

Una posible forma de seguir estos pasos se muestra en el siguiente ejemplo.

Su grupo decide investigar el problema con la fricción de bobinas.

El hecho de que "rechazo por respuesta de frecuencia pobre" no especifica suficiente indicio para escoger el siguiente mas largo factor. Usted decide hacer un estudio de la coaxialidad (o la cercanía de centros) y usar datos (o mediciones) con referencia a este problema. Esta de acuerdo en medir la distancia radial entre el centro del eje de la bobina y el borde de la parte interior del collar de montaje a ángulos de 0 grados y 90 grados con referencia cero tomado desde la dirección de la pestaña de soporte. Usted elige una precisión de medición de ± 0.001 pulgadas

Los pasos de preparación escogidos:

1. Asegurarse de que este tipo de datos no están disponibles en algún departamento en la planta
2. Procurar de que el microscopio micrómetro sea capaz de dar la precisión deseada
3. Entrenar a alguien en cómo usar el instrumento y checar su trabajo
4. Instalar el microscopio en una zona apropiada cerca del área de desecho
5. Poner un alto en los cuatro meses anteriores de suministros de rechazo, por lo cual no fueron mandados al departamento de salvamento
6. Tomar mediciones de las 236 unidades.

MUESTREO

A. OBJETIVO de esta sección.

1. Describir que es el muestreo y porque es usado.
2. Explicar los conceptos en los que se basa el muestreo.
3. Capacitarlo para tomar una buena muestra.
4. Identificar situaciones donde no debe usarse el muestreo.
5. Aprender donde y como usar el muestreo.

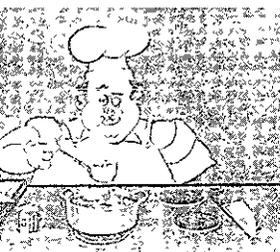
B. CONTENIDO de esta sección.

- Presentación narrativa
- Introducción
- Por qué es valioso el muestreo
- Qué es muestrear
- Muestreo de inspección vs. Muestreo de control estadístico de proceso
- W. Edwards Deming y el muestreo de inspección
- Escogiendo muestras para el S.P.C.
- La aplicación del muestreo de inspección
- Qué es una muestra representativa
- Cuál es el significado de "población" en el muestreo
- Haciendo una población finita
- Qué es una muestra aleatoria
- Uso de tabla de números aleatorios
- Aleatorio sistematizado
- Qué es una muestra estratificada
- Otros tipos de muestreo de inspección
- La importancia del tamaño de la muestra
- Como usar las tablas de muestreo
- Resumen
- Evaluación

MUESTREO

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

MUESTREO



¿POR QUÉ NO SE INSPECCIONA AL 100%?



MUESTREOS AVANZADOS



1. El objetivo es explicar que el muestreo es un requerimiento clave para el control estadístico de proceso y la inspección de los productos.
2. Básicamente, el muestreo usado en el control de calidad es una técnica para seleccionar una adecuada porción del total de la población; midiendo las características de esa muestra, a fin de tener las conclusiones sobre el total, como una base para tomar decisiones y acciones sobre la población o proceso por el cual fue producida.
3. Todos nosotros podemos identificar este proceso de muestreo. El muestreo es algo que cada uno hace a cada momento. Haga una olla de puchero y ¿qué ocurre invariablemente antes de servir a sus invitados? ¡Usted la prueba! O considere la practica de probar manejando muestras de diferentes carros antes de comprar uno nuevo, basándose en este corto manejo, hacemos una suposición sobre el carro que podemos recibir de la fabrica.
4. Cuándo inspeccionamos los productos, ¿Por qué hacemos uso del muestreo en lugar de inspeccionar cada artículo?. Primeramente porque una inspección al 100% requiere considerablemente más tiempo y dinero. Por lo tanto, el costo de los productos podría ser incrementado a menudo innecesariamente. Y cualquiera que piense considerar que un 100% asegura una perfecta precisión, puede tratar de contar y volver a contar la gran cantidad de tuercas de una maquina hasta que logre tener el mismo total 2 veces.
5. El primero y más importante avance del muestreo es que la única forma económicamente practica de mantener un proceso en un estado de control estadístico y es solamente a través de esta estrategia de prevención que la última meta del control total de calidad puede ser realizado.
6. Un avance del uso de la inspección por muestreo es que es mucho menos cansado y monótono para el operador. La inspección al 100% es fatigosa y usualmente desastrosa.

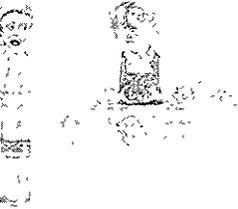
7. Porque la inspección por muestreo es menos cansado. Y es más precisa y en suma, los costos de ejecución son menores.



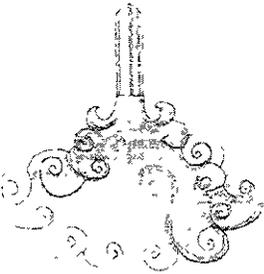
8. Otra ventaja de la inspección por muestreo es que hay menos probabilidad de daños al producto desde el manejo e inspección porque solamente una muestra esta sujeta a este procedimiento.



9. La inspección al 100% desanima a los operadores a tener cuidado de producir solamente buenos productos. Ellos pueden llegar a ser menos cuidadosos porque siempre hay alguien checando todo lo que ellos hacen.



10. En algunos casos el muestreo es la cosa más practica de hacer. Por ejemplo, ¿cómo puede determinarse que un misil trabajará como esta planeado sin detonarlo o un cartucho de dinamita? o una caja de cerillos?.



Si el total de la producción es probada ningún artículo será entregado.

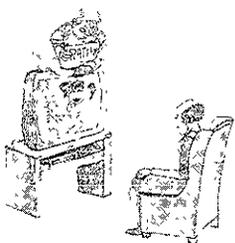
Entonces la única manera es realizar pruebas destructivas en muestras y de sus resultados, decidir si el balance de la producción es bueno o malo.

11. Las técnicas de muestreo son también necesariamente cuando la producción involucra grandes longitudes del producto, tales como la fabricación de flechas, rollos de alambre o película fotográfica, gomas, cinturones, etc. Aquí también solamente pueden ser cortadas e inspeccionadas, muestras.





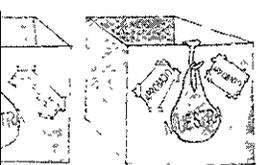
12. Un tercer tipo de requerimientos de muestreo de la producción es el que involucra enormes cantidades de productos no muy caros tales como, tuercas, pernos o cigarros. Los defectos pueden muy probablemente no ser críticos y una inspección al 100% es económicamente imposible



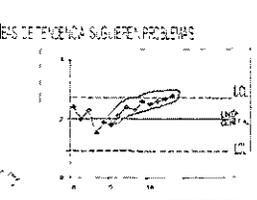
13. El muestreo puede ahorrar tiempo y dinero y dar resultados precisos. El servicio de rating de T.V. muestra un pequeño número de casas tomadas de los millones de familias en los Estados Unidos que tienen televisión, los programas se continúan o se suspenden sobre la base de los resultados de estos muestreos. Datos muy precisos pueden obtenerse de muestras relativamente pequeñas, si se siguen los procedimientos adecuados.

IMITACIONES

14. Sin embargo el muestreo tiene limitaciones. Veamos un par de éstas.



15. Con la inspección por muestreo una decisión de aceptación o rechazo de un lote completo esta basado en la calidad de este muestreo. Si el lote no fue producido bajo condiciones estables, es probable que los datos de la muestra sean erróneos y puedan constar decisiones incorrectas y costosas.



16. Muestrear con el propósito de mantener un proceso en un estado de control estadístico, muestras invalidas pueden ocasionar acciones que sean innecesarias y pueden llevar al proceso dentro de un estado inestable.

EL CONTROL DE CALIDAD

IMITACIONES:

- 1) Tamaño de la muestra
- 2) Selección de piezas
- 3) Método de selección de la muestra
- 4) Frecuencia de muestreo.

17. Por consiguiente, es importante seguir las reglas para tomar buenas muestras para asegurar resultados precisos. En las muestras para el control del proceso, además de precisar la medición de la muestra hay que considerar estos elementos.

- 1) Tamaño de la muestra
- 2) La selección de cada espécimen en la muestra.
- 3) El método para escoger cada muestra
- 4) La frecuencia de la toma de muestras.

DEFINICIONES:

N: Tamaño del lote.

n: tamaño de la muestra.

EN EL MUESTREO

Informarse a los requerimientos de calidad.

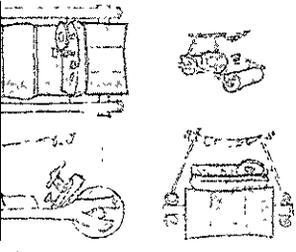
Encontrar el tamaño de lote N.

Determinar el tamaño de n.

Tomar una muestra representativa.

Examinar la muestra y decidir si los requerimientos de calidad del lote.

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD



18. Viendo ahora los pasos para la inspección por muestreo hay un par de símbolos a entender.

"N" (mayúscula) representa el tamaño del lote.

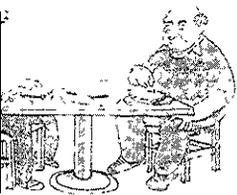
"n" (minúscula) representa el tamaño de la muestra para ser seleccionada del lote.

19. Aquí se tienen los pasos a seguir en la inspección por muestreo.
- 1) Redefinirse a los requerimientos de calidad
 - 2) Encontrar el tamaño del lote N (mayúscula).
 - 3) Determinar el tamaño de la muestra n (minúscula).
 - 4) Tomar una muestra representativa.
 - 5) Examinar la muestra y decidir si los requerimientos de calidad del lote han sido encontrados.

20. PASO 1. Referirse a los requerimientos de calidad e informarse sobre ellos. Este dibujo de ingeniería muestra, las muchas fuentes que tenemos para determinar las características de calidad que necesitamos. Esta información puede venir también desde las especificaciones de proceso, especificaciones militares o requerimientos del cliente.

21. PASO 2. Encontrar el tamaño del lote. Pueden ser solo algunas partes o pueden ser varios miles. Todas las unidades en el lote deben ser homogéneas, esto es, hechos con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones.

22. PASO 3. Determinar el tamaño de la muestra. Las tablas de muestreo especifican que tan grande debe ser la muestra. Una muestra inadecuada incrementa el riesgo de que los resultados obtenidos no den un cuadro real del lote.



23. ¿Cuándo es necesaria una muestra grande? Las tablas de muestreo están basadas en las leyes de la probabilidad. Ellas dan tamaños de muestra opcionales dependiendo hacia que precisión se desee llegar en la predicción de la calidad del lote.

	No. piezas para muestreo
	Inspección normal
	30
0	200
100	500

24. Usando este ejemplo de las tablas de la militar standard 105D para una inspección normal, se demuestra que se requiere un porcentaje significativamente pequeño del lote para la muestra y darnos un nivel de precisión adecuado.

Nivel de Inspeccion Especial			Nivel Inspeccion General		
S-2	S-3	S-4	I	II	III
A	A	A	A	A	B
A	A	A	A	B	C
A	B	B	B	C	D
B	B	C	C	D	E

25. Este es un extracto de una tabla de muestreo. De acuerdo a la variación de los niveles de inspección, las tablas de muestreo especifican el tamaño de las muestras para varios tamaños de lotes. Ellas también muestran la cantidad de rechazos que pueden estar en una muestra antes de ser rechazado el lote completo. Recuerde, sin embargo, que la aplicación de esta aproximación estadística para muestrear depende del conocimiento que se haya hecho del lote muestreado que fue producido en un proceso en un estado de "control estadístico".

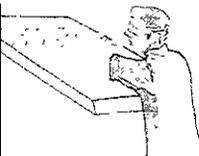
PAR UNA MUESTRA REPRESENTATIVA



26. PASO 4. Tome una muestra representativa del lote. Es importante que la precisión de las muestras retrate el cuadro correcto del lote. Además, las muestras deben venir de varias partes del lote para ser representativas. Ellas deben ser seleccionadas al azar. La selección al azar es un factor crítico en el muestreo.



27. Para que una muestra sea representativa y por lo tanto, seleccionada al azar, cada artículo debe tener igual oportunidad de ser seleccionado para la muestra.



28. Esta figura muestra un ejemplo de una selección de una muestra la cual tendrá un "sesgo" esto es que algunos artículos tienen más probabilidades de ser seleccionados que otros.



29. Para ayudarlo en la selección de un muestreo al azar, han sido preparadas tablas, las cuales aseguran que las muestras fueron realmente escogidas al azar. Este manual incluye un ejemplo de las tablas de números Random o aleatorios.

EXAMINANDO LA MUESTRA



30. PASO 5. Examine la muestra. Cada parte de la muestra debe ser inspeccionada contra el standard de calidad. Separar las partes malas de las buenas, y decidir si los requerimientos de calidad del lote han sido encontrados. Asumiendo que la muestra fue seleccionada apropiadamente y que el lote fue producido bajo control estadístico, usted puede ahora presidir con exactitud las condiciones del lote total. Esta técnica es llamada inspección por "muestreo simple". Hay muchas otras formas de inspección por muestreo, pero usted probablemente no estará interesado en éstas.

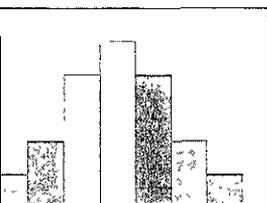


31. Hay un sin número de formas en las cuales se utiliza el muestreo en los esfuerzos de hacer mejoras en la calidad. Veamos algunos ejemplos.

DEFECTO	FEBRERO				MARZO				TOTAL
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Definición	1	2	1	4	3	2	1	1	14
Defensa	1	1	2	1	1	2	3	1	14
Defecto	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Defecto Fluido	2	1	1	1	1	1	1	1	10
Defecto de Punto	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Defecto con	1	2	3	3	3	2	3	3	14
Defectos	2	1	1	1	1	1	1	1	8
Defecto	3	1	1	1	1	1	1	1	10
Defecto	1	1	1	1	1	1	1	1	8
TOTAL	23	25	29	22	22	16	21	21	202

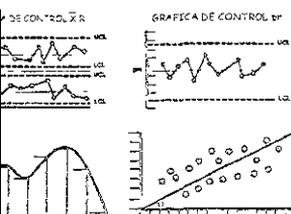
32. Las hojas de revisión en casi todos los casos serán derivados del muestreo. En cualquier momento que usted tenga la oportunidad de recolectar datos está "tomando una muestra".

HISTOGRAMA



33. Los histogramas se usan para decidir de un modo u otro si un proceso está siendo operado bajo condiciones estables. Esto significa que estamos tomando una decisión sobre algo basado en la observación de la mediciones de una muestra.

OCCASIONES PARA USAR MUESTREOS



34. El muestreo es un elemento importante en el control estadístico de proceso. Este proporciona las bases para la generación de datos los cuales son usados en el desarrollo de: las cartas de control X - R, y pn, los diagramas de dispersión y estratificación y de todas las herramientas del control estadístico de proceso.

MUESTREO

INTRODUCCION

El termino "muestreo" tiene una amplia variedad de significados para la gente, por ejemplo para un chef probar una receta o para un científico desarrollar un experimento. El propósito en ambos casos es formarse una opinión, o hacer algunas conclusiones acerca de la población total a partir de la muestra de donde fue tomada. En otras palabras, ¿El sabor de la sopa es correcto? o ¿Puede decir el científico que la mayor parte del producto terminado será como el de la muestra vida diaria? Por ejemplo; al decidir que caro nuevo comprar, quizá manejaremos un modelo de demostración como muestra de que los otros carros son como el modelo. o decidiremos que hacer o que no hacer en una organización, grupo de gente o línea de producto, todo basado en una limitada exposición (muestra). Generalmente es imposible para nosotros tomarnos el tiempo y gastar los recursos necesarios para checar a toda la población que la muestra representa. Como se ve, la mayoría de las decisiones están basadas en muestras.

Hasta los últimos treinta años, poca atención fue dada a los problemas de obtención de muestras representativas y como afirmar conclusiones de los resultados de las mediciones y/o el conteo de esas muestras. Las reglas para adquirir una muestra representativa no serían necesarias si cada persona o unidad de producto fueran exactamente iguales en todos los sentidos. Esta uniformidad absoluta no existe con la gente y es imposible de obtener en los productos. Si mides con precisión todas las dimensiones de cualquier grupo de productos comunes, se descubrirá que hay diferencias mínimas entre ellas y estarán desviadas muy poco de lo que hemos definido como el producto "standard", que es como esta especificado en los diagramas.

En este caso, la muestra que se escoge para medir o probar debe contener, tanto como sea posible, las mismas características que el grupo total, lotes o poblaciones que vayan a ser evaluadas. La muestra obtenida no será 100% representativa de la población total, pero siguiendo, las reglas del muestreo, la muestra obtenida será lo suficientemente cercana a la población total para afirmar conclusiones y hacer efectivos suposiciones acerca de la población total. Este será el propósito del muestreo.

El muestreo como una técnica, es la piedra angular en la cual el control estadístico del proceso esta fundado, así que es importante entender qué es el muestreo, como usarlo adecuadamente, y como puede ser una herramienta poderosa. Muchos libros se han dedicado al estudio del muestreo; un extensivo conocimiento estadístico y teórico se requiere para ser un experto en la materia. Obviamente, no se espera o se necesita tener este conocimiento tan profundo sobre el muestreo. Sin embargo, es necesario entender cuando usar el muestreo y los procedimientos propios a seguir. Fallar al usar los principios para tomar buenas muestras y medirlas adecuadamente dará como resultado decisiones erróneas basadas en muestras imprecisas. Sin embargo, siguiendo las reglas del muestreo, pueden ser alcanzadas conclusiones que tengan una alta probabilidad de ser unas "buenas decisiones".

¿POR QUÉ ES VALIOSO EL MUESTREO?

Si uno tiene la opción, de tomar una muestra en lugar de contar y/o medir cada unidad. Cuando la información estadística (datos) acerca de una gran cantidad de artículos es requerida, la información puede ser obtenida a costos reducidos a través de un bien diseñado de muestreo. Los ahorros resultan al completar el trabajo en menos tiempo y con menos horas de labor.



Costos Reducidos. Si los datos son obtenidos de una pequeña fracción del total de la población, los gastos son menores, que si una medición completa fuera obtenida. Con grandes población, una muestra nos da suficiente precisión que es útil y que representa solo una pequeña fracción de la población. En los Estados Unidos, las más importantes encuestas llevadas a cabo por el gobierno, usa muestra de alrededor de 100,000 personas, alrededor de una persona por cada 1,800. En las encuestas usadas para reunir factores de apoyo en ventas y de política de comercialización para la investigación de mercado, deben ser empleadas muestras de solo algunas miles de personas.

Gran Velocidad. Los datos pueden ser recolectados y sumados más rápidamente con una muestra que con la cuenta completa de toda la población. Esto es una consideración vital cuando la información se necesita urgentemente.

Datos más completos y precisos. Teniendo unas pocas partidas que medir o poca gente que entrevistar, se puede tomar más tiempo para asegurar que estén completos y precisos los datos que recolectamos. Por otra parte, existe menos probabilidad de cometer errores por monotonía como cuando tenemos el 100% de inspección.

Menos daño al producto. A menudo en el manejo y/o en la medición de un producto cuando lo inspeccionamos en el proceso, ocurre algún daño. Al inspeccionar solo una muestra, solo algunas partidas están sujetas a este posible daño.

¿QUÉ ES MUESTREAR?

Muestrear es el acto, proceso, o técnica de seleccionar una adecuada cantidad fraccional de una población larga y finita, sujetando esta muestra a inspección o análisis con el propósito de predecir las características de la población total. Para la inspección o análisis de la cantidad fraccional (muestra) se deben dar ciertas condiciones; ciertos factores pueden ser determinados y ciertas suposiciones son hechas acerca de la población total finita. Las muestras pueden ser tomadas de productos terminados o servicios; o pueden ser tomadas las muestras de un proceso de producción en orden de aprender la naturaleza de la salida total del proceso de producción.

MUESTREO DE INSPECCIÓN VS. MUESTREO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

El muestreo es usado en una amplia variedad de aspectos dentro de la operación de una organización pero nos concentraremos aquí solo en dos muestreos de inspección y muestreo del control estadístico del proceso. El muestreo de inspección es usado para hacer conclusiones y hacer decisiones acerca de la aceptación, o rechazo, o reproceso, etc., de la población total (lote) de la muestra de donde fue sacada.

W. EDWARDS DEMING Y EL MUESTREO DE INSPECCIÓN.

El pensamiento expuesto por el doctor Edwards Deming ha ocasionado algunas preguntas acerca de varios aspectos del muestreo por inspección. Como la publicación por el gobierno de E.U. de MIL-STD-105 (ver más adelante) es un logro militar, se ha convertido en una práctica común el seguir "ciegamente" este estándar sin ninguna consideración. Varios puntos están a discusión.

1. La aceptación o rechazo de un lote basado en las tablas MIL-STD-105 sin ninguna prueba de que el lote fue producido por un proceso bajo "Control Estadístico".
2. El uso de planes de muestreo para la inspección dentro del proceso en lugar de aplicar controles estadísticos de proceso y sentido común en consideraciones económicas tales como donde inspeccionar y donde no.

El asumir que partes defectivas pueden estar en pruebas a nivel de ensamble y que la producción de partes esta bajo control estadístico, es simplemente un asunto de aritmética sacar el balance de el costo de inspección de aquellas partes defectuosas que puedan llegar al ensamble final contra el costo del reemplazo a nivel de ensamble de la producción por una decisión de no inspeccionar.

Si el costo medio de probar una o más partes es más alto que el costo promedio del reemplazo el procedimiento apropiado de acuerdo a Deming es inspeccionar 100%.

3. La idea de aceptar un nivel de calidad dado con un O.K. en vez de tratar continuamente de mejorar los niveles de calidad.

ESCOGIENDO MUESTRAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO

Aunque mucha de la mentalidad con respecto a la selección de la muestra es común entre el muestreo de inspección y el muestreo de SPC, con este ultima usted trata con una serie de muestras tomadas en un lapso de tiempo como base para decisiones.

Algunas consideraciones para establecer los planes de muestreo para el control de proceso incluyen.

1. El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande para asegurar con una gran probabilidad que cualquier cambio en el proceso no va a pasar sin detectarse.
2. Los especímenes en cada muestra deben representar la salida homogénea de la producción bajo las mismas condiciones; es decir: de una misma maquina, operador o línea de ensamble.
3. Las muestras individuales deben provenir de un rango de variación lo más grande posible para que exhiba al proceso.
4. La frecuencia de cada muestra debe considerar la naturaleza del proceso y su inherente posibilidad de variación con el tiempo, tal como cambios de herramientas, de químicos o ambientales.

LA APLICACIÓN DE MUESTREO DE INSPECCIÓN

La siguiente porción de esta sección pertenece primordialmente al tema de muestreo de inspección. Existen ejemplos donde el único camino practico de inspeccionar un producto es por muestreo; esto es hay casos donde inspeccionar 100% no es practico, estos ejemplos son:

1. pruebas destructivas; la inspección no es posible sin la destrucción química o física del producto.
2. Al inspeccionar bienes de grandes longitudes; bobinas de cobre, película fotográfica, papel, textiles, etc. en los cuales es difícil desenrollar para inspeccionar.
3. Inspección de grandes cantidades: tornillos, tuercas, claros, papeles, etc. son productos hechos en grandes cantidades en donde no es practico o económico la realización de una inspección 100%.

¿QUÉ ES UNA MUESTRA REPRESENTATIVA?

Una muestra representativa es una fracción de la población que contiene aquellas propiedades que van a ser checadas; existiendo en la misma proporción en toda la población. Si esta propiedad se refiere a defectos, una muestra representativa debe tener el mismo porcentaje de defectos como la población total de la cual se extrajo la muestra.

¿CUÁL ES EL SIGNIFICADO DE "POBLACION" EN EL MUESTREO?

Una población puede ser definida simplemente como el grupo total de elementos de los cuales algunos factores y ciertas suposiciones necesitan ser determinadas. La palabra "elementos" puede sugerir cosas que estén en el rango de partes defectivas, reportes sin discrepancia, automóviles, colegas, juniors, líneas de impresión de las columnas de un periódico o eventos tales como, lanzar una moneda o pesar un objeto, o aun los intervalos de tiempo. La particular población de interés en cualquier sentido, depende de las preguntas de investigación que se han preguntado.

Consideremos el siguiente ejemplo:

¿Qué tan bien pueden leer los niños en nuestro estado?. En este caso, la población es "los niños en nuestro estado". Ahora suponemos que queremos las respuestas de nuestra encuesta. La dificultad inmediata, es que la población no esta definida lo suficientemente precisa. ¿qué queremos decir con niños?.

¿Queremos decir chicos y chicas que tienen 12, 13, 14 y 15 años así como algunos más jóvenes? ¿y aquellos que tienen 3 años o menos, o aquellos que están en instituciones para débiles mentales o los que están ciegos o sordos?. Antes de poder responder la encuesta, se debe especificar la población en el detalle necesario en orden de excluir todos aquellos que no son de interés e incluir todos aquellos que son de interés. En este caso, por ejemplo se puede especificar como nuestra población todos aquellos que estén en 5º grado que no tengan dificultades visuales o auditivas serias, que hayan asistido regularmente a clases (excluyendo clases especiales por anomalías tales como gente de lento aprendizaje) en escuelas publicas y a partir de los 5 años. No se debe descuidar las condiciones por inclusión de la población.

Sin esta claridad, las conclusiones que se intentas obtener acerca de la población serán ambiguas y dudosas.

HACIENDO LA POBLACION FINITA

En la mayoría de las aplicaciones donde el muestreo es usado, la población acerca de la cual la información es deseada es finita. El número de gente en un pueblo, las maquinas en una fabrica, las partes similares en un embarque, el número de partidas producidas en un día, etc. si la población total no es finita, debe de hacerse finita. Esto se hace arbitrariamente rompiendo la expansión de la población en grupos, lotes, segmentos, periodos de tiempo, etc. Después de hacer esto, la información puede obtenerse por conteo y/o mediciones en cada partida en un particular lote, segmento, etc.; la información también puede ser seleccionada, o contada y/o midiendo una muestra tomada de un particular lote, segmento, etc., y después seleccionar y mostrar conclusiones acerca de todas las partidas, aunque no haya sido examinada cada una.

¿QUÉ ES UNA MUESTRA ALEATORIA?

Una muestra aleatoria es aquella que fue por un proceso cuyas demandas o implicaciones de cada unidad y cada combinación de unidades de la población tienen igual oportunidad de ser escogidas. El principio anterior del muestreo está basado en la premisa de seleccionar un suficiente número de unidades de la población total y hacer la selección de una manera verdaderamente aleatoria.

La muestra contendrá todas las características de la población total. Dependiendo de la situación anterior, hay varios grados de dificultad para garantizar el haber obtenido una muestra aleatoria. Hay, sin embargo, herramientas estadísticas disponibles para ayudar. Una es una "tabla de números aleatorios" tales como los que se muestran en la figura 2.1. en la siguiente pagina.

Para usar la tabla es necesario precondicionar esos números para que sean asignables a la población entera. Usando la tabla, usted tiene que habilitar la partida a escoger con el correspondiente número que la tabla dice que se selecciones.

Hay muchas de estas tablas. La que se muestra aquí es de Donald B. Owen Manual de Tablas Estadísticas.

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS*

1306	1189	5731	3968	5606	5084	8947	3897	1636	7810
0422	2431	0649	8085	5053	4722	6598	5044	9040	5121
6597	2022	6168	5060	8656	6733	6364	7649	1871	4328
7965	6541	5648	6243	7658	6903	9911	5740	7824	8520
7695	6937	0406	8894	0441	8135	9797	7285	5905	9539
5160	7851	8464	6789	3938	4197	6511	0407	9239	2232
2961	0551	0539	8288	7478	7565	5581	5771	5442	8761
1428	4183	4312	5445	4854	9157	9158	5218	1464	3634
3666	5642	4539	1561	7849	7520	2547	0756	1206	2033
6543	6799	7454	9052	6689	1946	2574	9386	0304	7945
9975	6080	7423	3175	9377	6951	6519	8287	8994	5532
4866	0956	7545	7723	8085	4948	2228	9583	4415	7065
8239	7068	6694	5168	3117	1586	0237	6160	0585	1133
8722	9191	3386	3443	0434	4586	4150	1224	6204	0937
1330	9120	8785	8382	2929	7089	3109	6742	2468	7025
2296	2952	4764	9070	6356	9192	4012	0618	2219	1109
3582	7052	3132	4519	9250	2486	0830	8472	2160	7046
5872	9207	7222	6494	8973	3545	6967	8490	5264	9821
1134	6324	6201	3792	5651	0538	4676	2064	0584	7996
1403	4497	7390	8503	8239	4236	8022	2914	4368	4529
3393	7025	3381	3553	2128	1021	8353	6413	5161	8583
1137	7896	3602	0060	7850	7626	0854	6565	4260	6220
7437	5198	8772	6927	8527	6851	2709	5992	7383	1071
8414	8820	3917	7238	9821	6073	6658	1280	9643	7761
8398	5224	2749	7311	5740	9771	7826	9533	3800	4553
0995	8935	2939	3092	2496	0359	0318	4697	7181	4035
6657	0755	9685	4017	6581	7292	5643	5064	1142	1297
8875	8369	7868	0190	9278	1709	4253	9346	4335	3769
8399	6702	586	6428	7985	2979	4513	1970	1989	3105
6703	1024	2064	0393	6815	8502	1375	4171	6970	1201
4730	1653	9032	9855	0957	7366	0325	5178	7559	5371
8400	6834	3187	8688	1079	1480	6776	9888	7585	9998
3647	8002	6726	0877	4552	3238	7542	7804	3933	9475
6789	5197	8037	2354	9262	5497	0005	8986	1767	7981
2630	2721	2810	2185	6323	5679	4931	8836	6662	3566
1374	8625	1644	3342	1587	0762	6057	8011	2666	3759
1572	7625	9110	4409	0239	7059	3415	5537	2250	7292
9678	2877	7579	4935	0449	8119	6969	5383	1717	6719
0882	6781	3538	4090	3092	2365	6001	3446	9985	6007
0006	4205	2389	4365	1981	8158	7784	6256	3842	5603
4611	9861	7916	9305	2074	9462	0235	4827	9198	3974
1093	3784	4190	6332	1175	8599	9735	0584	6581	7194
3374	3545	6865	8819	3342	1676	2264	6014	5012	2458
3650	9676	1436	4374	4716	5548	8276	6235	6742	2154
7292	5749	7977	7602	9205	3599	3880	9537	4423	2330
2353	8319	2850	4026	3027	1708	3518	7034	7132	6903
1094	2009	8919	5676	7283	4982	9642	7235	8167	3366
0568	4002	0587	7165	1094	2006	7471	0940	4366	9554
5606	4070	5233	4339	6543	6695	5799	5821	3953	9458
8285	7537	1181	2300	5294	6892	1627	3872	1952	3028

* Adapta with permission from Donald B. Owen, "Handbook of Statistical Tables", Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1962. Courtesy of U.S. Atomic Energy Commission

FIGURA 2.1. Tabla de números aleatorios.

Como el propósito aquí es solamente enterarlo de tales tablas y como se usan, solamente hemos incluido una porción de una tabla. Si usted no puede conseguir esa tabla., se puede substituir por el directorio telefónico completo; de una manera aleatoria y usando cualquier combinación de números. Tal como aparece en la pagina que escoja.

USANDO UNA TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS.

Al usar la tabla mostrada en la figura 2.1. simplemente entre a ella escogiendo cualquier columna o cualquier dirección, seleccionando la secuencia de números, tal como usted puede escoger es entrar en la tabla en la fila 15 y moverse a través de ella; los números son 1330, 9120, 8785, 8382 y 2929. Estas son las muestras que seleccionarán entonces en la población, si usted solo necesita 2 o 3 dígitos, puede usar ya sea los primeros o los últimos dos o tres dígitos. Puede haber algunas complicaciones adicionales. Pero en vez de complicar la cuestión tratando de explicar éstas aquí, le sugerimos preguntar a su departamento de calidad para que le ayude con las tablas de números aleatorios.

ALEATORIO SISTEMATIZADO.

Este muestreo te permite tener una representación de la población más homogénea; su forma de uso necesitamos conocer el tamaño de lote (N), definir el tamaño de la muestra (n) y con ello calculamos su periodicidad (P).

$$P = N/n$$

¿QUÉ ES EL MUESTREO ESTRATIFICADO?.

El muestreo estratificado es aplicable cuando grandes volúmenes están involucrados o cuando se tiene la sospecha que pueden existir diferencias en diferentes capas o estratos de la población, tal como la profundidad de un tubo o la muestra de una extracción; de materiales (vea la figura 2.2.). Para hacer esto, la población se divide dentro de varias capas o estratos y se toman muestras, deben ser seleccionadas de una manera aleatoria y todas las otras reglas del muestreo deben seguirse.

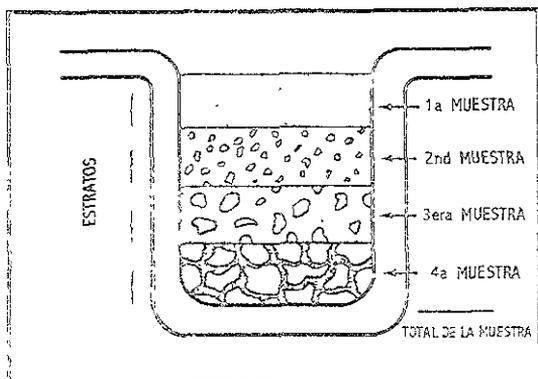


Figura 2.2 Muestreo Estratificado.

Lo mismo que una muestra aleatoria, el propósito del muestreo estratificado es estar seguro de que la muestra que esta siendo recogida es representativa.

ALGUNOS OTROS TIPOS DE INSPECCION POR MUESTREO.

Hay muchos otros tipos, estilos y calificativos para otras formas de muestreo diseñados para ajustar condiciones especiales. La mayor parte de estos pretenden alcanzar la mejor información para las posibles decisiones con el menor número de inconvenientes y costo. Hemos discutido algunas llamadas "muestreo simple". Aquí la decisión para aceptar o rechazar la población está basada en una sola muestra. Algunas compañías usarán "doble" o aun todavía "muestreo múltiple". En estos casos, si la primera muestra no es suficientemente buena para aceptarla, pero no tan mala como para rechazar el lote completo, tomarán muestras adicionales para reducir el riesgo de rechazar un lote bueno. Siempre hay algún grado de riesgo alrededor de una toma de decisiones sobre el total de la población, basada en los datos de solamente una muestra. Sin embargo, los planes de muestreo, están diseñados para reducir este riesgo mientras todavía sea económico.

LA IMPORTANCIA DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Así como una selección aleatoria es importante en el muestreo, la determinación del tamaño de la muestra es igual de importante. Suponga que tenemos una caja llena con 1000 canicas, 100 de las cuales fueron negras y otras 900 fueron blancas si saco 10 canicas al azar sin engañarse, teóricamente esperará obtener 9 canicas blancas y 1 negra. Esta es la probabilidad, aunque bien, este no es el caso. Una muestra de 10 tomada de una población 1000 no es suficientemente grande para dar resultado confiables.

¿Qué tan grande se necesita haber una muestra para que los resultados sean confiables? ¿Y cómo es que todas las muestras ofrecen una oportunidad? ¿Qué tan confiable es el resultado?.

Hay formulas matemáticas para todo esto, pero también hay tablas disponibles para proporcionar las respuestas. Para entender como usar estas tablas, primero es necesario explicar que el gobierno de los Estados Unidos editó las normas militares (militar Standard) para definir y calcular el tamaño de muestra relacionada al tamaño del lote para dar niveles de calidad aceptables (AQL) variando los niveles o severidad de la inspección. Las normas militares consisten en varias tablas diseñadas para aplicaciones específicas. Su experto en calidad puede ser valioso para ayudarlo a aprender sobre ellas. El siguiente ejemplo muestra como trabajar con las normas militares (Military Standard) Figura 2.3. En la tabla se muestra las letras para tamaños de muestra bajo 3 diferentes niveles de inspección.

Lot or Batch Size		Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
		S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	B	C
16	to	25	A	A	B	B	C	D
26	to	50	A	B	B	C	C	D
51	to	90	B	B	C	C	C	E
91	to	150	B	B	C	D	D	F
151	to	280	B	C	D	E	F	G
281	to	500	B	C	D	E	F	H
501	to	1200	C	C	E	F	G	J
1201	to	3200	C	D	E	G	H	K
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L
10001	to	35000	C	D	F	H	K	M
35001	to	150000	D	E	G	J	L	N
150001	to	500000	D	E	G	J	M	P
500001	and over		D	E	H	K	N	Q

Figura 2.3. Tabla 105D Militar Standard. Código de letras para tamaños de muestra.

MUESTREO – CUESTIONARIO

_____1 El procedimiento utilizado para aceptar o rechazar un lote o un número de partes basadas solamente en la medición o pruebas de algunas partes de estos es llamado.

- a. Representativo
- b. Inspección por muestreo
- c. Inspección del lote
- d. Muestreo aleatorio

_____2 Las razones para que usemos el muestreo son:

- a. Mayor precisión
- b. Más barato
- c. Menor perdida de tiempo
- d. En lugar de la pruebas destructivas
- e. Algunas veces es la única forma factible.

3. Cuando las técnicas del muestreo estratificado se aplican, la población se divide dentro de varias _____ y se toman muestras de _____.

4. Se puede caer en dos errores básicos al empezar el muestreo. Ellos son:

- a) _____
- b) _____

5. En el muestreo al azar es importante estar seguro de que todos los artículos en la muestra tienen una _____ de ser seleccionados.

<u>Cierto</u>	<u>Falso</u>	(marque cada aseveración con cierto o falso)
_____	_____	6. Tomar siempre una muestra correctamente proporciona una información precisa acerca de una población.
_____	_____	7. Si el tamaño del lote aumenta, la proporción del muestreo requiere también de ser incrementado.
_____	_____	8. Para fin de tomar una decisión precisa basada sobre un muestreo, debe conocer el tamaño de la población total a ser juzgado.
_____	_____	9. El muestreo es una herramienta del control estadístico de proceso.

10. liste los pasos necesarios que se siguen en la inspección por muestreo

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

MUESTREO – PROBLEMA

PROBLEMA:

Su compañía fabrica altavoces para un alto volumen de mercado de ventas.

Comúnmente usted hace una inspección al 100% (probando todos los altavoces) en un punto en el proceso, donde el cono ha sido conectado mecánica y eléctricamente a la bobina para el habla, y ensamblado el soporte.

La inspección al 100% es cara y usted está deseando poder ahorrar algo de dinero utilizando una técnica de muestreo, usted saca algunos datos de su producción reciente y reúne la siguiente información de entre sus más grandes vendedores. El alto volumen de estos artículos los pueden tener el mayor impacto sobre su inspección presupuestada.

Modelo	Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Total	% Rec.	Total	% Rec.	Total	% Rec.	Total	% Rec.
K 120	1560	26.7	1812	19.9	787	22.6	333	26.1
LE 8T	1332	26.9	1562	27.7	1671	22.3	1038	17.7
122A	2920	14.7	2593	15.5	1159	7.9	1524	10.3
2213	4378	9.9	4947	14.7	5033	14.4	4911	29.7
LE 111A	2695	16.5	983	12.8	4265	9.0	1382	16.9

Figura 2.5 Datos seleccionados de los registros de producción.

Puesto que el modelo 2213 es un artículo de más alto costo, usted decide investigar las posibilidades para muestrear, en lugar de hacer una inspección al 100%.

Dado que está un AQL del 2.5% y los niveles de inspección normal, proceda a evaluar la situación.

MUESTREO – CUESTIONARIO

- 3 1 El procedimiento utilizado para aceptar o rechazar un lote o un número de partes basadas solamente en la medición o pruebas de algunas partes de estos es llamado.
- Representativo
 - Inspección por muestreo
 - Inspección del lote
 - Muestreo aleatorio
- TODAS 2 Las razones para que usemos el muestreo son:
- Mayor precisión
 - Más barato
 - Menor pérdida de tiempo
 - En lugar de la pruebas destructivas
 - Algunas veces es la única forma factible.
3. Cuando las técnicas del muestreo estratificado se aplican, la población se divide dentro de varias CAPAS O ESTRATOS y se toman muestras de CADA CAPA.
4. Se puede caer en dos errores básicos al empezar el muestreo. Ellos son:
- PREDISPOSICION EN LA SELECCION DEL MUESTREO.
 - MEDICIÓN INADECUADA DE LA MUESTRA.
5. En el muestreo al azar es importante estar seguro de que todos los artículos en la muestra tienen una OPORTUNIDAD IGUAL de ser seleccionados.
- | <u>Cierto</u> | <u>Falso</u> | (marque cada aseveración con cierto o falso) |
|---------------|---------------|---|
| <u> </u> | <u> X </u> | 6. Tomar siempre una muestra correctamente proporciona una información precisa acerca de una población. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 7. Si el tamaño del lote aumenta, la proporción del muestreo requiere también de ser incrementado. |
| <u> X </u> | <u> </u> | 8. Para fin de tomar una decisión precisa basada sobre un muestreo, debe conocer el tamaño de la población total a ser juzgado. |
| <u> X </u> | <u> </u> | 9. El muestreo es una herramienta del control estadístico de proceso. |
10. liste los pasos necesarios que se siguen en la inspección por muestreo
- REFERIRSE A LOS REQUERIMIENTOS DE CALIDAD.
 - ENCONTRAR EL TAMAÑO DEL LOTE.
 - DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA.
 - TOMAR UNA MUESTRA REPRESENTATIVA.
 - EXAMINAR LA MUESTRA Y DECIDIR SI ESTA BIEN.

MUESTREO – PROBLEMA

- Paso 1 Referirse a los requerimientos de calidad que esta dando para su organización
- a) Inspección Normal
 - b) AQL de 2.5%
- Paso 2 Usted podría decidir usar la producción mensual del modelo 2213 como su tamaño de lote.
- Paso 3 Observar las cifras de producción: Septiembre = 4378;
Octubre = 4917; Noviembre 5033; Diciembre = 4911
(Fig. 2.5, pag. 88)
- Ahora referirse a la tabla Military Standard 105D (Fig. 2.3 pag.85). Buscando en la columna "tamaño de lote" encontrará el intervalo 3201 a 10,000 apropiado para su tamaño de lote.
Trazando horizontalmente a través de la tabla a la columna nombrada "Niveles Generales de Inspección, número romano II"
Usted encuentra la letra "L." Este es su código de tamaño de muestra.
- Ahora vaya a la segunda tabla Military Standard 105 D (fig. 2.4, Pag 86). En la columna de código de tamaño de muestra buscar el código "L." Notar que el número 200 está a la izquierda del código "L."
Este es el tamaño de muestra.
- Ahora trace una línea horizontal desde "L" hasta la intersección de la columna "2.5 %", así encontrará AC 10 RE 11. Esto simplemente dice que si se obtienen 10 rechazos de un lote de 200, se puede aceptar el lote entero. Sin embargo, con 11 o más rechazos se rechaza el lote entero.
- Regresando a los datos del problema, observe que el índice de rechazos fue de 9.9% para septiembre, el mejor de los 4 meses.
Por supuesto, que 9.9% de 200 serían 20 bocinas, esto indica que el rechazo de todo el lote.
Si esto no fue obvio al principio del ejercicio, esto deberá aclarar ahora que para esta situación el muestreo no funcionará. Se puede observar que los índices de rechazo demandan la continuación de una inspección al 100%. Así que no se continuará con los pasos 4 (seleccionando una muestra aleatoria) y paso 5 inspeccionando la muestra) y se tendrá que empezar con el reto de reducir esos enormes índices de defecto.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

A. OBJETIVOS de esta sección.

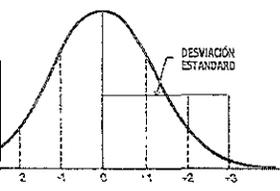
1. Explicar el concepto de distribución de frecuencia.
2. Comprender la diferencia entre causas "comunes" y causas "especiales" de las variaciones.
3. Entender el significado de "causa común" y "causa especial".
4. Aprender como se usan los histogramas para presentar los datos.
5. Ser hábil para calcular la desviación standard y aprender como esta es usada en el control estadístico de proceso.

B. CONTENIDO de esta sección.

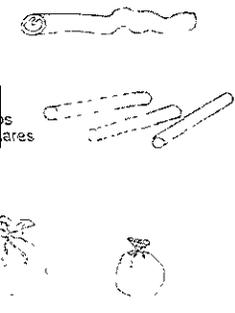
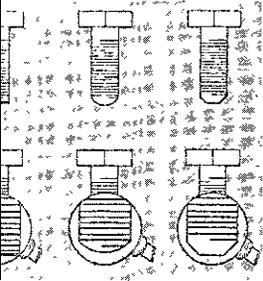
- Presentación narrativa
- Distribución de frecuencia y control estadístico de proceso
- Naturaleza de la variación
- Factores que influyen las variaciones
- El efecto de las causas comunes y especiales
- Ejecución del control estadístico de proceso
- Capacidad de proceso
- Como construir un histograma
- Otras formas de distribución
- Como usar la tabla de raíz cuadrada
- Evaluación

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS
DEL ESTADÍSTICO DE PROCESO

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS NORMAL"



LA VARIEDAD DE ARTICULOS

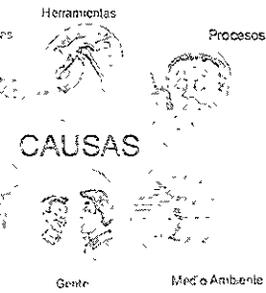


1. Esta presentación ha sido presentada con el propósito de explicar la distribución de frecuencias que es la piedra angular del control estadístico de proceso.

2. En esta sección explicaremos como preparar, calcular y medir la distribución de frecuencias y como emplear esta información. Procederemos con la distribución de frecuencias normal y el formato del histograma para la presentación de los datos.

3. Una de las verdades de este mundo es que no hay 2 artículos que sean exactamente iguales. Las variaciones pueden ser mínimas, como en el caso de los boleros la alta precisión en los componentes de la maquinaria de un giroscopio, o los micromineaturizados electrónicos donde las variaciones pueden ser medidas en millonésima de pulgadas. Con nuestra tecnología cada vez más sofisticada, estas pequeñas variaciones, llegan a ser muy importantes para el éxito o falla del equipo del cual forman parte. La habilidad para distinguir entre estas variaciones, cuales son causadas por el sistema y cuales son causadas por la operación es la base para el concepto del control estadístico de proceso.

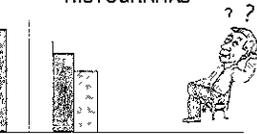
4. Separar las variaciones dentro de categorías nos ayuda a normalizarlas a manejar estadísticas con ellas.
 1. Variaciones dentro del mismo artículo. Esto puede ser ilustrado considerando un eje el cual puede estar dentro o alrededor de la tolerancia en un extremo pero puede estar fuera de, o en limite en el otro extremo.
 2. Variaciones entre artículos producidos al mismo tiempo. Una ilustración de esto es la diferencia entre pesos de empaques de comida viniendo todos de la misma maquina empacadora, o el tamaño de partes producidos en el mismo torno.
 3. Variaciones entre lotes producidos en diferentes periodos de tiempo. Esto puede ser ilustrado por los grupos de artículos en (2) arriba, pero producidos en diferentes días, o por diferentes turnos de trabajo.



5. Todas estas variaciones están influenciadas por tantos factores como materias primas, herramientas, equipo, procesos, gente, condiciones del medio ambiente afectando la salida.

COMO HACER LOS

HISTOGRAMAS



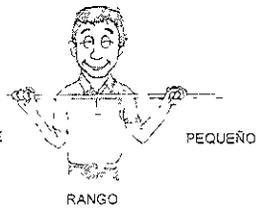
6. Un histograma es un tipo de gráfica usada para representar y medir estas variaciones. Vamos a discutir como construir un histograma.

CONTINUACIÓN PASO 1: REGISTRAR LOS DATOS

FECHA		CANTIDAD DE TABLETAS		MUESTRA		MUESTRA	
1	65.2	65.3	65.4	65.5	65.6	65.7	65.8
2	65.9	66.0	66.1	66.2	66.3	66.4	66.5
3	66.6	66.7	66.8	66.9	67.0	67.1	67.2
4	67.3	67.4	67.5	67.6	67.7	67.8	67.9
5	68.0	68.1	68.2	68.3	68.4	68.5	68.6
6	68.7	68.8	68.9	69.0	69.1	69.2	69.3
7	69.4	69.5	69.6	69.7	69.8	69.9	70.0
8	70.1	70.2	70.3	70.4	70.5	70.6	70.7
9	70.8	70.9	71.0	71.1	71.2	71.3	71.4
10	71.5	71.6	71.7	71.8	71.9	72.0	72.1

7. El primer paso es recolectar y registrar los datos. El número de mediciones puede ser más de 50. En este ejemplo de tabletas de vitaminas, tenemos una muestra de 100 unidades.

Identificar el valor más grande (L) y pequeño (S) y calcular el Rango (R) $(R) = (L) - (S)$



8. El paso número 2 es identificar los números mayor y menor para calcular el rango. El rango es importante porque determina el tamaño de la escala del histograma.

CONTINUACIÓN PASO 2: CALCULAR EL RANGO

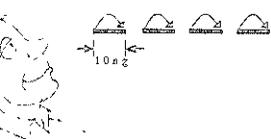
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4
65.2	65.3	65.4	65.5
65.6	65.7	65.8	65.9
66.0	66.1	66.2	66.3
66.4	66.5	66.6	66.7
66.9	67.0	67.1	67.2
67.3	67.4	67.5	67.6
67.8	67.9	68.0	68.1
68.3	68.4	68.5	68.6
68.8	68.9	69.0	69.1
69.3	69.4	69.5	69.6
69.9	70.0	70.1	70.2
70.5	70.6	70.7	70.8
71.1	71.2	71.3	71.4
71.9	72.0	72.1	72.2

RANGO (R) = MAYOR (L) - MENOR (S) = 6.8

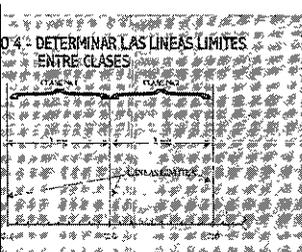
9. Este ejemplo muestra que el 6.9 es el rango de la variación de peso para estas tabletas.

10) Determinar cuantos intervalos de clases requiere en para hacer el histograma

Ancho clase (H) = $R / 10$
 $9/10 = 0.69$ mg (redondeando a 1.0 mg)



10. El paso 3 es dividir el total del rango en intervalos de clase que determinen el ancho de cada clase. Diez clases es un buen punto para empezar con este ejemplo, 10 clases producen un ancho de clase de 0.69 mg. Redondeando hacia arriba 1.0 mg es más fácil para trabajar con él.



11. El paso 4 es calcular las líneas límites de cada clase. En este ejemplo, los rangos de la 1a. clase van desde 81.0 hasta 82.9 y así sucesivamente para todas las clases.

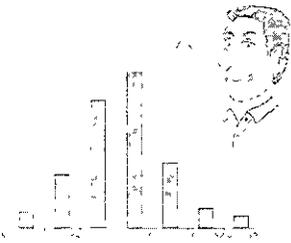
TRANSFERIR LOS DATOS A LA HOJA DE VERIFICACIÓN

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA	HOJA DE DATOS	
		1	2
81.0-81.9	1	55.5	56.4
82.0-82.9	3	54.3	54.4
83.0-83.9	10	55.5	55.4
84.0-84.9	30	55.3	56.4
85.0-85.9	37	55.5	56.4
86.0-86.9	14	56.3	56.4
87.0-87.9	3	54.3	56.3
88.0-88.9	2	53.4	53.1
		55.2	55.0
		54.9	51.6

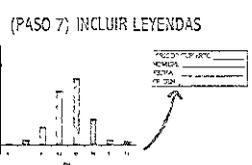
12. En el paso 5 transferimos los números de la hoja de datos a la tabla de frecuencias. Una tabla de frecuencias es un tipo de hoja de revisión. Hay una línea en la tabla de frecuencias para cada columna de clase. El dato es transferido poniendo una marca en la línea apropiada para Con la tabla de frecuencias completada, vea como es fácil de entender la figura. Esto se ve en la distribución de frecuencia.

INTERVALO DE CLASE	FRECUENCIA
81.0-81.9	1
82.0-82.9	3
83.0-83.9	10
84.0-84.9	30
85.0-85.9	37
86.0-86.9	14
87.0-87.9	3
88.0-88.9	2

13. Con la tabla de frecuencias completa, se puede entender fácilmente la figura. Se puede mirar la distribución de las frecuencias.



14. El paso 6 es transformar los resultados de todos los pasos anteriores en una gráfica. La escala horizontal (o abscisa) de la gráfica representa en el punto inferior izquierdo el valor del límite inferior calculado y del de la derecha el valor del límite superior calculado. La escala vertical es derivada por el conteo del mayor número de líneas de la cuenta de marcas. Las columnas están trazadas para el número de tabletas que pasaron dentro de cada clase.



15. Siempre incluya una inscripción con la información, del periodo de tiempo durante el cual el muestreo fue probado, quien realizó la prueba, en que fecha la prueba se realizó y cual fue la fuente de donde se obtuvieron los datos.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA EN UN ESTABLE ES UNA CAMPANA SIMETRICA.



16. Ahora vamos a hacer la medición e interpretación de las distribuciones de frecuencia. Bajo cualquier conjunto particular de condiciones estable, habrá todavía variaciones naturales o normales dentro de una característica específica, tal como el tamaño o una dimensión dada. Esta variación normal ocurrirá variando las frecuencias agrupadas alrededor del tamaño del promedio, o dimensiones con el mayor número de ocurrencias teniendo el tamaño promedio y un menor número de ocurrencias tomando el mayor y el menor. La dimensión más distante desde el promedio, tiene el menor número de ocurrencias.



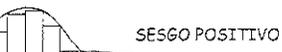
17. Saber que esto es importante, porque entendiendo que estas variaciones ocurren naturalmente y son esperadas preverán la frustración de esfuerzos para "controlar una dimensión exactamente" cuando el sistema simplemente no entre dentro de esas tolerancias



18. Otra razón importante por la cual hay que entender estas variaciones normales es prevenir "sobre-ajustarlo". Si un proceso esta en control estadístico, intentar encontrar especificaciones para ajustarlo puede empeorar las cosas. Se requiere hacer mejoras al sistema para que todos los productos a la salida estén dentro de los requerimientos.

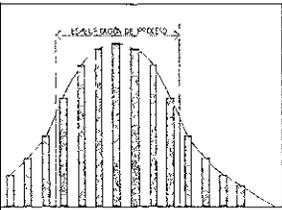


19. Por otro lado, si el proceso no produce una frecuencia de distribución "normal" y por el contrario es binomial, o sea sesgada, razonablemente se puede esperar que haya "causas especiales", no solo "causas comunes" de variación. Para realizar un "control estadístico" se requieren de acciones para quitar estas "causas especiales". Después llevando a cabo un control estadístico, comience a hacer mejoras al sistemas para reducir el ancho de las distribución de frecuencias o cambios del promedio.



20. Por ejemplo, si la distribución de frecuencias de una característica de calidad se ve como la mostrada, el proceso esta bajo control estadístico. Sin embargo para llevar este proceso dentro de los limites especificados, requerirá algún cambio al sistema que moverá el promedio (media) acercándolo al punto medio de las especificaciones.





21. Esta curva de distribución "normal" que está más amplia que las especificaciones ilustra otro uso importante de la distribución de frecuencias. Nos dice la capacidad del proceso. Este proceso es incapaz de producir 100% de productos aceptables bajo las condiciones existentes. Cualquiera de estas 2 cosas deben ser mejoradas, el sistema o la exigencia de las especificaciones.



22. Las mediciones de la distribución de frecuencias están basadas en las leyes de la probabilidad. Esto puede verse tirando un par de dados para un gran número de tiradas. Las diferentes combinaciones que se tendrán se muestran aquí, hay desde 6 formas para tirar un 7 y solamente una forma de tirar 2 o un 12. Las variaciones normales en una distribución de frecuencias ocurren porque hay una oportunidad.

DOS MEDICIONES DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

TENDENCIA CENTRAL
DISPERSION

23. Hay 2 mediciones típicas de estas curvas normales o de forma de campana. Una es la medición de la tendencia central o su valor más representativo. La otra es una medición de su dispersión o extensión del valor representativo.

MEDICIONES DE TENDENCIA CENTRAL.

1. PROMEDIO
2. MEDIANA
3. MODA

24. Hay 3 mediciones de la tendencia central. Ellas son el promedio, o media aritmética, la mediana y la moda.

PROMEDIO (MEDIA ARITMETICA)

$$5.6 = (17) \div 3 = 5.67 \text{ (PROM)}.$$

FORMALMENTE:

$$X_2 + X_3 = \Sigma X = \bar{X} \cdot (X \text{ Tostada})$$

25. El promedio o media es fácil de calcular porque es una simple suma de los números dividida por el número de valores involucrados. En este caso, 17 dividido entre 3 da 5.67, este es el promedio. Simbólicamente, esto está usualmente representado como la suma de X_s (ΣX), dividida entre n para obtener \bar{X} (o promedio de X).

MEDIANA

7, 10, 12, 16
10 = MEDIANA

8, 9, 13, 17, 19
11 = MEDIANA

26. La mediana es el valor que divide una serie de números en 2 partes iguales. En las series 3,7,10,12 y 16, el número 10 es la mediana porque hay 2 números antes de éste y 2 números después de él. Si la serie tiene un número de valores como en el caso del segundo ejemplo, 4,8,9,13,17 y 19, entonces la mediana es un número intermedio entre los 2 números de en medio. Aquí, el 11 es el número intermedio entre el 9 y el 13.

MODA

LA SERIE
1,2,2,3,3,3,4,4,5,6

MODA ES 3

RESUMEN DE LAS MEDICIONES DE TENDENCIA CENTRAL

PROMEDIO
MEDIANA
MODA



RESUMEN DE LAS MEDIDAS DE DISPERSIÓN

RANGO
DESVIACIÓN PROMEDIO
VARIANCIA
DESVIACIÓN ESTÁNDAR

RANGO

EJEMPLO:
11,13,16,9,7,17...

RANGO ES: 17 - 7 = 10

SIMBOLICAMENTE:
 $X_{mayor} - X_{menor} = R$

valor de X	desviación p/ X (testada)
7	6
10	3
12	1
17	4
19	6
65	20
13	4 (DESV PROM.)

valor de X	VARIANCIA	
	Desv de X (testada)	Desv al cuadrado
7	6	36
10	3	9
12	1	1
17	4	16
19	6	36
65	20	98
13	4	19.6
testada)	(Desv Prom)	(variancia)

27. La moda es el número que ocurre (que se tiene) más frecuentemente en una serie de números. En una distribución de frecuencias puede ser el valor que se tuvo en el punto más alto de la curva (en la cúspide). Ejemplo: si tenemos 1,2,2,3,3,3,4,4,5,5 y 6, la moda es el número 3.

28. ¿Cómo se usan estas mediciones?. El promedio o media es la que se usa con más frecuencia. Se usa para reportar el tamaño del promedio, su rendimiento, el promedio del porcentaje de defectos, etc. La mediana es usada únicamente en algunas situaciones especiales tales como cuando los datos pueden ser ordenados o clasificados pero no fácilmente medibles, por ejemplo, el matiz de los colores, la suavidad del material o la textura de las superficies. La moda se usa con distribuciones sesgadas. Esto elimina la influencia de los valores extremos.

29. Las medidas de la dispersión son: el rango, la desviación promedio, la variancia, la desviación standard. Podremos ver cada una separadamente.

30. La medición más simple es el rango. El rango es la diferencia entre el valor más grande y el más pequeño en una serie. Algunas veces hay ocasión de usar un promedio de rangos de varias series. En este caso se llama \bar{R} (R testada).

31. Otra medida de dispersión es la desviación promedio. Esta es el valor promedio de la variación a partir de la media (\bar{X}) de todos los valores. En este ejemplo, la media es 13. En la segunda columna esta la variación de cada número a partir de 13. Esta columna suma 20, y el promedio de 20 para 5 partidas es 4. 4 es la desviación promedio.

32. La siguiente y un poco más complicada medición de dispersión es la llamada variancia. Para obtener la variancia, primero saque el cuadrado de la columna de la desviación, después sume estos números y divida entre el número de partidas. 19.6 es la variancia.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

variancia = 19.6

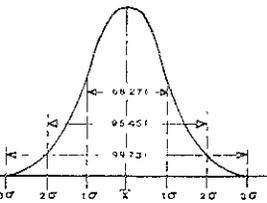
RAÍZ CUADRADA DE LA VARIANCI	=	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
------------------------------	---	---------------------

$$\sqrt{19.6} = \sigma = 4.427 \text{ Desviación Estándar}$$

PARA CALCULAR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

- 1. CALCULAR EL PROMEDIO
- 2. CALCULAR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR
- 3. CALCULAR EL PROMEDIO
- 4. CALCULAR LA VARIANCI
- 5. CALCULAR LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Características de la desviación estándar



33. La más útil e importante de todas las medidas de dispersión es la desviación standard. Al manejar una distribución de frecuencia, generalmente también se calculará la desviación standard. Que es simplemente la raíz cuadrada de la variancia así tenemos que la desviación standard es la raíz cuadrada de 19.6 ó 4.427 esto es expresado simbólicamente con la letra griega minúscula "sigma (σ)".

34. Como la desviación standard es tan importante en las mediciones de distribución de frecuencias, vamos a revisar estos pasos.

PASO 1. Calcular el promedio, o \bar{X} , de la distribución total.

PASO 2. Reste el promedio menos cada número para llegar a las desviaciones a partir del promedio.

PASO 3. Eleve al cuadrado cada uno de estos números de desviaciones, sumelos y luego divida para obtener la variancia.

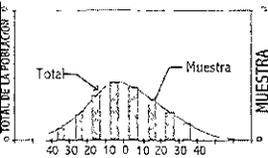
PASO 4. Encuentre la raíz cuadrada de la variancia. Y ésta será la desviación standard.

35. La desviación standard. Es la medida más usada y valiosa en una distribución de frecuencia. Esta, expresa dispersión en un solo número y existe una relación muy importante entre la desviación standard y la curva normal.

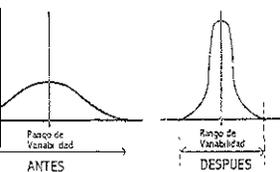
Esta carta ilustra esta relación. El 68.27% de todas las lecturas caerán dentro de ± 1 desviación standard a partir de la media. El 95.45% de todas las lecturas caerán entre ± 2 desviaciones standard, y el 99.73% caerán dentro de ± 3 desviaciones standard. Con la desviación standard; es posible predecir el porcentaje de valores que caerán entre dos lecturas en la curva, y también podemos saber la cantidad total de variación que ocurrirá en el proceso. (3 sigma = es el 99.73% de todos los valores).

36. Cuando un proceso esta bajo control estadístico, la desviación standard de la muestra del proceso predice realmente, la salida de la población total del proceso. Este es el principio en el que se basa el concepto de control estadístico de proceso.

DESVIACION ESTANDAR ES UN PREDICTOR CONFIABLE



RESULTADOS DE LA MEJORA DEL SISTEMA



37. La meta del control estadístico de proceso es una búsqueda sin fin para mejorar y reducir la amplitud de la distribución de frecuencias. Después de que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, estas mejoras vienen de las mejoras hechas en el sistema únicamente.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA Y CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO

El control estadístico de proceso es un proceso iterativo, repitiendo las 3 fases: la colección de datos, cálculo de las bases de los datos e interpretación de los datos. En casi todos los casos la interpretación de los datos requerirá algunas representaciones gráficas o arreglo de datos. Hay, por supuesto, un número de formas de representar los datos desde una simple hoja de revisión y gráficas hasta cartas de control y diagramas de dispersión.

En esta sección presentaremos la distribución normal de frecuencia o histograma. Los atributos estadísticos de distribución de frecuencia, basados en las leyes de la probabilidad son el fundamento para lograr el control estadístico de proceso.

La distribución de frecuencia y las cartas de control (que serán presentadas más tarde) están muy interrelacionadas y ambas técnicas serán llevadas a la práctica en control estadístico de proceso. Es particularmente importante que usted tenga una buena comprensión de los conceptos y las mediciones de la distribución de frecuencia.

LA NATURALEZA DE LA VARIACION:

En cualquier parte del mundo que nos rodea hay diferencias o variaciones en las cosas que usamos diariamente, que normalmente pensamos que son exactamente idénticas o parecidas. Por ejemplo, cada vez que compra un kilo de frijoles en la tienda, cada peso será ligeramente diferente; barras de la misma cerveza o botellas de vino diferirán el propio sabor en ligeras diferencias en el proceso de fabricación. Cada regla de medición de 30 cm variará si la medimos con completa precisión.

Algunas de estas diferencias son importantes y otras no lo son. Para el cliente, una misma diferencia en el peso de una barra de jabón probablemente no es importante, pero esto es importante para el fabricante porque si el promedio de los pesos de las barras está por arriba de lo especificado aunque sea en pequeñas cantidades, esto puede costarle muchos pesos extra en materia prima. Así mismo en el caso de variaciones en el sabor, probablemente los clientes no continúen comprando el producto ya que no es consistente.

Por lo tanto, es importante que el fabricante logre controlar su producto muy cerca con el fin de obtener la consistencia de este.

Muchas formas estadísticas han sido desarrolladas para medir y comparar estas variaciones, para ayudar a controlar las características de calidad de los productos que están siendo producidas en nuestro mundo. Estas variaciones pueden ser clasificadas dentro de 3 categorías.

1. Variaciones dentro del mismo artículo.

Ejemplos de esto en cosas tales como una protuberancia en una pelota de basket, una pieza de porcelana con imperfecciones o una pieza de madera que está raspada.

Puesto que esta categoría de variaciones esta dentro de un solo espécimen no aplicamos las técnicas estadísticas de distribución de frecuencia para su control.

2. Variaciones entre artículos producidos en un lote a al mismo tiempo.

Esto puede ser ilustrado por la comparación de pesos, tamaños y otras mediciones entre unidades que están justo cerca de cualquier otro producto que ha sido producido en un lote o corrida de producción, en la misma maquina por la misma persona o grupo, al mismo tiempo.

Aquí, aplicamos las técnicas de distribución de frecuencia para ayudar a determinar si las variaciones son dadas por "causas comunes" referidas a las leyes de las probabilidades dadas por las condiciones del entorno, bajo las cuales el lote fue producido, o si hay "causas especiales" de las variaciones.

3. Variaciones entre artículos producidos en diferentes periodos de tiempo.

Aquí tenemos las más grandes posibilidades para variaciones, porque muchos elementos del proceso pueden ser no similares; es decir, diferentes maquinas de producción, personas o grupos de trabajo. Las técnicas de distribución de frecuencia pueden ser de mucha ayuda en el análisis estadístico de estas variaciones y nos da las pistas y sus causas.

El concepto de distribución de frecuencia dice que hay variaciones en los artículos de los cuales pensamos que son "similares", y que estas variaciones bajo condiciones normales y naturales, cuando las medimos, contamos y representamos gráficamente, formarán una curva que tiene la forma de una "campana".

El mayor número de mediciones ocurrirán en el promedio con un menor número en los lados más grandes y más pequeños ya sea a la izquierda o a la derecha del promedio.

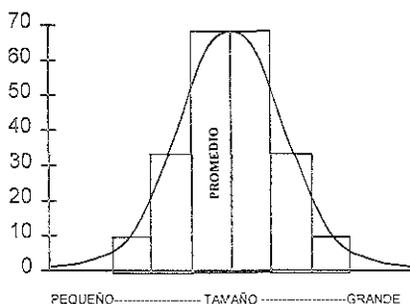


FIGURA 3.1 Distribución Normal

FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS VARIACIONES.

Todos los elementos involucrados en un proceso son posibles causas de variaciones en la salida de ese proceso. Eso es porque estos mismos elementos, tienen estas variaciones naturales. Un ejemplo puede estar en las materias primas del producto. Habrá variaciones en los minerales usados para hacer el metal, en la arena usada para hacer vidrio, en las semillas de café usadas para hacer café, etc.

También las variaciones pueden darse en las máquinas o equipo usado en la operación del proceso. Además cada máquina tiene sus variaciones naturales de frecuencia, habrá diferencias entre dos máquinas diferentes que realicen el mismo proceso.

Otro origen de estas variaciones está en la gente que opera en el proceso. Aquí, también una persona creará un conjunto de variaciones naturales, y diferentes personas causarán todavía más variaciones. Habrá variaciones cuando una persona use una técnica de medición y más, cuando diferentes personas apliquen diferentes técnicas de medición.

Lo mismo se puede decir para las herramientas o instrumentos usados, el involucrar varios procesos, y los efectos en muchas situaciones del medio ambiente acarrearán variaciones.

Para la mayoría de estos factores presentados, en una situación dada, lo más probable es que la causa de estas variaciones no sean "causas comunes". Cambios entre lotes de materias primas, paros o mantenimiento dado a las máquinas, o nuevos grupos de operarios no entrenados para el trabajo. Probablemente todas estas causas de variación darán una distribución de frecuencia que no se parecerá a la forma normal de "campana". Algunas de las formas llegan a ser los resultados que están mostrados y clasificados en la figura 3.2. estas curvas anormales son una muestra de que hay "causas especiales u operativas" afectando el proceso.



Figura 3.2. Distribución de frecuencia anormales.

EL EFECTO DE LAS CAUSAS COMUNES Y ESPECIALES

Las causas comunes o naturales de las variaciones en un proceso son aquellas que son inherentes al sistema, tales como la capacidad de la maquinaria para retener una tolerancia, o las variaciones normales en el material. Las leyes de la probabilidad dictan que estas causas comunes exhibirán variaciones en un modo bastante predecible. La figura 3.3. es una representación gráfica de esta producción.

La desviación standard es un termino usado en la medición de esta variación. Note que para una curva normal el 68.27% de todos los sucesos estarán dentro de una vez la desviación standard, 95.46% estará dentro de 2 veces la desviación standard, y el 99.73% estará dentro de 3 veces la desviación standard.

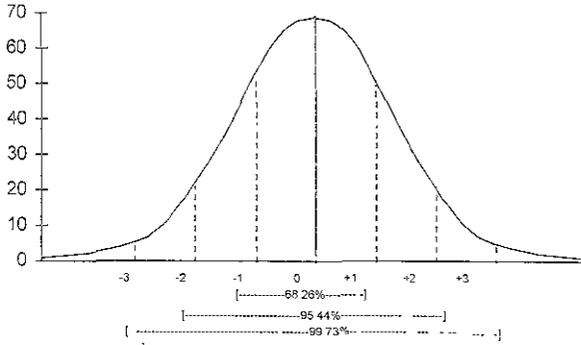


Figura 3.3 Desviación Estándar y la curva normal.

EJECUCION DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.

Entonces en lugar de llegar a predecir la variabilidad de la salida del proceso y además controlarlo, usted primero debe remover todas las causas especiales de la variación. Cuando se haya hecho esto y el proceso este produciendo artículos que se muestren en la forma de una distribución normal de frecuencia se dice que el proceso esta en un "estado de control estadístico". Llevar el proceso a un estado estable es el primer paso en la aplicación del "control estadístico de proceso".

Capacidad de Proceso

Otra manera en la cual el estado de control estadístico puede ser utilizado es en predecir el total de variación que el proceso mostrara usando el sistema existente. Esto quiere decir, las herramientas, el equipo, la gente, los materiales y cualquier otro factor involucrado, que sea una parte del proceso.

Para poder cambiar o incrementar la capacidad del proceso, se deben hacer cambios en el sistema. La importancia de conocer la capacidad de un proceso es para que al comparar la capacidad con la especificación o standard podremos determinar que acciones son necesarias, para asegurar que los artículos a la salida se encontrarán dentro de esta especificación.

La figura 3.4 muestra un número de posibles relaciones entre la capacidad y la especificación. La distribución de frecuencia de la izquierda muestra un proceso que esta en la capacidad y esta siendo operado dentro de especificaciones. La distribución de frecuencia del centro muestra un proceso que no esta en su capacidad y la distribución de frecuencia de la derecha muestra un proceso que es inherentemente capaz pero operacionalmente incapaz.

FIGURA 3.4. Relaciones posibles entre capacidad y especificaciones.



La incapacidad del proceso requiere mejoras al sistema, muestra que la incapacidad operacional del proceso puede requerir solamente ajustes en la manera en la cual el proceso esta siendo operado.

¿CÓMO CONSTRUIR UN HISTOGRAMA?

El formato típico de una distribución de frecuencia es el histograma. Aquí daremos algunas guías para la construcción de histogramas.

Los datos necesitan ser divididos en sub-grupos llamado clases. El número de clases es importante porque determinara la utilización de un histograma. Un caso extremo es el tener pocas clases y resulta cuando casi todos los datos se encuentran en una sola clase.

Aquí otra vez el histograma resultante no tiene ningún valor.

A) La siguiente tabla es para dar una guía para escoger el número de clases apropiadas.

DATOS Y CANTIDADES DE CLASE	
Número de observaciones	Número de clases apropiadas
31 a 50	5 a 7
51 a 100	6 a 10
101 a 250	7 a 12
Sobre 250	10 a 20

FIGURA 3.5. Datos y cantidades de clase.

El procedimiento para seleccionar un número específico de clases es aquel que caiga dentro de un tamaño de clase que será conveniente usar.

B) Considere este ejemplo. El número de observaciones es 100. Asuma que entre estas observaciones la más grande es 3.68 (X_L) y la más pequeña es 3.30 (X_S). Para esto se calcula el rango:

$$R = X_L - X_S = 3.68 - 3.30 = 0.38$$

Refiriéndonos a la tabla y seleccionando el 10 como el número de clases que corresponde a 100 observaciones. El tamaño de clase es entonces calculado como sigue:

$$\text{Tamaño de la Clase} = R / K = 0.38 / 10 = 0.038$$

En este punto, considere calculando el tamaño de la clase; entonces, a su juicio determine si este número es conveniente para trabajar con él. En este caso, 0.04 fue seleccionado como el más conveniente tamaño de clase. La experiencia le ayudará en la elaboración de esta clase de juicios. En cualquier valuación, el histograma será una técnica valiosa para ayudarle a tomar buenas decisiones sobre la operación de su proceso.

Los limites de la clase están valuados en 3.30, 3.34, 3.38, , 3.70. Como las observaciones no están exactamente situadas en el limite, es necesario un ligero refinamiento o ajuste en el establecimiento de los limites de clases. esto se hace por el punto más bajo del limite superior de cada clase tal que no cae exactamente en el limite inferior de la siguiente clase superior.

Nota: las tablas de frecuencia del ajuste y no ajuste de limites esta en la figura 3.7.

Una tabla de frecuencias puede ser ahora construida. Una tabla de frecuencias es una hoja de revisión que organiza los datos de tal forma que puede dibujarse un histograma.

Para construir una tabla de frecuencias vea la siguiente figura.

2. para números mayores de 100, la columna N^2 puede ayudar. Por ejemplo: bajo la columna N^2 en las líneas del número 15(N) encontrará que la raíz cuadrada de 225 es 15.
3. Ahora, en la misma línea 15 (N) puede también encontrar la raíz cuadrada de 150, la cual es 10 veces 15, para buscar bajo la columna 10 N la respuesta es 12.25.

Aunque la tabla solo va desde el 1 hasta el 100, puede ser usada para raíces cuadradas de números grandes. También para números grandes que caen entre 2 números de la tabla, puede usarse la interpolación entre los números de superior a inferior del número que se quiere la raíz cuadrada. Esto será suficientemente cercano para los cálculos de la desviación standard.

Por ejemplo si quiere encontrar la raíz cuadrada del 246, encuentre la figura más cercana bajo la columna N^2 . En este caso el 246 cae entre la línea del 15 y 16. Para jugar con algunas figuras usted puede eventualmente obtener la respuesta 15.7 (15.5 en la raíz de 240, pero 15.7 es la raíz de 246).

En estos días el usar una calculadora no muy cara con funciones de raíz cuadrada parece ser la forma más práctica y eficiente para encontrar los requerimientos de las raíces cuadradas. Indudablemente se organización tiene algunas disponibles o puede proporcionarlas si usted las pide.

TABLA DE RAIZ CUADRADA

N	N ²	\sqrt{N}	$\sqrt{10N}$	N	N ²	\sqrt{N}	$\sqrt{10N}$
1	1	1 000	3 162	51	2,601	7 141	22 583
2	4	1 414	4 472	52	2,704	7 211	22 804
3	9	1 732	5 477	53	2,809	7 280	23 022
4	16	2 000	6 325	54	2,916	7 348	23 238
5	25	2 236	7 071	55	3,025	7 416	23 452
6	36	2 449	7 746	56	3,136	7 483	23 664
7	49	2 646	8 367	57	3,249	7 550	23 875
8	64	2 828	8 944	58	3,364	7 616	24 083
9	81	3 000	9 487	59	3,481	7 681	24 290
10	100	3 162	10 000	60	3,600	7 746	24 495
11	121	3 317	10 468	61	3,721	7 810	24 698
12	144	3 464	10 954	62	3,844	7 874	24 900
13	169	3 606	11 402	63	3,969	7 937	25 100
14	196	3 742	11 832	64	4,096	8 000	25 298
15	225	3 873	12 247	65	4,225	8 062	25 495
16	256	4 000	12 649	66	4,356	8 124	25 690
17	289	4 123	13 038	67	4,489	8 185	25 884
18	324	4 243	13 416	68	4,624	8 246	26 077
19	361	4 358	13 784	69	4,761	8 307	26 268
20	400	4 472	14 142	70	4,900	8 367	26 458
21	441	4 583	14 491	71	5,041	8 426	26 646
22	484	4 690	14 832	72	5,184	8 485	26 833
23	529	4 796	15 166	73	5,329	8 544	27 019
24	576	4 899	15 492	74	5,476	8 602	27 203
25	625	5 000	15 811	75	5,625	8 660	27 386
26	676	5 099	16 125	76	5,776	8 718	27 568
27	729	5 196	16 432	77	5,929	8 775	27 749
28	784	5 292	16 733	78	6,084	8 832	27 928
29	841	5 385	17 029	79	6,241	8 888	28 107
30	900	5 477	17 321	80	6,400	8 944	28 284
31	961	5 568	17 607	81	6,561	9 000	28 460
32	1024	5 657	17 889	82	6,724	9 055	28 636
33	1089	5 745	18 166	83	6,889	9 110	28 810
34	1156	5 831	18 439	84	7,056	9 165	28 983
35	1225	5 916	18 708	85	7,225	9 220	29 155
36	1296	6 000	18 974	86	7,396	9 274	29 326
37	1369	6 083	19 235	87	7,569	9 327	29 496
38	1444	6 164	19 494	88	7,744	9 381	29 665
39	1521	6 245	19 748	89	7,921	9 434	29 833
40	1600	6 325	20 000	90	8,100	9 487	30 000
41	1681	6 403	20 248	91	8,281	9 539	30 166
42	1764	6 481	20 494	92	8,464	9 592	30 332
43	1849	6 557	20 736	93	8,649	9 644	30 496
44	1936	6 633	20 976	94	8,836	9 695	30 659
45	2025	6 708	21 213	95	9,025	9 747	30 822
46	2116	6 782	21 448	96	9,216	9 798	30 984
47	2209	6 856	21 679	97	9,409	9 849	31 145
48	2304	6 928	21 909	98	9,604	9 899	31 305
49	2401	7 000	22 136	99	9,801	9 950	31 464
50	2500	7.071	22 361	100	10,000	10 000	31.623
N	N ²	\sqrt{N}	$\sqrt{10N}$	N	N ²	\sqrt{N}	$\sqrt{10N}$

FIGURA 3.8 Tabla de raíz cuadrada.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS -CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero

- | <u>Cierto</u> | <u>Falso</u> | (marque cada aseveración con cierto o falso) |
|---------------|--------------|--|
| _____ | _____ | 1. Una distribución de frecuencias normal tendrá el mayor número de ocurrencias en el promedio con un menor número (de ocurrencias) en ambos lados del promedio, ya sea el lado que contenga los valores mayores o el lado que contenga los valores menores. |
| _____ | _____ | 2. Nosotros aplicamos las técnicas de distribución de frecuencias para medir y comparar variaciones entre la partida misma. |
| _____ | _____ | 3. La mediana, el rango y la media son tres medidas de tendencia central. |
| _____ | _____ | 4. La distribución de frecuencias de una muestra siempre predice, la distribución de frecuencias de la población total. |

Llene los espacios:

5. Las curvas _____ sugieren que existan otras causas aparte de las "comunes" que afectan la producción de un producto.
6. Una curva normal o una curva _____ están regidas por las leyes de probabilidad o _____.
7. Los dos tipos de mediciones de una distribución de frecuencia normal son _____ y _____.
8. En una distribución de frecuencias, la _____ será el valor que tiene el más alto pico en la curva.
9. La más útil e importante de todas las mediciones de dispersión es la _____.
10. Liste los 4 pasos necesarios para calcular la desviación standard.
 - a) _____.
 - b) _____.
 - c) _____.
 - d) _____.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS - PROBLEMA

PROBLEMA

Tu compañía manufacturera de equipo de audio de alta fidelidad en. El problema en el que estas trabajando se refiere al excesivo índice de rechazo en las bocinas modelo L8-T. Después de la construcción del diagrama de Pareto, se descubre que una amplia mayoría de rechazos ha sido debido a una impedancia mal emparejada entre la bocina y el sistema de mando.

Para los pasados meses tu compañía ha vendido componentes para altavoces de dos proveedores (vendedor A y vendedor B). desde que tu has estado sospechando de los altavoces como una causa de falla en la impedancia, tu decides tomar una muestra aleatoria de 60 altavoces. Uno de tus compañeros se ofreció a medir y registrar las muestras para el pedido del mes próximo.

Del departamento de inspección, tus sabes que ellos prueban la impedancia de los altavoces a 500 Hzs. Las especificaciones de ingeniería requieren que la impedancia de los altavoces a 500 Hz. Sea mantenida a 4.20 ± 0.02 ohms.

Los siguientes datos fueron tomados un mes antes.

DATOS					
Mediciones de la impedancia en OHMS a 500 Hz.					
4.196 A	4.205 B	4.185 A	4.213 B	4.185 A	4.182 A
4.200 A	4.181 A	4.193 A	4.181 A	4.216 B	4.192 A
4.187 B	4.194 B	4.173 A	4.190 A	4.189 A	4.195 B
4.206 B	4.188 A	4.209 B	4.207 B	4.211 B	4.214 B
4.204 B	4.203 A	4.194 A	4.203 B	4.191 A	4.194 A
4.192 A	4.208 B	4.211 B	4.200 B	4.186 A	4.203 B
4.196 A	4.177 A	4.196 B	4.192 A	4.197 A	4.190 A
4.206 A	4.191 B	4.189 A	4.205 B	4.207 B	4.204 B
4.185 B	4.201 B	4.197 B	4.194 B	4.204 B	4.208 B
4.176 A	4.201 B	4.183 A	4.191 B	4.187 A	4.204 B

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS – CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero

Cierto	Falso	(marque cada aseveración con cierto o falso)
<u>X</u>	_____	1. Una distribución de frecuencias normal tendrá el mayor número de ocurrencias en el promedio con un menor número (de ocurrencias) en ambos lados del promedio, ya sea el lado que contenga los valores mayores o el lado que contenga los valores menores.
_____	<u>X</u>	2. Nosotros aplicamos las técnicas de distribución de frecuencias para medir y comparar variaciones entre la partida misma.
_____	<u>X</u>	3. La mediana, el rango y la media son tres medidas de tendencia central.
_____	<u>X</u>	4. La distribución de frecuencias de una muestra siempre predice, la distribución de frecuencias de la población total.

Llene los espacios:

5. Las curvas ANORMALES sugieren que existan otras causas aparte de las "comunes" que afectan la producción de un producto.
6. Una curva normal o una curva EN FORMA DE CAMPANA están regidas por las leyes de probabilidad o OPORTUNIDAD.
7. Los dos tipos de mediciones de una distribución de frecuencia normal son TENDENCIA CENTRAL y DISPERSIÓN.
8. En una distribución de frecuencias, la MODA será el valor que tiene el más alto pico en la curva.
9. La más útil e importante de todas las mediciones de dispersión es la DESVIACIÓN STANDARD.
10. Liste los 4 pasos necesarios para calcular la desviación standard.
 - a) CALCULE EL PROMEDIO DE LA DISTRIBUCIÓN TOTAL.
 - b) RESTAR EL PROMEDIO DE CADA NÚMERO PARA LLEGAR A LA DESVIACIÓN STANDARD.
 - c) ELEVE AL CUADRADO ESTOS NÚMEROS DE DESVIACION, SUMELOS Y DIVIDA PARA OBTENER LA VARIANZA.
 - d) ENCUENTRE LA RAÍZ CUADRADA DE LA VARIANZA.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS – PROBLEMA

Preparar un histograma para los datos.

Paso 1 Poner los datos en orden de magnitud

4.173	4.186	4.191	4.196	4.203	4.207
4.176	4.187	4.192	4.196	4.203	4.207
4.177	4.187	4.192	4.196	4.204	4.208
4.181	4.188	4.192	4.197	4.204	4.208
4.181	4.189	4.193	4.197	4.204	4.209
4.182	4.189	4.194	4.200	4.204	4.211
4.183	4.190	4.194	4.200	4.205	4.212
4.185	4.190	4.194	4.201	4.205	4.213
4.185	4.191	4.194	4.201	4.206	4.214
4.185	4.191	4.195	4.203	4.206	4.216

Figura 3.10 Datos

Paso 2 Calcular el rango y escoger el tamaño de clase

Restar el valor mas pequeño al valor mas grande

$$R = 4.216 - 4.173 = 0.043$$

Referirse a la pag 3-8, fig. 3.5, ara determinar el tamaño de clase.

$$\frac{R}{K} = \frac{0.043}{10} = 0.0043$$

Aquí se tomó como tamaño apropiado para usar 0.005 como tamaño de clase. Sin embargo, en orden de prevenir una observación de disminución en una frontera, ajustar el ancho de limite con una exactitud de $\frac{1}{2}$ ($\frac{1}{2} \times 0.001 = 0.0005$).

Paso 3

Construir una distribución de frecuencia

CLASE	INTERVALO DE CLASE	CUENTA
1	4.170 - 4.1745	I
2	4.175 - 4.1795	II
3	4.180 - 4.1845	IIII
4	4.185 - 4.1895	IIII IIII
5	4.190 - 4.1945	IIII IIII III
6	4.195 - 4.1995	IIII I
7	4.200 - 4.2045	IIII IIII I
8	4.205 - 4.2095	IIII IIII
9	4.210 - 4.2145	IIII
10	4.215 - 4.2195	I

FIGURA 3.11 Distribución de Frecuencia

Paso 4

Trazar el histograma (ver figura 3-12)

Paso 5

Marcar límites de especificación

Estos deberán ser dibujados en 4.2 ± 0.02 Ohms (ver figura 3-12)

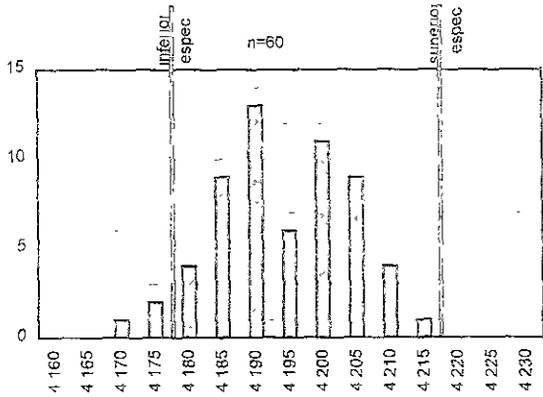


Figura 3.12. Límites de especificación.

II Análisis

Paso 1 Calcular el promedio

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{251\ 762}{60} = 4.19603$$

Paso 2 Calcular la desviación estándar

1. Construir la tabla mostrando desviaciones y cuadrados; restando la media de cada observación y elevando al cuadrado cada observación.

X	(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²	X	(X - \bar{X})	(X - \bar{X}) ²
4.173	-0.023	0.000529	4.196	0.000	0.000000
4.176	-0.020	0.000400	4.196	0.000	0.000000
4.177	-0.019	0.000361	4.196	0.000	0.000000
4.181	-0.015	0.000225	4.197	0.001	0.000001
4.181	-0.015	0.000225	4.197	0.001	0.000001
4.182	-0.014	0.000196	4.200	0.004	0.000016
4.183	-0.013	0.000169	4.200	0.004	0.000016
4.185	-0.011	0.000121	4.201	0.005	0.000025
4.185	-0.011	0.000121	4.201	0.005	0.000025
4.185	-0.011	0.000121	4.203	0.007	0.000049
4.186	-0.010	0.000100	4.203	0.007	0.000049
4.187	-0.009	0.000081	4.203	0.007	0.000049
4.187	-0.009	0.000081	4.204	0.008	0.000064
4.188	-0.008	0.000064	4.204	0.008	0.000064
4.189	-0.007	0.000049	4.204	0.008	0.000064
4.189	-0.007	0.000049	4.204	0.008	0.000064
4.190	-0.006	0.000036	4.205	0.009	0.000081
4.190	-0.006	0.000036	4.205	0.009	0.000081
4.191	-0.005	0.000025	4.206	0.010	0.000100
4.191	-0.005	0.000025	4.206	0.010	0.000100
4.191	-0.005	0.000025	4.207	0.011	0.000121
4.192	-0.004	0.000016	4.207	0.011	0.000121
4.192	-0.004	0.000016	4.208	0.012	0.000144
4.192	-0.004	0.000016	4.208	0.012	0.000144
4.193	-0.003	0.000009	4.209	0.013	0.000169
4.194	-0.002	0.000004	4.211	0.015	0.000225
4.194	-0.002	0.000004	4.212	0.016	0.000256
4.194	-0.002	0.000004	4.213	0.017	0.000289
4.194	-0.002	0.000004	4.214	0.018	0.000324
4.195	-0.001	0.000001	4.216	0.020	0.000400

$\bar{X} = 4.196$ Figura 3.13. Cálculo de desviación estándar

2. Sumar el cuadrado de las desviaciones y dividir entre 59 para llegar a la varianza

$$\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{0.006323}{59} = 0.0001072$$

Notar que cuando se esta trabajando con un tamaño de muestra tan grande como 60, como en este caso, se puede omitir restarle 1 a n sin que esto produzca un error significativo.

Ahora encontrar la raíz cuadrada de la varianza

$$0.0001053 = 0.01$$

$$\text{varianza} = \sigma$$

0.01 = desviación estándar

0.03 = 3σ

Paso 3 Dibujar en el histograma líneas a 3σ (sigma) de distancia desde \bar{X} (promedio).

$$\bar{X} + 3\sigma$$

$$4.196 + 0.03 = 4.226$$

$$\bar{X} - 3\sigma$$

$$4.196 - 0.03 = 4.166$$

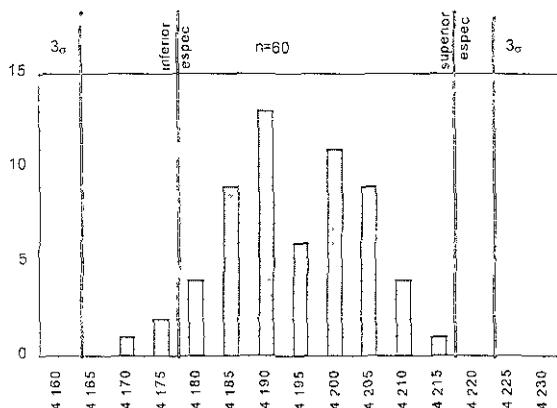


Figura 3.14. líneas a 3 sigma.

Fijarse en lo que se ha producido. Notar que:

1. El proceso no esta dentro de los limites de especificación de manufactura en el limite inferior de especificación.
2. El histograma presenta una tendencia bimodal.

III Más pasos

1. Separar los datos por vendedor

INTERVALO DE CLASE	VENDEDOR "A"	VENDEDOR "B"	COMBINADOS
4.170 - 4.1745			
4.175 - 4.1795			
4.180 - 4.1845			
4.185 - 4.1895			
4.190 - 4.1945			
4.195 - 4.1995			
4.200 - 4.2045			
4.205 - 4.2095			
4.210 - 4.2145			
4.215 - 4.2195			

FIGURA 3.15 Datos por vendedor

2. Graficar nuevos histogramas por vendedor

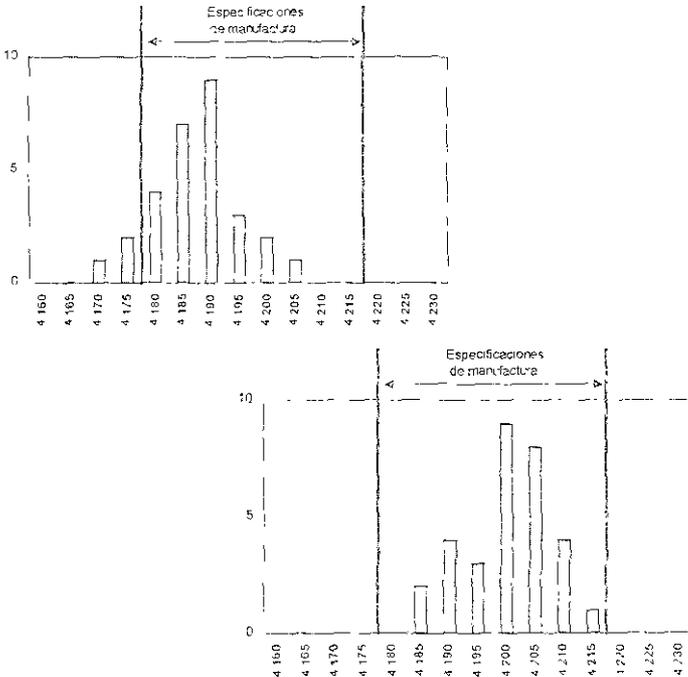


FIGURA 3.16 Histogramas por vendedor

3. Hacer nuevo análisis con estos datos

¡El paso anterior aisla el problema! Obviamente el vendedor A debe de ubicar sus productos dentro de las líneas.

Observación: El tema de estratificación es cubierto en la sección 4.

ESTRATIFICACION

A. OBJETIVOS de esta sección.

1. Explicar el proceso de estratificación de histogramas.
2. Identificar cuando la estratificación puede ser una técnica apropiada para emplearse.
3. Aprender como aplicar la estratificación.

B. CONTENIDO de esta sección.

- Presentación narrativa
- Qué es la estratificación
- Uso de la estratificación con las cartas de control.
- Cuando usar la estratificación
- Los pasos de la estratificación
- Verificación que ha encontrado la(s) causa(s)
- Evaluación

ESTRATIFICACIÓN

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

1. Esta presentación ha sido preparada con el propósito de explicar la estratificación, un proceso útil en el esfuerzo continuo por resolver problemas de calidad.

2. Estratificación es una teoría para analizar histogramas anormales. Esta herramienta facilita la separación o estratificación de datos por grupos para facilitar la localización de "las causas especiales" de una distribución anormal.

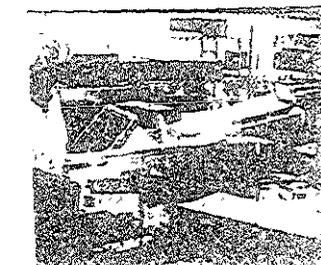
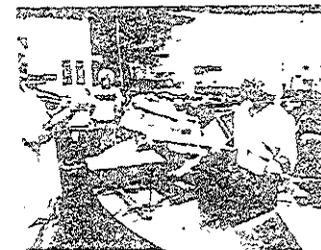
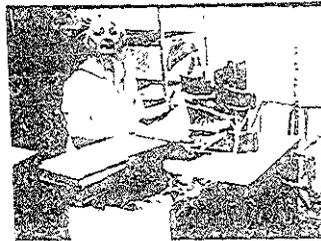
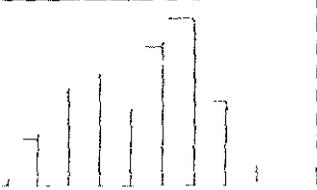
3. Veamos como un ejemplo de estratificación ha sido empleado para una situación real. La corporación Verbaton produce todos los tipos de almacenes de memoria magnética (disketts). El problema bajo investigación versa sobre el jacket o cubierta exterior de un diskette flojo.

4. El material del jacket entra al área de manufactura en forma virgen (en blanco, vacío), como una pieza extendida de material. El primer paso en el proceso se refiere a la laminación. Aquí un operador localiza una placa sobre el jacket y lo alimenta a través de la maquina. Se aplica calor y la placa se vuelve laminada en el jacket virgen. Esta placa proveerá una cubierta protectora para el diskett.

5. El siguiente paso en el proceso implica imprimir una marca en el centro de la placa. Esta marca es un paso seguro para garantizar que la placa está firme en el punto en que recibe la máxima fricción cuando el diskett se está usando.

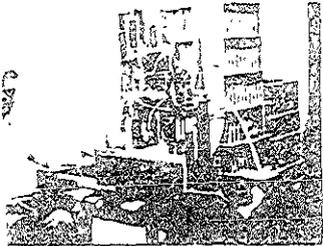
6. El jacket virgen entonces se mueve a la estación en donde es encapsulado.

ESTRATIFICACIÓN

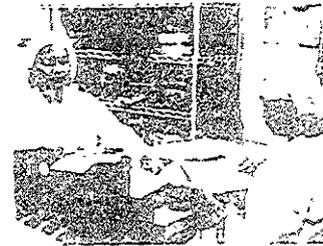




7. Después de encapsulado, el jacket es sellado a lo largo de sus lados.



8. Entonces, se moverá hacia el interior del área de troquelado del jacket, donde será troquelado de acuerdo a la configuración deseada del cliente.



9. El jacket troquelado ahora recorrerá otra área, de manufactura donde el disket será insertado y en tal caso certificado, probado y empaquetado.



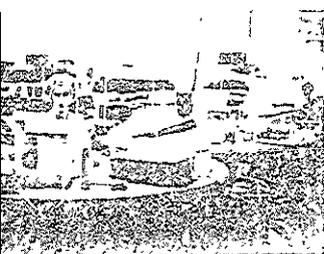
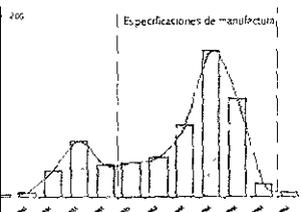
10. El supervisor de aseguramiento de calidad convocó el grupo de trabajo para discutir juntos un problema de calidad. El ha establecido que los reportes de calidad mostraron una desacostumbrada situación con el espesor creciente que se arroja en la estación final de inspección. Él, pregunta al grupo si ellos pueden hacer alguna investigación y ver si pueden encontrar la causa del problema. El grupo acordó encargarse de la investigación de este problema.

ESPOSOR DEL PLIGUE DEL SACO

INTERVALO	PUNTO MEDIO	FRECUENCIA
1675-1645	0.0685	2
1635-1675	0.0665	5
1635-1635	0.0645	37
1615-1635	0.0625	55
1595-1615	0.0605	27
1575-1595	0.0585	15
1555-1575	0.0565	13
1535-1555	0.0545	12
1515-1535	0.0525	21
1495-1515	0.0505	10
1475-1495	0.0485	2
1455-1475	0.0465	1

11. El grupo decidió que necesitaban reunir algunos datos sobre las diferencias en el espesor de la cápsula del jacket. Un miembro se ofreció de voluntario para tomar una muestra aleatoria de 200 jackets para ver que tanto estaba variando el espesor. Esta hoja de revisión muestra los resultados de esta cuenta.

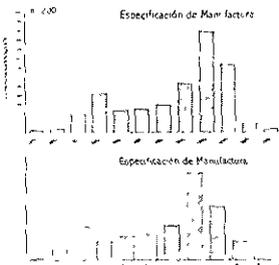
ESPORES DE LOS PLIEGUES DE LOS SACOS



12. Después de que este dato ha sido traspasado dentro de un histograma, llega a ser aparente que no solamente la producción excedió las especificaciones, pero también existieron "causas especiales" que afectaron el proceso.

13. Por tanto, el grupo decidió usar la estratificación como una herramienta para investigar este histograma anormal y determinar que factores fueron los responsables del fracaso para satisfacer las especificaciones.

MAQUINAS

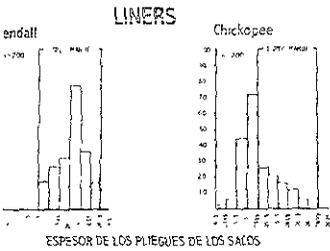


14. Los histogramas de las 2 estaciones de maquinas, fueron – en ambas – binomial y sesgados, mostrando que ambas maquinas experimentaron "causas especiales". Por lo que el grupo supo que las diferencias entre las maquinas no fueron el problema. Ellos estaban buscando una subpoblación la cual no se asemeje al total de la población del histograma.

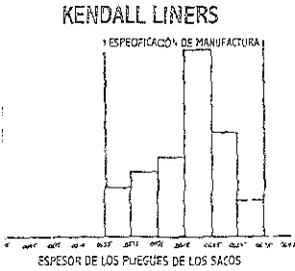
OPERADORES



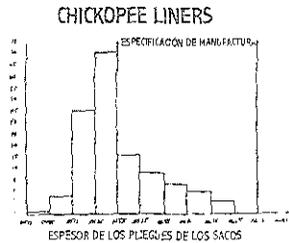
15. El siguiente factor de producción que escogieron para investigar fue el grupo de trabajo. De los jackets que fueron producidos en el cambio de turno y en el cambio de supervisor se tomaron los datos para ver si en los cambios había cualquier diferencia. Después de estudiar estos 2 histogramas, fue evidente que la diferencia no era significativa. La forma binomial seguía a pareciendo. Por lo que esto no era la causa del problema.



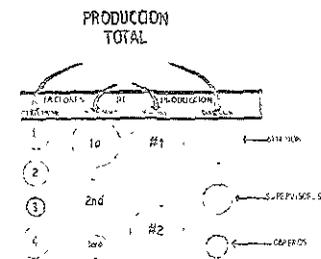
16. Uno del grupo discutió la posibilidad de que las placas pudieron ser la causa del problema. Por lo que él, trabajo en la estación de laminación, él estaba enterado de que una nueva placa había sido introducida dentro del área. El grupo reunió los datos de los 2 tipos de placas y descubrió que las mediciones de cada placa producían un histograma que no estaba representando el total de la población del histograma. Ellos habían encontrado la causa del problema.



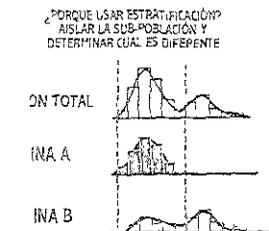
17. El histograma para las placas anteriores muestra que el espesor del encapsulado del jacket estaba produciendo una distribución normal y estaba siendo medido dentro de la especificación de manufactura.



18. Mientras que el histograma para la nueva placa estuvo un poco sesgado fue parte de la población que fue inferior a la especificación. Esta información fue turnada al supervisor de aseguramiento de calidad. Después de correr algunas pruebas se determino que la diferencia de espesor de la nueva placa podría ser compensado por mero ajuste de las maquinas de troquelado.

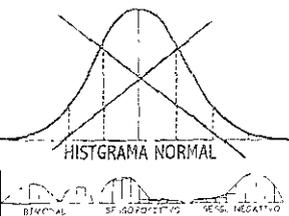


19. Usando esta figura como un ejemplo, vamos a definir estratificaciones. Esto significa separar a la población total de datos en varias subpoblaciones de acuerdo a los diferentes factores de la producción para investigar las diferencias. Ejemplos de subpoblaciones pueden ser diferentes lotes de materias primas, lotes procesados en diferentes turnos, por diferentes personas, en diferentes maquinas, o bajo cualquier otra condición diferente.



20. El propósito de la estratificación es determinar la raíz de la causa o causas en un proceso que produce histogramas anormales, a través del proceso de separación en subpoblaciones específicas, se busca un factor que pueda ser la causa de la anomalía en el histograma total del proceso. Una vez descubierto, entonces podemos proceder a encontrar las causas de este factor, al encontrar las causas tendremos base para hacer acciones correctivas.

¿CUANDO UTILIZAR ESTRATIFICACION?



21. Concluimos que un posible uso de un proceso de estratificación del proceso es cuando tenemos una curva de distribución anormal. Los histogramas normales son afectados por causas "comunes" y tienen una forma de campana regular y estas no son candidatos para el uso de estratificación.

22. Ahora, vamos a echarle un vistazo a los pasos que están involucrados en el proceso de estratificación.

PASO 1. Determine cual variable es la causante del problema



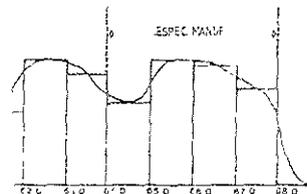
PASO 1. Determine que variable esta fuera de control estadístico de y esta causando el problema. La estratificación es aplicable solo en datos por variables.

22. Reunir datos acerca de esa variable y registrar en la hoja de revisión.

SE	INTERVALO DE CLASE	CONTEO
61	61.0 - 61.9	
62	62.0 - 62.9	
63	63.0 - 63.9	
64	64.0 - 64.9	
65	65.0 - 65.9	
66	66.0 - 66.9	
67	67.0 - 67.9	
68	68.0 - 68.9	

PASO 2. Reunir datos acerca de esa variable. Revisar si estas mediciones se pueden conseguir de otra fuente. Las técnicas para la recolección de datos necesitan seguirse, así podremos tener suficiente exactitud al llenar la hoja de datos.

PASO 3. PREPARAR EL HISTOGRAMA DE LOS DATOS



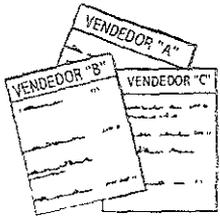
24. PASO 3. Preparar un histograma para estos datos. Si miramos la figura que se encuentra a la izquierda, aquí la estratificación nos puede ayudar. Sin embargo si el histograma desarrolla una curva normal, la estratificación puede ser una técnica inútil. La estratificación sirve para ser usada para investigar histogramas anormales.

SO 4 Analizar el histograma anormal



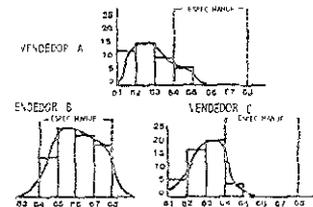
25. PASO 4. Analice el histograma anormal y decida que factores de la producción pueden ser estratificadas. Por ejemplo, usted puede optar por estratificar los datos de acuerdo a las cuartillas de trabajo que lo realizaron, por las diferentes máquinas que utilizaron, para lotes de material, hora del día o cualquier factor de producción.

PASO 5 Ordene los datos para seleccionar subpoblaciones



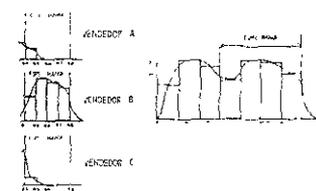
26. PASO 5. Ordene los datos por subpoblaciones seleccionándolos por estratificación. Puede ser necesario reunir datos adicionales si la información completa no está disponible para graficar los histogramas. Preparar una hoja de revisión por cada subpoblación.

SO 6 Grafique los histogramas para las subpoblaciones seleccionadas



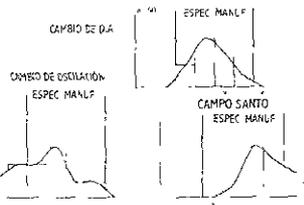
27. PASO 6. Grafique el histograma para cada subpoblación seleccionándolo por la investigación inicial.

PASO 7 COMPARE CADA HISTOGRAMA DE LA SUBPOBLACION CON EL TOTAL DE LA POBLACION



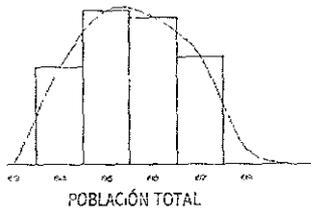
28. PASO 7. Compare cada subpoblación en forma de histograma para dar un factor de producción en una forma general. Usted observara que la subpoblación varía de la población total que aquí se presenta. Sin embargo si todos los histogramas de la población son iguales a la población total, entonces será necesario seguir con otros factores de producción.

ESTRATIFICAR POR CADA SUBPOBLACIÓN



29. Aunque usted encuentre la causa del problema comparándola momentáneamente con el histograma de subpoblación inicial es recomendable continuar estratificando cada factor de la producción que se encuentra bajo investigación. Esto es para estar seguro que no hay varias causas para una distribución anormal.

DESPUES DE TOMAR LAS ACCIONES CORRECTIVAS. GRAFICAR EL NUEVO HISTOGRAMA DE LA POBLACIÓN TOTAL



30. Después de tomar una acción correctiva verificar que el problema esta resuelto recolectando algunos datos nuevos de la variable y preparando un histograma nuevo para la población total. Si se mira de esta manera usted ha logrado eliminar el problema, si no será necesario continuar la investigación y posiblemente buscar por subpoblaciones adicionales que adversamente están afectando el proceso.

ESTRATIFICACION

¿QUÉ ES LA ESTRATIFICACIÓN?

La estratificación es el proceso de ordenar las cosas en estratos, clases o grupos. En la sección 2, muestreo, discutimos el muestreo estratificado, por ejemplo, el proceso de dividir el total de la población de los datos dentro de varias capas (estratos) y tomar muestras de cada capa. Esto puede ayudarlo a visualizar este concepto al ahora referimos otra vez a esa sección.

Previamente a la sección de distribuciones de frecuencias, dijimos que un proceso bajo "control estadístico" puede ser detectado por medio de la curva normal o de campana del histograma que puede ser detectado por medio de la curva normal o de campana del histograma que puede producirse a la salida de los productos. También dijimos que el primer paso era conseguir que un proceso bajo control estadístico fuera eliminando las causas especiales o asignables de la curva anormal de su histograma. En esta sección, explicaremos cuando y como aplicar la técnica de estratificación para ayudarlo a encontrar estas causas especiales. Por consiguiente, para nuestros propósitos definiremos la estratificación, como el proceso de separación del total de la población o de los datos que una muestra dentro de varias subpoblaciones de los factores de producción. Por ejemplo uno de los factores de producción es la "cuadrilla de trabajo", la subpoblación puede ser el "cambio de día", "cambio de supervisor". Otros ejemplos de posibles subpoblaciones pueden ser diferentes lotes de materias primas, la producción de una máquina observada individualmente, lotes procesados en diferentes turnos, etc. como puede ver, bajo los factores de producción hay numerosas posibilidades para agrupar subpoblaciones.

El objetivo de la estratificación de los datos en esta forma es para determinar que efecto tiene cada parte individual de la subpoblación en el total de la población y de este modo dirigirse a los elementos que están causando las variaciones especiales.

El termino "estratificación" no están ampliamente usado como otras técnicas que ha estudiado usted. No permita que la terminología lo incomode. Usted pronto aprenderá que esta es una técnica sencilla la cual es muy valiosa en su investigación de las formas anormales de los histogramas.

USO DE LA ESTRATIFICACION CON LAS CARTAS DE CONTROL.

En las siguientes 2 secciones explicaremos como puede utilizarse el funcionamiento de la carta de control para monitorear un proceso bajo control estadístico. Si la carta de control muestra que el proceso tiene algunas anomalías puede ser necesario preparar histogramas de algunas muestras de la salida del proceso y entonces estratificar el histograma para encontrar las causas específicas de la anomalía.

CUANDO USAR LA ESTRATIFICACION

Como la estratificación se maneja con histogramas y éstos usualmente involucran datos por variables, este proceso es usado solo cuando usted es capaz de recolectar tales datos por variables. Y entonces los histogramas requieren que sea medido un número de muestras por cada subpoblación. Además la estratificación entonces es solo aplicable cuando se investigan las curvas anormales de la distribución, no se usa en un histograma de distribución normal. Por lo tanto si usted encuentra durante la solución de su problema, que sus datos muestran una distribución de frecuencia anormal entonces la estratificación puede ser una técnica valiosa para aislar e identificar la(s) causa(s) de esta anomalía.

LOS PASOS PARA LA ESTRATIFICACION

Ahora veremos como estratificar los datos siguiendo la secuencia de solución de un problema normal.

PASO 1. Determinar que variable está causando el problema.

Después de seleccionar un problema, debe determinar que variable es la más probable de ser la responsable del problema. Al mismo tiempo puede ayudarse utilizando una sesión de tormenta de ideas para crear un diagrama de Causa-Efecto. Esto ayudará a su grupo en la determinación de cuales variables aparecen fuera de control. En adición a este paso puede encontrar que la representación del Diagrama de Pareto es provechosa para ayudar al grupo a elegir que variable es la más probable que esté ocasionando el problema. Sea cual fuere el método que elija su objetivo es seleccionar una variable para investigarla.

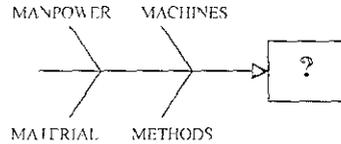


Figura 4 1 Diagrama de Causa-Efecto

PASO 2. Reunir los datos sobre la variable.

Ahora recolecte los datos de las mediciones necesarias sobre esa variable. Si los datos no están disponibles fácilmente, será necesario determinar como reunirlos. Una vez que tenga los datos apropiados, diseñe una hoja de revisión para registrar esta información. También, debe tomarse una decisión sobre el tamaño de la muestra y obtener los datos para el, o el periodo de tiempo en el cual usted recolectará los datos. Recuerde, las técnicas de muestreo apropiadas son vitales para el buen resultado de su empeño.

HOJA DE REVISIÓN		
CLASE	INTERVALO CLASE	FRECUENCIA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Figura 4 2 Hoja de Revisión

PASO 3. Preparación de un histograma de datos.

Ahora es el momento para preparar un histograma y determinar si esta ocurriendo una distribución de frecuencia anormal. Si el histograma muestra una curva anormal, entonces puede proseguir con los siguientes pasos. Sin embargo, si su histograma muestra una curva normal, entonces la estratificación no le ayudara porque su objetivo es seleccionar los datos en una curva de distribución anormal.

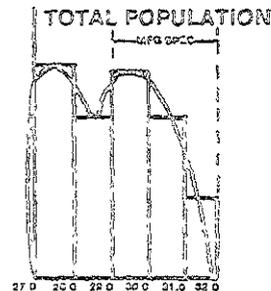


Figura 4.3 HISTOGRAMA

PASO 4. Análisis de un histograma anormal

El objetivo de este paso es determinar cual parece ser la mayor causa de la anomalía y seleccionar un factor de la producción para estratificarlo primeramente. Por ejemplo, el grupo puede decidir que una de las 3 diferentes máquinas parece ser la mayor causa del problema. En este caso, puede entonces aislar este factor de la producción dentro de las apropiadas subpoblaciones agrupando las máquinas 1, 2 y 3; y proceder a estratificar a estas subpoblaciones.

PASO 5. Arreglo de datos para la selección de subpoblaciones.

Una vez que haya seleccionado el factor de la producción que primero planea aislar, será necesario reunir lo datos relacionados para ese grupo. Es posible que en el diseño de su hoja de revisión durante el paso 2 haya sido capaz de predecir cual parecerá ser el conjunto de subpoblaciones que podrían tenerse y de este modo tener lista la acumulación de todos los datos necesarios. Presentaremos estos pasos en este orden para simplificar nuestra explicación.

PASO 6. Gráficas de histogramas para cada subpoblación seleccionada.

Ahora grafique los histogramas para ñas subpoblaciones que usted ha escogido investigar primero. Esto es, grafique un histograma para posiblemente cada cuadrilla de trabajadores o para cada máquina.

PASO 7. Comparación de cada histograma de subpoblación con la población total.

Ahora compare cada histograma de la subpoblación seleccionada con el histograma de la población total preparado en el paso 3. Obviamente, si una subpoblación está adentro de la especificación y las otras no, entonces usted ha encontrado la causa de su problema. Sin embargo, si todos los histogramas de subpoblación, muestran una curva binomial y todas se salen de especificación, entonces debe seleccionar otro factor de producción para estratificar. Debe esforzarse por identificar que subpoblaciones producen la salida de la especificación y de esta manera corregir la demanda.

¿QUE CAUSA LOS PROBLEMAS?

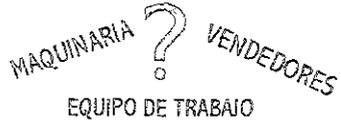


Figura 4 4 Causa de los problemas

MAQUINA #2		MAQUINA #3	
CLASE	FRECUENCIA	CLASE	FRECUENCIA
1	27 0 27 4	1	27 0 27 0
2	27 0 27 4	2	27 0 27 0
3	27 0 27 4	3	27 0 27 0
4	27 0 27 4	4	27 0 27 0
5	27 0 27 4	5	27 0 27 0
6	27 0 27 4	6	27 0 27 0
7	27 0 27 4	7	27 0 27 0
8	27 0 27 4	8	27 0 27 0

Figura 4 5 Tabla de datos.

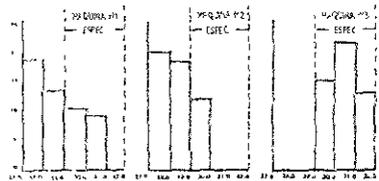


Figura 4.6 Histogramas para subpoblación.

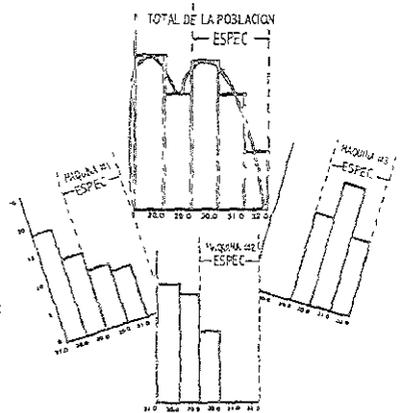


Figura 4.7. Histogramas de subpoblaciones comparándose con la población total

No obstante puede encontrar la "respuesta" a la investigación mientras compara el primer histograma de subpoblación, es conveniente completar la tarea de comparación para asegurar que no existen varias causas para la distribución anormal.

VERIFICAR QUE USTED HA ENCONTRADO LA(S) CAUSA(S)

Con la estratificación usted ha aprendido solamente la o las causas. Después de tomar las acciones correctivas necesarias, será necesario repetir la preparación de un ejemplo de histograma total para determinar que el problema esta arreglado y existe ahora una distribución normal.

ESTRATIFICACIÓN - CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero

- | <u>Cierto</u> | <u>Falso</u> | (marque cada aseveración con cierto o falso) |
|---------------|--------------|--|
| _____ | _____ | 1. Usted no puede emplear la técnica de estratificación a menos que sea capaz de recolectar datos por variables. |
| _____ | _____ | 2. Usted siempre debe comparar cada subpoblación bajo investigación con el histograma de la población total aun que usted encuentre la causa del problema después de graficar la subpoblación inicial. |
| _____ | _____ | 3. Una vez completado el proceso de estratificación, usted debe resolver el problema. |
| _____ | _____ | 4. Un histograma bimodal le avisa que existen más de una población afectando el proceso. |
| _____ | _____ | 5. Un diagrama de Pareto es útil para ayudarnos a decidir que variable esta causando problemas. |

Llene los espacios:

6. La estratificación es solamente aplicable cuando usted esta investigando _____.
7. Un grupo de trabajo es un factor en la producción, puesto que un cambio de turno es una _____ particular.
8. Usted puede verificar que ha encontrado la causa de su problema reuniendo nuevos datos y _____.
9. ¿Cómo puede determinar cual subpoblación está causando el problema?, _____

_____.
10. ¿Cuáles son algunas de las causas más comunes de variación en un proceso?, _____

_____.

ESTRATIFICACIÓN - PROBLEMA

PROBLEMA:

Su compañía produce bocinas para clientes que desean sistemas de gran fidelidad de audio. Su grupo ha estado estudiando la gran cantidad de rechazos de bocinas en la línea 9126. El problema ha sido reducido a las pérdidas de uniformidad de la respuesta, resultando del daño en el centro de la bobina en el transductor.

En lugar de investigar el problema, su grupo ha decidido tomar una muestra aleatoria de transductores para un periodo de 20 días. En vista de que las partes son producidas con cambios de supervisión durante el día, sus muestras serán seleccionadas en los siguientes tiempos; 8AM, 10AM, 2PM, 4PM, 6PM, 10PM

La siguiente hoja de revisión fue preparada con este plan de muestreo. Su asignación es evaluar los datos y analizar las posibles conclusiones, y el siguiente paso será buscar una solución.

CAMBIO Fecha lote	DIA			CAMBIO DE SUPERVISOR			X (testada)	R
	Día/Hora	8AM	10AM	2PM	4PM	6PM		
1	1 50	1 57	1 42	1 35	1 42	1 33	1 43	0 24
2	1 58	1 56	1 43	1 63	1 56	1 66	1 57	0 23
3	1 66	1 64	1 58	1 43	1 60	1 45	1 56	0 23
4	1 41	1 45	1 56	1 60	1 64	1 59	1 54	0 23
5	1 63	1 57	1 63	1 42	1 40	1 59	1 54	0 23
6	1 66	1 41	1 65	1 74	1 55	1 67	1 61	0 33
7	1 47	1 73	1 58	1 45	1 73	1 34	1 55	0 39
8	1 59	1 58	1 47	1 48	1 42	1 74	1 55	0 32
9	1 62	1 74	1 73	1 54	1 72	1 41	1 63	0 33
10	1 37	1 46	1 58	1 37	1 43	1 76	1 50	0 39
11	1 76	1 67	1 55	1 64	1 36	1 48	1 58	0 40
12	1 55	1 46	1 63	1 30	1 58	1 52	1 51	0 33
13	1 55	1 51	1 47	1 67	1 37	1 63	1 53	0 30
14	1 51	1 51	1 71	1 48	1 48	1 39	1 51	0 32
15	1 70	1 48	1 57	1 68	1 58	1 56	1 60	0 22
16	1 44	1 69	1 65	1 38	1 31	1 66	1 52	0 38
17	1 62	1 69	1 51	1 56	1 50	1 49	1 56	0 20
18	1 51	1 54	1 53	1 62	1 33	1 56	1 52	0 29
19	1 65	1 48	1 63	1 69	1 66	1 71	1 64	0 23
20	1 50	1 61	1 51	1 49	1 60	1 50	1 54	0 12
Promedio							1 549	0 286

(Las especificaciones de diseño de este espacio entre la bobina y el soporte debería ser de 1.60 ± 0.02 mm)

Figura 4.8 Hoja de revisión para el problema de estratificación.

ESTRATIFICACIÓN - CUESTIONARIO

Marque cada oración como falso o verdadero

- | Cierto | Falso | (marque cada aseveración con cierto o falso) |
|----------|----------|--|
| <u>X</u> | _____ | 1. Usted no puede emplear la técnica de estratificación a menos que sea capaz de recolectar datos por variables. |
| <u>X</u> | _____ | 2. Usted siempre debe comparar cada subpoblación bajo investigación con el histograma de la población total aun que usted encuentre la causa del problema después de graficar la subpoblación inicial. |
| _____ | <u>X</u> | 3. Una vez completado el proceso de estratificación, usted debe resolver el problema. |
| <u>X</u> | _____ | 4. Un histograma bimodal le avisa que existen más de una población afectando el proceso. |
| <u>X</u> | _____ | 5. Un diagrama de Pareto es útil para ayudarnos a decidir que variable esta causando problemas. |

Llene los espacios:

6. La estratificación es solamente aplicable cuando usted esta investigando UN HISTOGRAMA ANORMAL.
7. Un grupo de trabajo es un factor en la producción, puesto que un cambio de turno es una SUBPOBLACIÓN particular.
8. Usted puede verificar que ha encontrado la causa de su problema reuniendo nuevos datos y GRAFICANDO UN HISTOGRAMA QUE MUESTRE UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL.
9. ¿Cómo puede determinar cual subpoblación está causando el problema?. GRAFICANDO UN HISTOGRAMA DE SUBPOBLACIÓN QUE DIFIERA DE LA POBLACION TOTAL.
10. ¿Cuáles son algunas de las causas más comunes de variación en un proceso?
 - DIFERENTES GRUPOS (CUADRILLAS) DE TRABAJO
 - DIFERENTES LOTES DE MATERIA PRIMA
 - DIFERENTES MAQUINAS O EQUIPOS
 - DIFERENTES HERRAMIENTAS O METODOS
 - DIFERENTES AMBIENTES

ESTRATIFICACIÓN - PROBLEMA

Paso 1

Preparar un histograma con el total de datos provistos

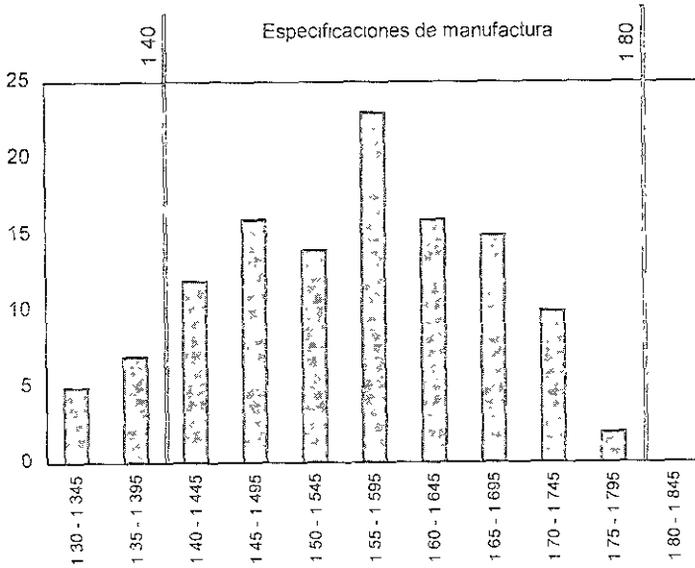


FIGURA 4.9 Histograma de la población total.

Observación: El histograma es ligeramente bimodal y muestra a la producción fuera de especificaciones.

Paso 2

Seleccionar el grupo de trabajo como el primer factor de producción a investigar, y proceder a trazar un histograma para las subpoblaciones cambio de supervisor y cambio de día.

Teniendo aislados estos dos elementos es evidente que en el cambio de supervisor esta una evidencia de histograma anormal de la producción, la cual excede las especificaciones.

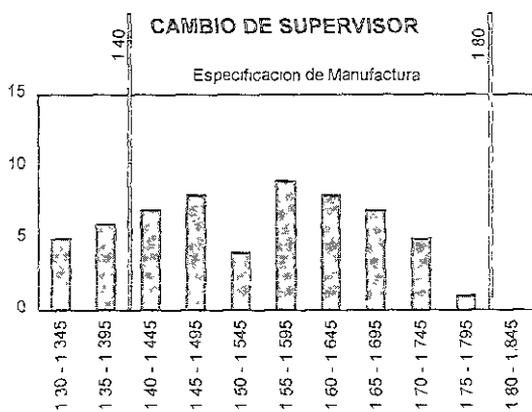
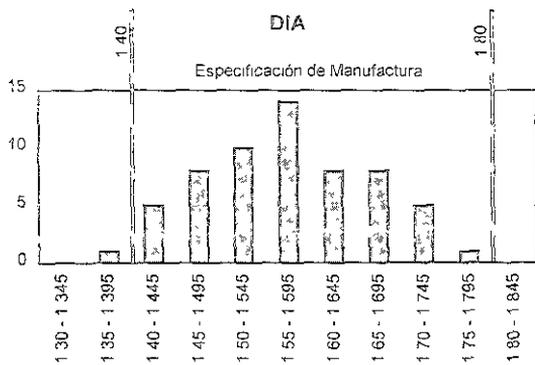


figura 4.10 estratificación por cambios.

Observación: Desde que el histograma presenta un comportamiento bimodal, existe la necesidad de hacer una investigación.

Paso 3. Ahora estratificar los datos por hora de producción.

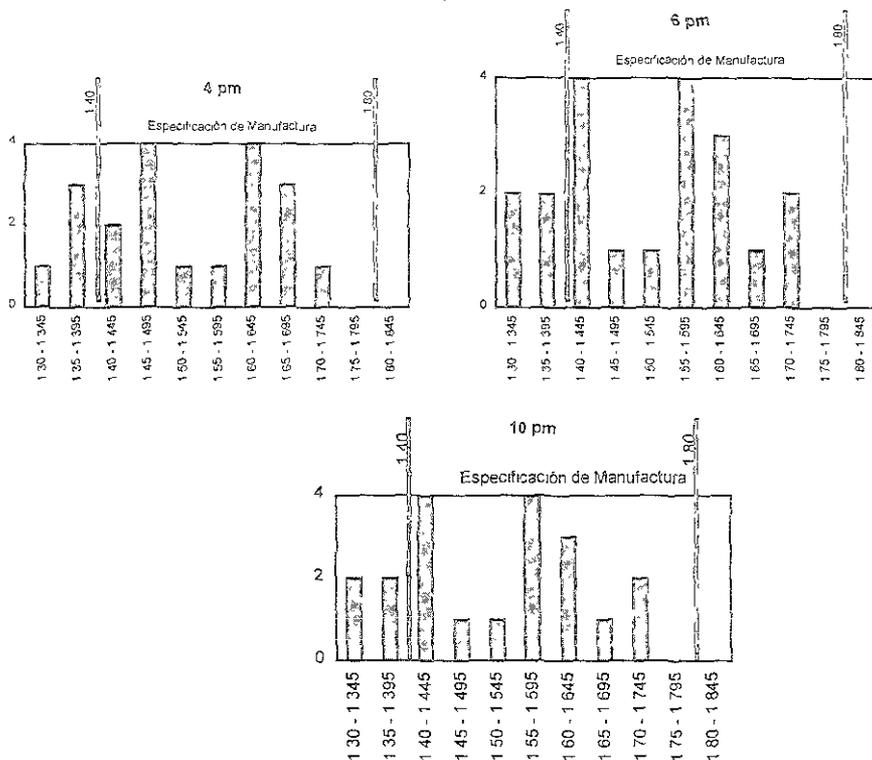


Figura 4.11 Estratificación por intervalos de tiempos.

Esto es tanto como usted puede hacer con los datos provistos en el problema. Sin embargo, para mostrar el potencial de algunos pasos adicionales, se muestra cómo fue resuelto el problema.

Los histogramas fueron situados en la oficina del supervisor. Cuando el grupo de cambio de supervisor fue enterado del análisis, los trabajadores empezaron a fijarse más de cerca en su trabajo. Ellos encontraron que uno de los operadores había estado usando una guía de montaje defectuosa la cual no había sido usada desde el día del cambio. Por el cambio de operador a una diferente guía, el número de defectos fue reducido dramáticamente.

Se decide hacer nueva subpoblación de datos de poblaciones: por máquinas. En los cambios fueron usadas dos máquinas. Se preparan entonces las hojas de verificación con los valores de especificación que arroja cada máquina en los productos.

Estos datos fueron entonces transferidos a un histograma.

La ilustración es clara, (la máquina A es la culpable). El problema ha sido seguido desde sus orígenes para llegar a estas conclusiones.

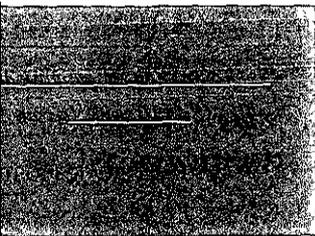
CARTAS DE CONTROL POR VARIABLE

A. OBJETIVOS de esta sección.

1. Explicar que son las cartas de control y para que son usadas.
2. Explicar las cartas de control más usadas comúnmente
3. Explicar las cartas de control por variable y como se construyen
4. Explicar el propósito de una carta de control $\bar{X} - R$.

B. CONTENIDO de esta sección.

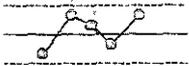
- Presentación narrativa
- Qué son las cartas de control
- Cuáles son los usos de las cartas de control
- Cuáles son las formas más comúnmente usadas de las cartas de control
- Cartas de control por variable
- Ventajas/Desventajas de las cartas de control $\bar{X} - R$
- Entendimiento de la aplicación de la carta de control $\bar{X} - R$
- Relación entre los límites y las especificaciones de control.
- Cómo asentar una carta de control $\bar{X} - R$
- Clasificación de las causas de variación en un proceso
- Investigación de causas asignables.
- Evaluación



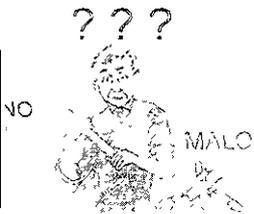
1. Esta presentación ha sido preparada con el propósito de estudiar las cartas de control y explicar las cartas de control variables, la técnica más frecuentemente usada del control estadístico de procesos.

GRÁFICA DE CONTROL POR VARIABLES
($\bar{X} - R$)

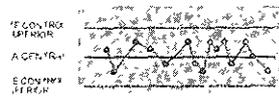
2. En esta sección se presentan varios tipos de cartas de control y la construcción y uso de las cartas $\bar{X} - R$ de control. Las cartas de control por variables son usadas para monitorear la tendencia de una medición específica de un producto o proceso.



3. Una de las más poderosas herramientas para controlar la calidad es dar a los operadores el medio para conocer cuando el proceso esta o no dentro de control. Esto es lo que son las cartas de control, no dicen si el proceso esta bajo control estadístico o si las variaciones que están ocurriendo indican que el proceso esta fuera de control.



4. Una carta de control no es más complicada que una gráfica básicamente de una línea, con la adición de los límites superior e inferior de control. Las cartas de control son distribuciones de frecuencia graficadas en el tiempo con límites para indicar si las variaciones del proceso están o no bajo control estadístico.

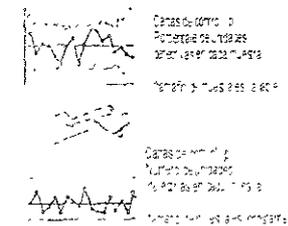


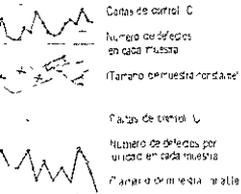
5. Los tipos más comúnmente usados son:

- CARTAS DE CONTROL MAS SENCILLAS**
- 1. P. P. PARA PARTES DEFECTIVAS
 - 2. P. R. REGISTRAR EL NUMERO DE DEFECTOS
 - 3. P. V. REGISTRAR MEDICIONES POR VARIABLES

1. Cartas de control que registran partes o unidades defectivas.
2. Cartas de control que registran el numero de defectos.
3. Cartas de control que registran mediciones o variables.

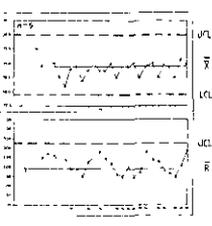
6. Las cartas de control que cuentan unidades defectivas se dividen en cartas p y cartas pn. La diferencia entre las dos es que las cartas p están graficadas en porcentaje de unidades defectivas y se usan cuando el tamaño de la muestra varia. Las cartas pn se usan cuando el tamaño de la muestra es constante y se grafican en numero de unidades defectivas.





7. Las cartas de control que cuentan defectos también se dividen en dos tipos cartas c y cartas u. la carta c gráfica el numero de defectos por muestra con un tamaño constante de muestra, mientras la carta u gráfica el numero de defectos por unidad con un tamaño de muestra variable.

X-R GRÁFICA DE CONTROL
 LOS DATOS SON PRODUCIDOS POR
 MÉRIONES VIEJES TOSTADOR PESO
 TIPOO NERRAS, BURCA



8. Las cartas de control que grafican mediciones de variables son: cartas \bar{X} (X con barra) y carta R (recorrido, rango o amplitud). Normalmente son usadas simultáneamente y se grafican una arriba de la otra. Son conocidas como cartas de control $\bar{X}-R$. Las cartas $\bar{X}-R$ son las más difíciles y costosas de obtener, pero también son más útiles al analizar problemas. Esta sección estará concentrada en las cartas $\bar{X}-R$.

CONCEPTOS BÁSICOS DE GRÁFICAS DE CONTROL

9. El concepto básico de las cartas de control es que con el uso de las líneas de limite de control, esta uno en posición de decidir cuando hacer ajustes al proceso y cuando dejar solas las cosas. La idea básica del uso de las líneas de limite de control es señalar estadísticamente cuando algo anormal esta ocurriendo y necesita investigación.

GRÁFICA LINEAL



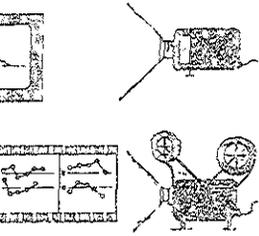
10. Ahora vamos a observar porque en una carta de control es más practico su uso que una gráfica de línea. Este amigo no sabe si es que esta haciendo un trabajo razonablemente bueno o no. el sabe que es mejor tener pocas partes defectivas, pero ya no puede él decidir que las variaciones diarias son normales.

GRÁFICA DE CONTROL "pn"



11. Ahora con una línea central, y los limites superior e inferior agregados, al menos el sabe que las variaciones diarias están bajo control ahora que reducir significativamente los defectos se requerirá de alguna acción en el sistema.

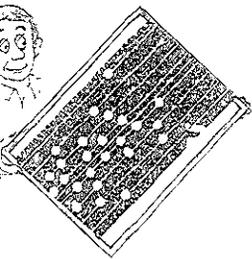
HISTOGRAMA Y GRÁFICAS DE CONTROL
SE RELACIONAN



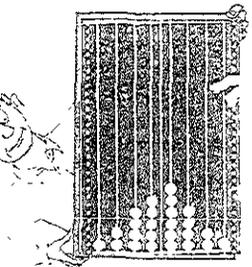
12. Las cartas de control están estrechamente relacionadas con los histogramas. Para aclarar esto, piense en los histogramas como una fotografía instantánea y las cartas de control como una película. Una carta de control es un histograma graficado sobre el tiempo. Es un camino sistemático que monitorea continuamente la calidad de salida de un proceso por medio del graficado, frecuente de pequeñas muestras en un periodo de tiempo.



13. Para ilustrar mejor la conexión entre histogramas y cartas de control, imagine que cada punto en la carta de control es una cuenta que se puede deslizar a través de un alambre horizontal.

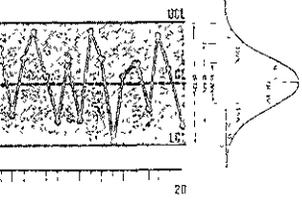


14. Conforme nuestro descuido ayudante gira la carta de control, las cuentas se empiezan a deslizar hacia abajo.

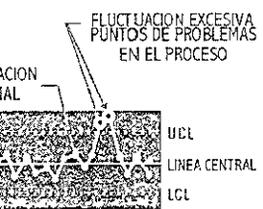


15. Cuando las cuentas se han colapsado en pilas en la parte baja, se aclara que la carta de control es un histograma graficado en la línea del tiempo. Se puede decir que una carta de control es un histograma alargado

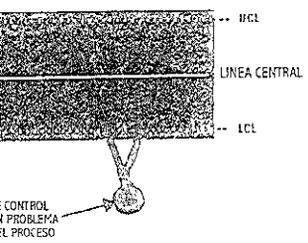
GRAFICA DE CONTROL RELACIONADA A SIGMA



16. Exactamente como en una distribución normal de frecuencia donde el 99.73% de todos los puntos caen dentro de ± 3 sigma de el promedio, esto mismo se hace con cartas de control. Las líneas del limite de control superior e inferior son trazadas con 3 sigma en cada lado. Cuando cualquier punto graficado cae fuera de estas líneas limite es causa suficiente para que sean investigadas.



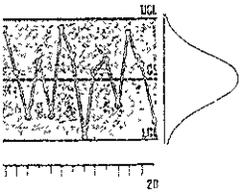
17. Por ejemplo, en esta carta de control hay dos puntos graficados fuera de los limites de control. Como el 99.73% debe de estar dentro de los limites de control sin una señal de que el proceso esta fuera de control en ese punto.



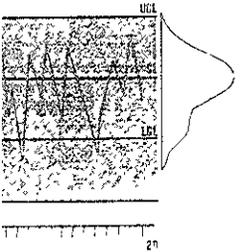
18. En ese ejemplo sin embargo solo un punto se ha ido fuera del limite de control, ¿ve que diferente esta de los otros gráficos? Claramente algo extraño esta pasando y necesita investigación.

19. La principal función de las cartas de control es cuando el proceso está operando con solo una oportunidad de causa de variación, que es normal y esperada, o donde las variaciones se pueden asignar a causas, que demandan investigación y corrección. La carta de control \bar{X} en la parte superior muestra un proceso que tiene solo una oportunidad.

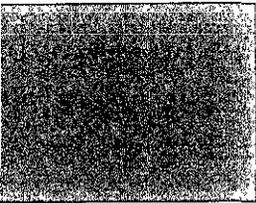
VARIABLES O FORTUITAS



CARTAS ASIGNABLES



20. Ahora, vamos a construir una carta de control $\bar{X} - R$.



21. PASO 1. Reunir los datos. Esta es la forma que usaremos para reunir los datos para hacer nuestra carta de control. En este ejemplo; "Día de Manufactura" fue la unidad de tiempo apropiada para reunir las muestras. Pero, para otros procesos se podrán usar unidades tales como horas o números de lote.

1 RECOLECCION DE DATOS.

HOJA DE DATOS

MUESTRAS				
X1	X2	X3	X4	X5
31	48	33	51	35
33	47	43	50	32
31	49	50	33	50
30	32	30	43	45
49	49	30	49	47
32	32	31	31	31
30	49	32	34	42
46	31	42	49	48
46	34	31	49	49



CALCULAR LOS PROMEDIOS (\bar{X})

INDICADOR	UNIDAD	VALOR	PROMEDIO
1	5	254	50.8
2	5	254	50.8
3	5	254	50.8
4	5	254	50.8
5	5	254	50.8



22. PASO 2. Calcule la media \bar{X} . \bar{X} es meramente la abreviatura aceptada de la palabra "mean". Aquí vemos fue hecha por día de manufactura #1. El total de las 5 unidades es 254. El total 254, dividido entre 5 da un promedio o valor de \bar{X} de 50.8.

CALCULAR EL RANGO (R)

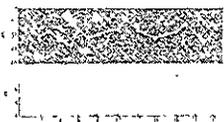
INDICADOR	VALOR	PROMEDIO	RANGO
1	53	50.8	2
2	51	50.8	1
3	50	50.8	0
4	49	50.8	1
5	48	50.8	2

MAYOR = 3
 MENOR = 1
 DIFERENCIA = 2
 RANGO = 2

23. PASO 3. Calcule el valor del rango R. el rango es la variación entre el más grande y el valor más pequeño de muestra para un conjunto de Xs. Un ejemplo se muestra en la columna superior. 53 es el más grande y 48 el más pequeño. La diferencia, 5, es el rango.

GRAFICAR LOS DATOS \bar{X} Y R EN PAPEL GRAFICO

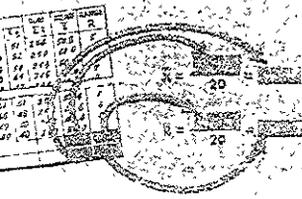
INDICADOR	VALOR	PROMEDIO	RANGO
1	53	50.8	2
2	51	50.8	1
3	50	50.8	0
4	49	50.8	1
5	48	50.8	2



24. PASO 4. Grafique los datos de \bar{X} y R en papel milimétrico. Los datos son graficados con números de \bar{X} directamente contra números de R. aquí el día le es mostrado como ejemplo.

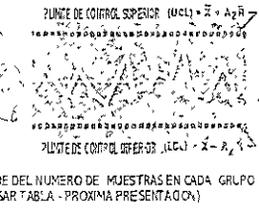
CALCULAR LAS LINEAS CENTRALES

$\bar{\bar{X}}$ (PROMEDIO DE TODAS LAS \bar{X})
 $\bar{\bar{R}}$ (PROMEDIO DE TODAS LAS R)



25. PASO 5. Calcule las líneas centrales. Para una gráfica de \bar{X} , nos referiremos al centro de la línea como con doble barra $\bar{\bar{X}}$. En la gráfica de R, será barra $\bar{\bar{R}}$, un promedio de R.

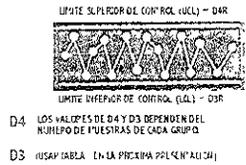
26. DETERMINAR LOS LÍMITES DE CONTROL DE \bar{X}



27. PASO 6. DETERMINAR LOS LÍMITES DE CONTROL (CONTINUACIÓN)



28. DETERMINAR LOS LÍMITES DE CONTROL DEL RANGO (R)



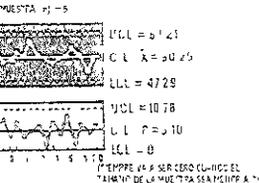
29. PASO 7. DETERMINAR EL RANGO DE LOS LÍMITES DE CONTROL. D3 Y D4 SON TAMBIÉN TABLAS. PARA HACER MÁS FÁCIL EL CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE 3 SIGMA PARA EL RANGO.

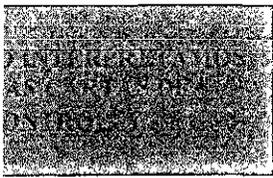
PARA LOS LÍMITES DE CONTROL DEL RANGO (R) (CONTINUACIÓN)

TABLA DE VALORES D4		TABLA DE VALORES D3	
n	D4	n	D3
2	2.000	2	0
3	1.924	3	0
4	1.864	4	0
5	1.819	5	0
6	1.785	6	0
7	1.760	7	0
8	1.743	8	0.136
9	1.733	9	0.183
10	1.729	10	0.214

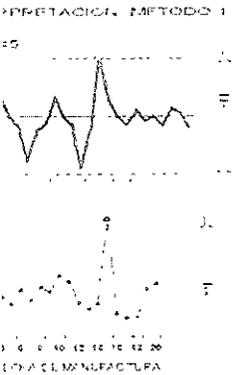


30. PASO 8. INDICAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA. COMO LAS LÍNEAS DEL LÍMITE DE CONTROL SON AFECTADOS POR EL TAMAÑO DE LAS MUESTRAS, SIEMPRE SE AÑADE LA NOTACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA A LA CARTA.

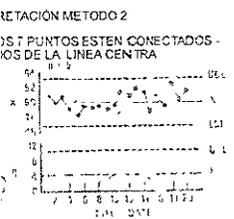




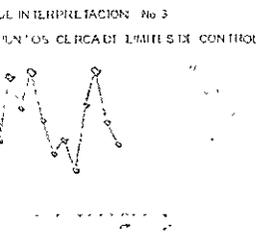
31. Vamos a examinar algunos ejemplos sobre las formas en las cuales las cartas de control \bar{X} -R muestran que existe un problema.



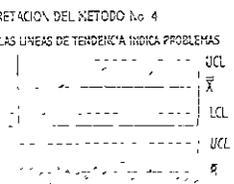
32. Interpretación del Método 1. Como las líneas de los límites de control para un proceso bajo control nos dará el 99.73% de todos los puntos graficados, aun cuando un punto caiga fuera de los límites es una señal de alarma. Sin embargo, en este caso, parecerá ser un evento único. Hay que buscar errores de medición que hayan ocurrido "una vez" como en este caso; en cartas anteriores, e investigar la razón.



33. Interpretación Método 2. Cuando al menos siete puntos conectados están todos de un lado de la línea central, es una señal de que algo raro esta pasando. ¿por qué? Las leyes de la probabilidad nos dicen que para un proceso bajo control estadístico, los puntos graficados deben caer arriba y abajo de la línea central formando de un patrón regular.

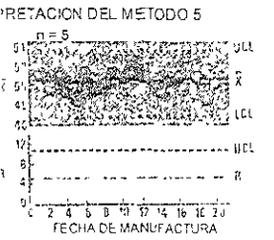


34. Interpretación Método 3. Este proceso muestra 4 puntos graficados más allá de +2 sigma a partir de la línea central de la carta de control. Como sabemos un proceso en control estadístico de +2 sigma cae en el 95% de los puntos graficados, entonces en promedio solo un punto en veinte debe estar en la parte exterior. Definitivamente hay una razón para investigar.



35. Interpretación Método 4. Las líneas con tendencia también significan que hay problemas. Estas cartas de control, sugieren que alguien fue avisado, que la tendencia hacia arriba continuaba, investigó la causa, y tomó medidas, de acción correctiva como se indica, por la caída de regreso de la línea dentro de un patrón normal.

36. Interpretación Método 5. Esta carta de control es un ejemplo de que todo está estable y bajo control.



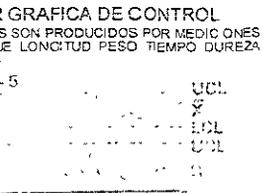
37. Los límites de control no deben ser confundidos con las tolerancias o las especificaciones. Los límites de control son establecidos por la variación natural del proceso y donde las especificaciones son establecidas por los requerimientos del producto.

En adición, son límites de control derivados de las mediciones promedio de muestras, mientras que las especificaciones se aplican para unidades, medibles y son usadas para la aceptación o el rechazo del producto.

Estos tres ejemplo demuestran varias situaciones que pueden existir. Ambos límites de control y especificaciones son importantes, pero deben ser considerados independientemente.



38. La carta de control \bar{X} -R es una herramienta estadística importante que puede ser usada para señalar problemas muy a tiempo para poder actuar antes de que grandes volúmenes de productos defectuosos salgan.



CARTAS DE CONTROL POR VARIABLE

¿QUÉ SON LAS CARTAS DE CONTROL?

Como se dijo en la introducción, las cartas de control son el caballo de batalla del control estadístico de proceso. Estas toman un retrato instantáneo que la distribución de frecuencias aporta, y muestra una relación con el tiempo. En efecto, son distribuciones de frecuencia graficadas continuamente sobre el tiempo. El control estadístico de proceso es un mecanismo de retroalimentación. Las cartas de control proporcionan inmediata retroalimentación acerca del comportamiento del proceso. La naturaleza de la retroalimentación proporcionada por las cartas de control y usando el concepto de curvas de distribución de frecuencias permite distinguir entre variaciones de causa operacional y variaciones causadas por el sistema en tiempo real. Estos datos de tiempo real a su vez permiten acciones enfocadas hacia la prevención en vez de a la detección. Las cartas de control son un tipo de gráficas que proporciona una fotografía en movimiento de lo que está sucediendo al proceso.

¿CUÁLES SON LOS USOS DE LAS CARTAS DE CONTROL?

Las cartas de control permiten monitorear el proceso de manera que se pueda primero llevar al estado de control estadístico y después, mientras se mantiene en este estado, se pueden tomar acciones en el sistema para continuar mejorando el proceso. Ya que las cartas de control proporcionan esta vigilancia continua de lo que está ocurriendo, estas son usadas para controlar el proceso, ayudando a detectar cuando las variaciones estadísticas indican que algo además de las causas comunes está ocurriendo en los materiales, herramientas, equipo, métodos, gente o ambiente. Los datos de la carta de control son un registro específico de un proceso y por lo tanto proporciona su historia. Es frecuente su uso para establecer o cambiar normas de inspección o procedimientos de inspección. Más específicamente las cartas de control son usadas para:

- Reducir el desperdicio y retrabajo, porque proporciona una señal de alarma temprana.
- Diagnosticar problemas; señalando que el proceso está fuera de control de manera que las acciones correctivas sean tomadas inmediatamente.
- Comprender cuando dejar al proceso trabajar y entonces evitar frecuentes ajustes innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso, más que a disminuirla.
- Hacer mejores decisiones sobre las tolerancias de ingeniería, hacer mejores comparaciones entre alternativas de diseño y hacer una mejor selección entre alternativas de métodos de producción.
- Determinar la capacidad inherente del proceso.
- Proporcionar mejor aseguramiento de calidad a menores costos de inspección.

¿CUALES SON LAS CARTAS DE CONTROL MÁS COMUNMENTE USADAS?

Hay muchas variaciones en las posibles clases de cartas de control que se pueden diseñar. Los dos tipos principales son:

1. Cartas de control por atributos.
2. Cartas de control por variables.

ATRIBUTOS. Significa simplemente algo que es o bueno o malo, mientras que por **VARIABLES.** Existe una medida específica de un valor, tal como tamaño, peso, temperatura, etc.

Existen dos caminos o condiciones bajo las cuales, los datos para las cartas se pueden recolectar:

1. De muestra de igual tamaño.
2. De muestra de diferente tamaño.

La diferencia es que con las muestras de igual tamaño se gráfica el número o la cantidad de cosas, mientras que cuando las muestras no son iguales se necesita graficar el porcentaje o número relativo.

La tabla (fig. 5.1) da la definición de los tipos de cartas de control más comúnmente usados.

SIMBOLO	DESCRIPCION	TAMAÑO DE LA MUESTRA
<u>Cartas de control por atributos</u>		
p	El porcentaje de unidades defectivas en el muestreo	Puede ser diferente
pn ó np	El número de unidades defectivas en el muestreo	Constante
c	Número de defectos en el muestreo	Constante
u	Número de defectos por unidad	Variable
<u>Cartas de control por variables</u>		
\bar{X}	El promedio (media) de las mediciones en el muestreo	Constante
R	Y el rango de las mediciones en el muestreo	Constante.
NOTA: Las cartas \bar{X} y R normalmente se presentan juntas para hacer las cartas de control $\bar{X} - R$		

Figura 5.1. las definiciones más comúnmente usadas en las cartas de control.

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES.

Las cartas por variables permiten rastrear las tendencias de algunas características específicas o mediciones del producto o proceso tales como peso, voltaje, temperatura, contenido químico, esfuerzo y otras por el estilo.

La forma más comúnmente usada en las cartas de control por variables es la carta $\bar{X} - R$. Con ésta, tanto la medida de las medidas de la muestra, como la amplitud o dispersión de las mediciones de la muestra son vigiladas o monitoreadas simultáneamente. Esto proporciona la información precisa, acerca de las características que están siendo medidas y por lo tanto es la base para investigar las causas de variación, cuando nos indica que una condición fuera de control se esta desarrollando.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CARTAS $\bar{X} - R$ SOBRE LAS CARTAS DE CONTROL pn .

La principal ventaja de una carta $\bar{X} - R$ es que se obtienen datos específicos acerca de una sola característica del proceso y por lo tanto proporciona una pista para el problema, mientras que en la carta pn determina solamente que el producto o proceso está o no está bajo control.

Más aun con una carta de control n , cualquier atributo del producto puede ser el problema, sin embargo con la carta $\bar{X} - R$ se controla el atributo específico que se está midiendo. Por otro lado, la desventaja de la carta $\bar{X} - R$ es que el producto puede tener muchas variables que se pueden medir y observaciones que se podrían requerir muchas cartas separadas de control $\bar{X} - R$, una por cada variable que se piense que es importante. Esto puede ser muy costoso, por lo que normalmente una mezcla de ambas cartas de control por variables y atributos se usan.

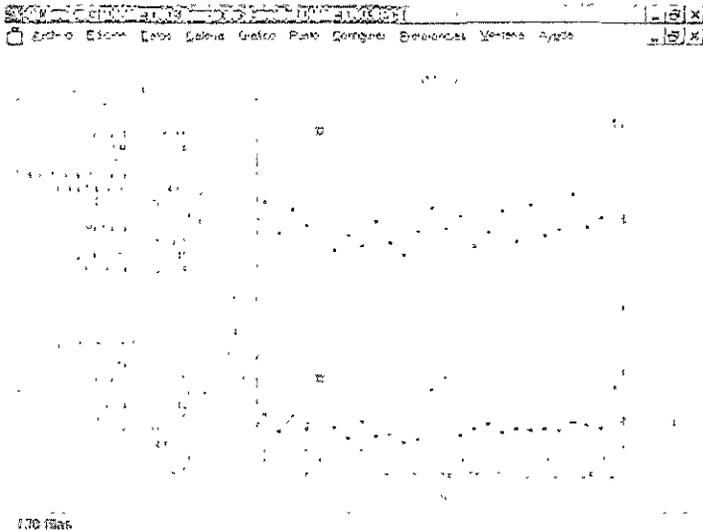


Figura 5.2 Una carta de control $\bar{X} - R$

COMO CONSTRUIR UNA CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$

Al estudiar presentación audiovisual de las cartas de control será de ayuda seguir el texto que sigue:

Se sugiere mirar este caso como una oportunidad proporcionada, para practicar el desarrollo de las cartas $\bar{X} - R$ completando cada paso por usted mismo, antes de mirar la carta del siguiente paso. Estas cartas en efecto muestran la respuesta de como los datos son calculados y entendidos. (El caso es de una fabricación en que los datos del contenido de humedad en el proceso de la pulpa de papel, son acumulados en la estación D).

Los 8 pasos para hacer una carta de control $\bar{X} - R$ son los siguientes:

PASO 1. Recolecte los datos (usualmente son necesarios más de 100 números) los datos pueden ser usados para determinar la unidad de tiempo apropiada, tal como, unidades por hora, por día o número de lote u otras unidades. Sin embargo es más fácil cuando la situación permite establecer la unidad apropiada de tiempo o agrupación, antes de recolectar los datos. En la presentación narrativa el día de manufactura es usado como presentación apropiada de tiempo y 5 especímenes son recolectados cada día. En la situación que estamos presenciando horas y 1/2 hora de cada uno de 30 lotes. (ver fig. 5.3)

Lot No	08:00 a m	08:30 a m	09:00 a m	09:30 a.m.	10:00 a m	Sum	Prom	Rango				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	ΣX	\bar{X}	R				
1	21.0	+	18.9	+	19.8	+	19.7	+	18.2	97.6	19.52	
2	19.8	+	19.9	+	19.1	+	20.0	+	18.2			
3	20.0	+	19.2	+	19.5	+	20.2	+	18.6			
4	19.5	+	18.6	+	19.9	+	19.7	+	19.8			
5	20.5	+	18.0	+	18.8	+	18.6	+	18.6			
6	20.8	+	18.1	+	19.0	+	20.1	+	19.5			
:												
29	18.1	+	20.2	+	20.2	+	18.4	+	18.8			
30	20.9	+	19.2	+	18.0	+	18.4	+	18.3			
TOTAL												
PROMEDIO												

Figura 5.3. Hoja de datos $\bar{X} - R$

PASO 2. Calcule los valores medios. Hemos diseñado nuestra hoja de datos $\bar{X} - R$ de manera que se puedan fácilmente calcular los valores $\bar{X} - R$ de cada grupo. En nuestro ejemplo, la muestra de unidades del lote 1 totaliza 97.6. esto, dividido entre 5 da el valor de la media \bar{X} de 19.52, que más tarde se convierte en un punto de la carta de control. Ahora continúe llenando los siguientes valores X y \bar{X} , usando la hoja de datos de arriba para este ejercicio (las respuestas están dadas en la fig. 5.4.).

Lot No.	08:00 a m.	08:30 a m	09:00 a.m.	09:30 a m	10:00 a m	Sum	Prom.	Rango				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	ΣX	\bar{X}	R				
1	21.0	+	18.9	+	19.8	+	19.7	+	18.2	97.6	19.52	2.8
2	19.8	+	19.9	+	19.1	+	20.0	+	18.2	97.0	19.40	
3	20.0	+	19.2	+	19.5	+	20.2	+	18.6	97.5	19.50	
4	19.5	+	18.6	+	19.9	+	19.7	+	19.8	97.5	19.50	
5	20.5	+	18.0	+	18.8	+	18.6	+	18.6	94.5	18.90	
6	20.8	+	18.1	+	19.0	+	20.1	+	19.5	97.5	19.50	
:												
29	18.1	+	20.2	+	20.2	+	18.4	+	18.8	95.7	19.14	
30	20.9	+	19.2	+	18.0	+	18.4	+	18.3	94.8	18.96	
TOTAL												
PROMEDIO												

Figura 5.4. Hoja de datos $\bar{X} - R$ con los valores medios.

PASO 3. CALCULE EL RANGO (R) AMPLITUD. Por ejemplo tomando el lote #1 donde 21.0 es el mayor y 18.2 es el menor. La diferencia entre ambos nos da la amplitud (R) 2.8, que se coloca en la columna titulada rango. Ahora usando la hoja de arriba calcule los rangos de los siguientes lotes. Después de completar el ejercicio cheque sus respuestas con las dadas en la figura 5.5.

Lot No.	08:00 a.m.	08:30 a.m.	09:00 a.m.	09:30 a.m.	10:00 a.m.	Sum	Prom	Rango
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	ΣX	\bar{X}	R
1	21.0	+ 18.9	+ 19.8	+ 19.7	+ 18.2	97.6	19.52	2.8
2	19.8	+ 19.9	+ 19.1	+ 20.0	+ 18.2	97.0	19.40	1.8
3	20.0	+ 19.2	+ 19.5	+ 20.2	+ 18.6	97.5	19.50	1.6
4	19.5	+ 18.6	+ 19.9	+ 19.7	+ 19.8	97.5	19.50	1.3
5	20.5	+ 18.0	+ 18.8	+ 18.6	+ 18.6	94.5	18.90	2.5
6	20.8	+ 18.1	+ 19.0	+ 20.1	+ 19.5	97.5	19.50	2.7
29	18.1	+ 20.2	+ 20.2	+ 18.4	+ 18.8	95.7	19.14	2.1
30	20.9	+ 19.2	+ 18.0	+ 18.4	+ 18.3	94.8	18.96	2.9
TOTAL							567	57
PROMEDIO							18.9	1.9

Figura 5.5. Hoja de datos $\bar{X} - R$ con los valores de rangos.

PASO 4. Grafique los valores \bar{X} (media) y R (rango) en la carta de control $\bar{X} - R$. La columna titulada medias (mean) en la hoja de datos $\bar{X} - R$ debe contener toda la información necesaria para trazar la gráfica \bar{X} ; la columna titulada Rango (range) debe contener toda la información necesaria para trazar la gráfica R siempre se traza en la parte baja de la carta ($\bar{X} - R$).

Ya que nuestra hoja para este ejercicio contiene información de unos cuantos lotes, no es posible que usted complete todos los puntos del trazo. Sin embargo como practica, usted debería trazar los datos de los números de lotes dados arriba. Use la figura 5.6 para completar la parte de ese ejercicio.

Para poder empezar hemos de trazar el lote #1, que tiene una media (\bar{X}) de 19.52 y un rango (R) de 2.8 vea la figura 5.7 de la siguiente pagina para checar sus puntos trazados.



Figura 5.6. Carta de control $\bar{X} - R$ con el trazo de un punto.

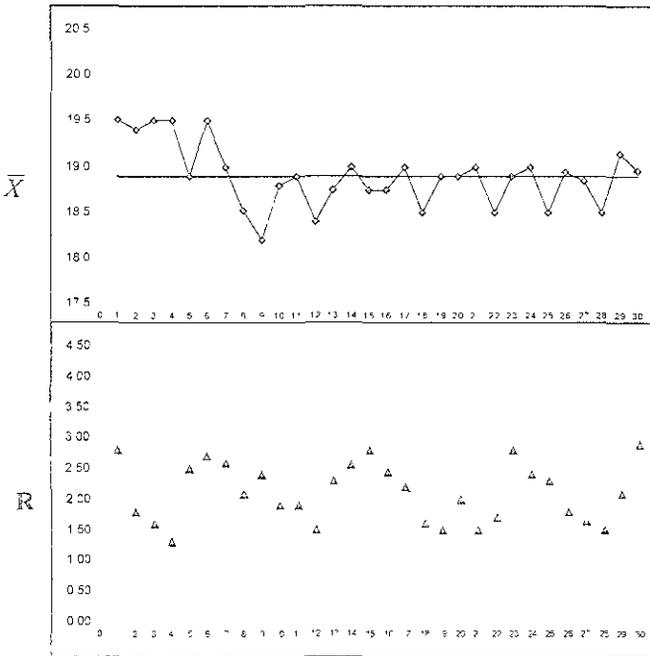


Figura 5.7. Carta de control $\bar{X} - R$ con los puntos trazados y su unión.

PASO 5.

Calcule la línea central (CL) de cada una de las gráficas \bar{X} y R.

Indicamos la línea central para las medias \bar{X} usando el símbolo $\bar{\bar{X}}$; y la línea central para R (rango) usando el símbolo $\bar{\bar{R}}$. Estas líneas centrales muestran los valores de estos dos trazos.

Para calcular $\bar{\bar{X}}$ (la cual es la media de medias) sumamos la columna titulada media. Esta suma llega a 567, y dividida entre los 30 lotes usados, la media resultante en esta columna es 18.9 (ya que usted no tiene los datos de los 30 lotes, el número 567 no lo puede checar). Ahora, usted puede dibujar la línea central de la gráfica \bar{X} esto es 18.9. hágalo en la figura 5.7.

Para calcular $\bar{\bar{R}}$. Sume la columna titulada "rango". Esto suma 57 y dividido entre 30 el rango promedio es 1.9. ahora usted sabe dibujar la línea central (CL) del gráfico R, esto es 1.9 y se dibuja como línea en la figura 5.7.

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

HOJA DE INFORMACIÓN

TABLA A: factores para determinar los límites de control para gráficas \bar{X} y R..

Numero de observaciones en el subgrupo	Factores para la gráfica \bar{X}	FACTORES PARA LA GRAFICA R	
		Limite inferior de control D_3	Limite superior de control D_4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.74
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.22	0.35	1.65
16	0.21	0.36	1.64
17	0.20	0.38	1.62
18	0.19	0.39	1.61
19	0.19	0.40	1.60
20	0.18	0.41	1.59

Gráfica \bar{X} : Limite superior de control para X = $UCL_X = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$

Limite inferior de control para X = $LCL_X = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$

Gráfica \bar{R} : Limite superior de control para R = $UCL_R = D_4 \bar{R}$

Limite inferior de control para R = $LCL_R = - D_3 \bar{R}$

PASO 6.

Calcule los límites de control de \bar{X} . Este cálculo se hace mejor usando las cifras mostradas en la TABLA A (figura 5.8) y ejecutando cálculos matemáticos simples. Las cifras están listadas en la Tabla A bajo la columna con encabezados "A₂ Factores para la gráfica \bar{X} ". Tomando la cantidad muestra en la columna N de 5 observaciones usadas en nuestro ejemplo y la cifra de la columna A₂ como 0.58 que se encuentra en el renglón de 5, la cantidad 0.58 se vuelve el número que vamos a usar con las formulas que están al fondo de la Tabla A para calcular los límites de control superior e inferior de la gráfica \bar{X} .

Calculemos ahora la línea UCL para la gráfica \bar{X} usando la formula:

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

- 1) tomando el valor de la línea central $\bar{\bar{X}}$ 18.9
 y en la columna A₂ el valor 0.58
 y en la otra línea central \bar{R} 1.9

2) multiplicando 0.58 x 1.9 (A₂ \bar{R}) = 1.1

3) agregando $\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$ o sea 18.9 + 1.1 = 20
 por lo tanto UCL = 20

La localización de la línea LCL es relativamente fácil, ya que es cuestión de sustraer A₂ \bar{R} de $\bar{\bar{X}}$.

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$17.8 = 18.9 - 1.1$$

Este método siempre nos resulta la línea central CL, equidistante de UCL Y LCL en la gráfica \bar{X} .

Procederemos ahora a dibujar las líneas UCL Y LCL para la gráfica \bar{X} usando la figura 5.9 como hoja de trabajo.

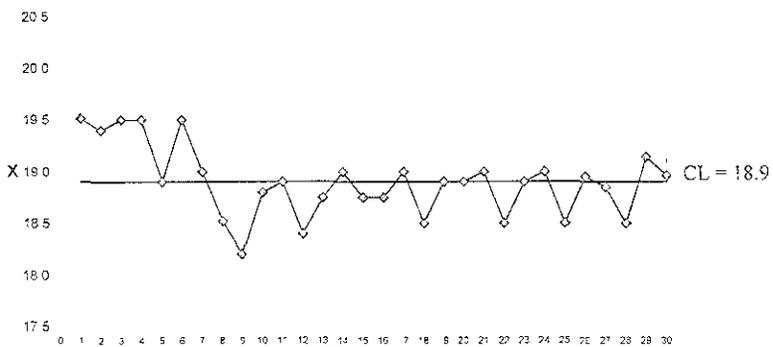


Figura 5.9. Gráfica \bar{X} con línea central.

PASO 7.

Calcule las líneas de control de R. recuerde que para \bar{X} , UCL Y LCL son siempre equidistantes de la línea central. Esto no es el caso para la gráfica R. el calculo de la gráfica R es hecho usando las columnas D3 y D4 "factores para la gráfica R" en la tabla A (fig. 5.8).

Una vez más bajamos en la columna N de la tabla A hasta 5 y moviéndonos sobre la línea hasta las columnas D3 y D4.

La cifra D3 es cero (0) y la cifra en D4 es 2.11, y estas son usadas en las formulas del fondo de la tabla para calcular los limites de control UCL y LCL para la gráfica R. Por lo tanto, para encontrar las líneas UCL Y LCL para la gráfica R, usaremos las siguientes formulas:

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

- 1) Para encontrar $D_4 \bar{R}$, multiplique 2.11 x 1.9
Por lo tanto, UCL = 4.0
- 2) Para encontrar $D_3 \bar{R}$, multiplique 0 x 1.9
Por lo tanto, LCL = 0

La gráfica R nunca tiene la línea CL a la mitad entre UCL y LCL.

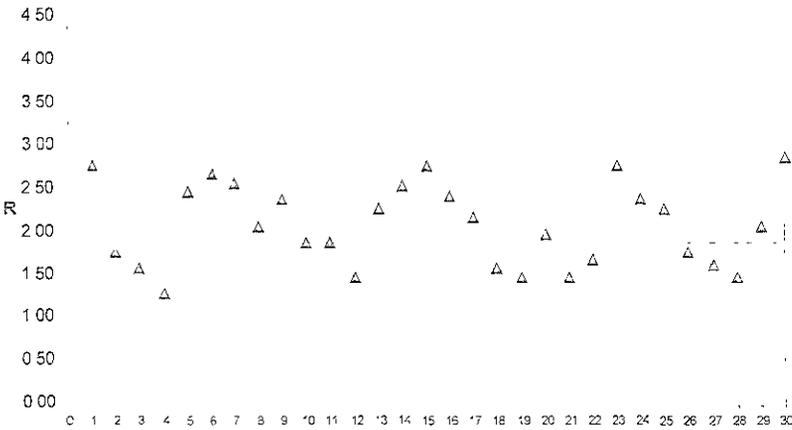


Figura 5.10 Gráfica R con línea central.

Ahora procedemos a dibujar la línea superior de control UCL en la gráfica R de la figura 5.10 recuerde, que la línea inferior no aparece por no haber rangos negativos.

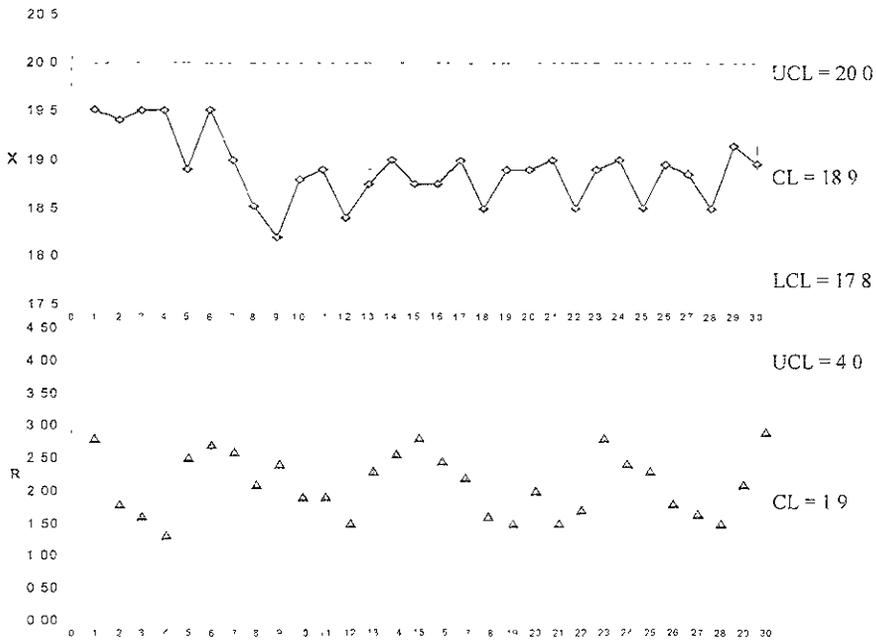


Figura 5.11 Carta de control $\bar{X} - R$ completa.

- PASO 8. Complete la carta ejemplo superior agregado la nota "N=5" en la esquina superior izquierda.
 Ahora usted a completado la construcción de una carta $\bar{X} - R$ de control, si usted ha tenido algún problema con este ejercicio, revise la presentación narrativa.

COMPRENDIENDO LA APLICACIÓN DE LAS CARTAS DE CONTROL $\bar{X} - R$

Lo que ha sido descrito hasta este punto, es como crear una carta $\bar{X} - R$, de tal modo que se establezcan los límites de control. La manera en que la carta de control se usa, es continuar tomando muestras, medirlas y graficarlas continuamente en las cartas de control. Se dice que el proceso esta en "estado estable" cuando este permanece dentro de los límites de control y ninguna de las anomalías que se describen abajo ocurren.

A. Una desviación en la media (CL).

Use la parte \bar{X} de la carta de control para observar una desviación en la media ($\bar{\bar{X}}$) del proceso, como se muestra por comparación entre la distribución #1 y la #2 abajo. Este se puede hacer a ojo, o haciendo un nuevo calculo de la línea central para los más recientes datos \bar{X} .

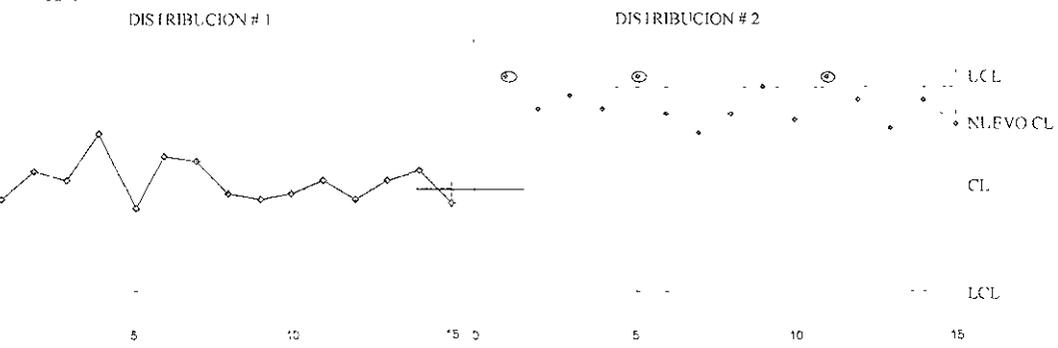


Figura 5.12 Una desviación en la media (CL).

B. Un incremento en la dispersión (R).

Observe cualquier signo en la carta de control R del proceso que tenga una mayor variabilidad en su recorrido o dispersión. La dispersión #2 de abajo muestra un ejemplo de un proceso que ha experimentado un incremento en su dispersión.

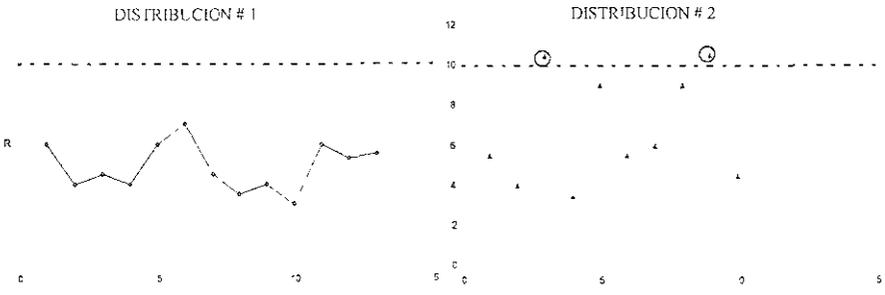


Figura 5.13. Un incremento en la dispersión.

C. Ocorre una corrida en \bar{X} .

Cuando varios puntos de la gráfica ocurren en una serie continua en un lado de la línea central (promedio), esto es referido como una "corrida" (RUN). Cuando sucede una corrida de siete o más puntos, con toda probabilidad esta ocurriendo alguna anomalía. Aun si dos corridas ocurren de tal manera que 9 de 11 ó 11 de 13 puntos están en un solo lado de la línea central CL, entonces se puede esperar encontrar una anomalía en el proceso.

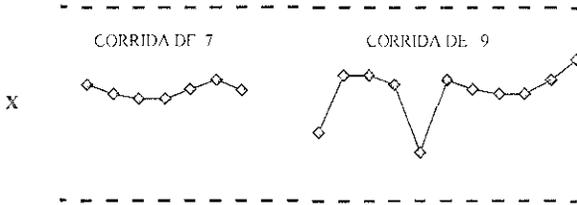


Figura 5.14 Ocorre una corrida en \bar{X} .

D. Tendencias en \bar{X} .

Las tendencias son una serie de gráficas que muestran un continuo incremento o decremento. Aquí también, 7 puntos es el número clave que las leyes de probabilidad dicen, que podría indicar la existencia de una anomalía, pero aun una tendencia de seis debe ser investigada.

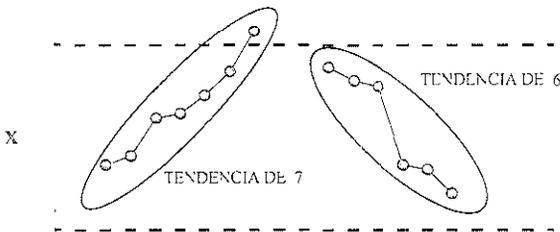


Figura 5.15 Tendencias en \bar{X}

En resumen, sabemos que en proceso se desarrollan anomalías si:

- Algún punto en las gráficas \bar{X} y/o R de las cartas de control esta afuera de los límites de control superior o inferior.
- Un conjunto de puntos en la gráfica tiene alguna especie de desviación, corrida o tendencia.

RELACIONES ENTRE LOS LÍMITES DE CONTROL Y LAS ESPECIFICACIONES

Los límites de control $\bar{X} - R$ están puestos en base al resultado de del proceso; entonces, el proceso dicta sus límites de control. Sus especificaciones o requisitos están impuestos en base al uso de la salida del proceso. Por lo tanto, los límites de la especificación no deben ser confundidos con los límites de la carta de control. El objetivo es ver que los límites de la carta de control se encuentra dentro de los límites de especificación.

Un proceso que aparece estar en estado estable, y aun excede la especificación indica que el proceso es incapaz de cumplir la especificación con el herramienta normal, métodos o equipo que

se esta empleando. Solamente cambios al sistema permitirán al proceso producir exitosamente el resultado requerido.

COMO ESTABLECER UNA CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$

Su grupo ha decidido que necesita una carta de control $\bar{X} - R$ sobre algunos valores de medición de su producto o proceso. El siguiente paso es encontrar si su proceso esta controlado o fuera de control. Para hacer esto se siguen los ocho pasos dados para determinar cuando su proceso esta dentro de control. Si no lo esta entonces empiece una investigación a las causas posibles. Mientras hace esto, mantenga y actualice su carta $\bar{X} - R$. Mientras cada causa es corregida, compruebe su carta de control para determinar cuando, el proceso que esta monitoreando, ha alcanzado el estado de control.

Una vez que el estado de control es alcanzado, compare la capacidad del proceso con las especificaciones. Si el proceso no tiene capacidad, instituya cambios al sistema para hacerlo capaz. Una vez que la estabilidad y la capacidad se han alcanzado, hay que trabajar en una meta a largo plazo para mejorar la capacidad del proceso.

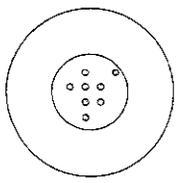
CLASIFICACION DE CAUSAS DE VARIACION EN UN PROCESO.

Como se mencionó anteriormente, los factores que causan variaciones en los productos de un proceso son cosas tales como: diferencia de materiales, métodos de trabajo, herramientas, equipos y condiciones ambientales. La naturaleza de estas diferencias pueden ser clasificadas en dos categorías; aquellas que son el resultado del azar y son inherentes en cualquier proceso, y aquellas en las que una causa imputable se puede encontrar. La teoría de las cartas de control, con sus limites inferior y superior a 3 sigma, es que solamente pueden existir causas aleatorias (dentro de los limites de 3 sigma), y cuando el proceso se sale de control, existen causas imputables y deben ser investigadas y tomar acciones correctivas.

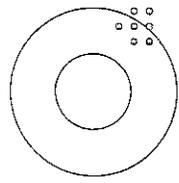
La tabla que se muestra abajo distingue la diferencia entre causas aleatorias y causas asignables.

Causas de variación aleatoria	Causas asignables de variación
Consiste de muchas causas individuales	Consiste de una o unas cuantas causas individuales.
Cualquier variación aleatoria resulta en una pequeña cantidad de variación (sin embargo muchas variaciones aleatorias actúan simultáneamente de manera que la variación total es substancial).	Cualquier causa asignable puede resultar en una variación grande.
Algunas variaciones aleatorias típicas son:	Algunas causas típicas asignables de variación son:
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pequeñas variaciones en el material (aunque dentro de especificación). 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Lote de material defectivo
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pequeñas vibraciones de la maquina. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Arranque defectuoso en la maquina.
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pérdida de precisión humana en la lectura de los instrumentos y en el ajuste de controles. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Operador no entrenado.
De manera practica sabemos que las variaciones aleatorias no pueden ser económicamente del proceso.	La presencia de variaciones asignables pueden detectarse y las acciones para eliminar estas causas se justifican económicamente.

ANALOGIA CON UNA DIANA O BLANCO



Variaciones debidas solo a causas aleatorias



Variaciones debidas a causas aleatorias más la causa asignable de variación.

Figura 5.16 Distribución entre causas de variación aleatorias y asignables.

INVESTIGACION DE CAUSAS ASIGNABLES.

Haciendo uso de las cartas de control $\bar{X} - R$, y usando la interpolación previamente discutida, los siguientes recuadros en la figura 5.17 nos ofrecen las posibles razones para una causa asignable.

OCURRENCIA	CAUSA POTENCIAL ASIGNABLE	
	En la carta \bar{X}	En la carta R
A. Ciclos recurrentes.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Temperatura o algún otro cambio recurrente en el ambiente físico. ◦ Fatiga del obrero. ◦ Diferencias en aparatos de prueba o de medición que se han estado usando. ◦ Rotación regular de maquinas a operadores. ◦ Mezcla de subensambles o de otros procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Programa de mantenimiento preventivo ◦ Fatiga del operario ◦ Herramientas gastadas
B. Tendencias	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Deterioro gradual del equipo que es afectado por el volumen trabajado. ◦ Fatigas del obrero ◦ Acumulación de desperdicios ◦ Deterioro de condiciones ambientales. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Mejoramiento o deterioro en la habilidad del obrero ◦ Fatiga del obrero ◦ Cambios en las proporciones en que un subproceso alimenta una línea de ensamble ◦ Cambio gradual en la homogeneidad de la calidad del material de entrada.
C. Brincos en el nivel del proceso.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cambio en las proporciones de materiales o subensambles que llega de diferentes fuentes. ◦ Nuevo operario. ◦ Modificación de la producción ◦ Cambio en el aparato de inspección o el método. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cambio en materiales ◦ Cambio de método ◦ Cambio de operario.
D. Alta proporción de puntos cerca o fuera de límites.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Fuera de control estadístico de proceso ◦ Grandes diferencias sistemáticas en método de prueba o equipo. ◦ Control de dos o más procesos en la misma carta. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Mezcla de diferentes materiales de calidad muy diferente. ◦ Diferentes obreros usando una sola carta R. ◦ Datos de diferentes procesos bajo diferentes condiciones graficados sobre la misma carta.
E. Estratificación o pérdida de variabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Calculo incorrecto de los límites de control. 	

Figura 5.17. Investigación de la causas asignables.

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES – CUESTIONARIO

Marque si son falsas o verdaderas las siguientes oraciones:

Cierto Falso

- | | | |
|-------|-------|--|
| _____ | _____ | 1. Las cartas de control $\bar{X} - R$ son empleadas donde el numero de defectos por muestra esta siendo analizado. |
| _____ | _____ | 2. El limite de control inferior prácticamente nunca aparece en una carta de control de \bar{X} . |
| _____ | _____ | 3. Una desventaja de la carta de control $\bar{X} - R$ es aquella donde hay tantas variables que podrían ser medidas en una línea de producción, y que tomaría mucho tiempo analizar todas las variables que se desea medir. |
| _____ | _____ | 4. En una carta de control $\bar{X} - R$ importa más los datos por variables, que los datos por atributos. |
| _____ | _____ | 5. En una carta de control $\bar{X} - R$, siempre se puede estar seguro que si se ve que el proceso esta fuera de control en la \bar{X} , seguramente aparecerá fuera de control la carta R. |
| _____ | _____ | 6. La liga entre los limites de control en una carta de control de $\bar{X} - R$ son los limites de especificación del producto. |
| _____ | _____ | 7. El termino $\bar{\bar{X}}$ se refiere a un promedio de una serie de promedios. |
| _____ | _____ | 8. Cuando vemos una serie de siete puntos de datos, consecutivos graficados arriba de la línea central, lo tomamos en consideración solo si uno o más de los puntos cae fuera de las líneas del limite de control. |
| _____ | _____ | 9. El limite de control inferior en una carta R a menudo tiene valor cero. |
| _____ | _____ | 10. La carta de control El termino $\bar{X} - R$ no tiene particular relación con un histograma. |

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES – PROBLEMA

PROBLEMA.

Usted trabaja en un área donde son manufacturadas con alta precisión los bloques terminales para un paquete electrónico de un satélite de comunicaciones. Recientemente, el grupo a enfocado su atención en la sospecha de que las bandas anchas de los bloques terminales se están saliendo de control.

El supervisor sugiere que su grupo de análisis analice la corrida durante el periodo entre marzo 7 y abril 3. Una muestra aleatoria de 5 bloques terminales es formada por cada serie producida durante ese periodo de tiempo.

Material o nombre de la parte _____							Parte No. _____		
Característica medida _____							Planta _____ Depto. _____		
Unidad de medición _____							Registrado por _____		
Series No	Fecha	Mediciones de cada uno de los 5 partidas en series					promedio de partidas	rango de partidas	registro de inspección
		A	B	C	D	E			
1	7/3	77	80	78	72	78		Operadores checan medidas y estas han sido hechas en la parte caliente. Tienen instrucciones de esperar hasta que la parte se enfríe antes de checar las medidas, y centrar el proceso a 0.8775 pulgadas	
2		76	79	73	74	73			
3		76	77	72	76	74			
4	8/3	74	78	75	77	77			
5		80	73	75	76	74			
6		78	81	79	76	76			
7	9/3	75	77	75	76	77			
8		79	78	75	77	76			
9		76	75	74	75	75			
10	10/3	71	73	71	70	73			
11		72	73	75	74	75			
12		75	73	76	73	73			
13	2/4	75	76	78	79	77			
14		77	77	78	77	76			
15	3/4	77	76	77	77	77			
16		77	77	77	79	79			
17									
18									
19									
20									

Figura 5.18 hoja de registro de la carta $\bar{X} - R$.

Con la información obtenida de las mediciones de los anchos de banda, usted debe:

1. Reunir los datos (ver figura 5.18)
2. Calcular los valores de \bar{X} de cada serie
3. Calcular el rango de cada serie
4. Hacer una carta $\bar{X} - R$
5. Calcular la línea central para cada una de las dos líneas graficadas.
6. Calcular los límites de control de \bar{X} .
7. Calcular los límites de control de r.
8. Analizar los resultados.

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES – CUESTIONARIO

Marque si son falsas o verdaderas las siguientes oraciones:

- | <u>Cierto</u> | <u>Falso</u> | |
|---------------|---------------|--|
| <u> </u> | <u> X </u> | 1. Las cartas de control $\bar{X}-R$ son empleadas donde el numero de defectos por muestra esta siendo analizado. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 2. El limite de control inferior prácticamente nunca aparece en una carta de control de \bar{X} . |
| <u> X </u> | <u> </u> | 3. Una desventaja de la carta de control $\bar{X}-R$ es aquella donde hay tantas variables que podrían ser medidas en una línea de producción, y que tomaría mucho tiempo analizar todas las variables que se desea medir. |
| <u> X </u> | <u> </u> | 4. En una carta de control $\bar{X}-R$ importa más los datos por variables, que los datos por atributos. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 5. En una carta de control $\bar{X}-R$, siempre se puede estar seguro que si se ve que el proceso esta fuera de control en la \bar{X} , seguramente aparecerá fuera de control la carta R. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 6. La liga entre los limites de control en una carta de control de $\bar{X}-R$ son los limites de especificación del producto. |
| <u> X </u> | <u> </u> | 7. El termino $\bar{\bar{X}}$ se refiere a un promedio de una serie de promedios. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 8. Cuando vemos una serie de siete puntos de datos, consecutivos graficados arriba de la línea central, lo tomamos en consideración solo si uno o más de los puntos cae fuera de las líneas del limite de control. |
| <u> X </u> | <u> </u> | 9. El limite de control inferior en una carta R a menudo tiene valor cero. |
| <u> </u> | <u> X </u> | 10. La carta de control El termino $\bar{X}-R$ no tiene particular relación con un histograma. |

CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES - PROBLEMA

- Paso 1 Reunir los datos necesarios
- Paso 2 Calcular el valor de \bar{X} para cada serie de números y anotarlo en la tabla de datos. Por ejemplo, la serie No.1 incluye las mediciones 70, 80, 78, 72, 78. Que sumándolos dan un valor de 385. Dividido entre 5 (numero de productos) y se obtiene el valor de 77 para \bar{X} . Continuar este proceso para los 16 renglones.
- Paso 3 Calcular el rango para cada uno de los valores de los 16 renglones listados
- Paso 4 Graficar los valores de \bar{X} como puntos de datos, ubicada en la parte superior de la carta y entonces graficar los puntos de datos referentes a los valores de R, en la parte inferior de la carta.
Añadir a carta n=5
- Paso 5 Calcular el valor de la línea central para cada una de las dos gráficas

- a) Primero encontrar el valor de $\bar{\bar{X}}$. Simplemente sumar todos los valores \bar{X} (individuales) y dividir entre 16 (el numero de mediciones que fueron realizadas)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{16}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1212.8}{16} = 75.8$$

- b) Entonces encontrar R.

$$R = \frac{\sum R}{16}$$

$$R = \frac{61}{16} = 3.8$$

Ahora situar la línea central correspondiente en cada carta.

Paso 6

Calcular los límites de control \bar{X} . Primero consultar la tabla 5-12 : Encontrar los valores de cada factor A_2 para subgrupo de tamaño 5. Notemos que $A_2 = 0.58$

$$\begin{aligned}
 UCL_{\bar{X}} &= \bar{X} + A_2 R \\
 UCL_{\bar{X}} &= 75.8 + (0.58)(3.8) \\
 UCL_{\bar{X}} &= 78.0 \\
 LCL_{\bar{X}} &= \bar{X} - A_2 R \\
 LCL_{\bar{X}} &= 75.8 - 2.2 \\
 LCL_{\bar{X}} &= 73.6
 \end{aligned}$$

Ahora ubicar las líneas UCL y LCL para la carta \bar{X} . (ver figura 5-20)

Paso 7

Calcular los límites de control R. Consultar nuevamente la tabla A para los factores D_3 y D_4 para subgrupo de tamaño 5. Observamos que $D_3 = 0$ y $D_4 = 2.11$.

$$\begin{aligned}
 UCL_R &= D_4 R \\
 UCL_R &= (2.11)(3.8) \\
 UCL_R &= 8 \\
 LCL_R &= D_3 R \\
 LCL_R &= (0)(3.8) \\
 LCL_R &= 0
 \end{aligned}$$

Dibujar la línea UCL para la carta R (ver figura 5-20).

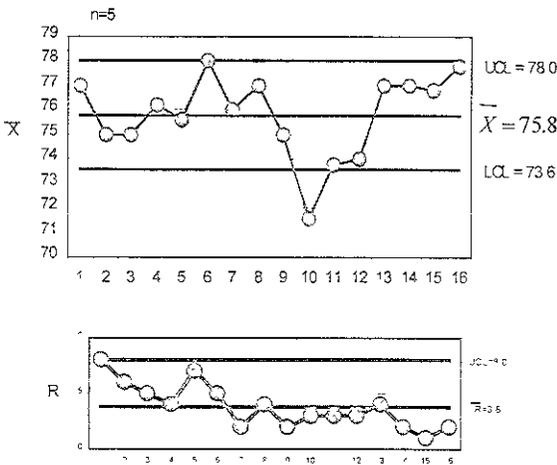


Figura 5.20 gráfica $\bar{X} - R$

Paso 8 Análisis: Notar que un punto de \bar{X} sobrepasa la línea LCL y otro sólo toca la línea LCL. Dos puntos de \bar{X} están tocando UCL. También notar que existe una prolongación definida de la línea de valores de R

Conclusión: Este proceso necesita atención.

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

A. OBJETIVOS en esta sección :

1. Explicar las cartas de control por atributos
2. Explicar las ventajas y desventajas de las cartas de control por atributos
3. Ser capaz de construir una carta de control pn
4. Entender como interpretar las cartas de control pn
5. Proporcionar un ejemplo de prácticas de preparación de una carta de control pn

B . CONTENIDO de esta sección :

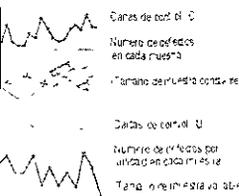
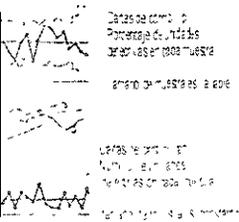
- Presentación narrativa
- Cartas de control por atributos
- Ventajas/desventajas de cartas de control por atributos
- Estado de control estadístico con cartas de control por atributos
- Defectos y unidades defectivas
- Qué es una carta de control pn
- Cómo están hechas las cartas de control pn
- Qué es una carta de control p
- Cómo están construidas las cartas de control p
- Cartas corridas
- Cómo se inician las cartas de control
- Evaluación

CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

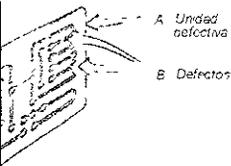
DEL ESTADÍSTICO DE PROCESO

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

TIPOS DE CARTAS DE CONTROL	
Se registran partes defectuosas (o cual)	Se registran partes buenas
Se registran defectos en cada parte	Se registran mediciones de datos que son variables
Tamaño de muestra variable	Tamaño de muestra constante



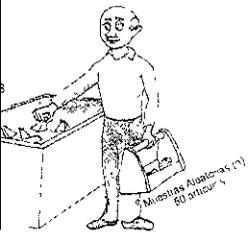
DICCIONARIO DE TERMINOS



Como construir Cartas de control pn

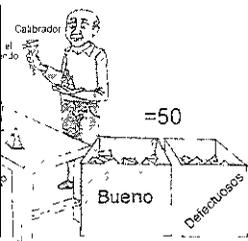
1. Esta presentación ha sido preparada con el propósito de presentar cartas de control adaptables para ciertas situaciones.
2. Las cartas de control por atributos pueden ser utilizados en muchas situaciones; cuando no es posible usar una carta de control por atributos; son menos caras de usar, y son prácticas donde existen muchos procesos para monitorear.
3. Las cartas de control donde se registran las partes defectivas de unidades, y cartas de control donde se registran el número de defectos son cartas de control por atributos. Las cartas de control donde se registran mediciones son cartas de control por variables. Las cartas de control por variables fueron estudiadas en la sección anterior.
4. Las cartas de control por atributos, donde se encuentran las unidades defectivas están divididas en cartas p y pn, la diferencia entre las dos es que las cartas p son graficadas en porcentaje de unidades defectivas y son usadas cuando el tamaño de muestra varía. Mientras que una carta pn es usada donde el tamaño de muestra es constante y se gráfica como número de unidades defectivas.
5. Las cartas de control por atributos, donde los defectos cuentan; pueden ser divididos en 2 tipos: las cartas C y las cartas U. CARTAS C.- grafican el número de defectos por muestra. Con un tamaño de muestra constante, mientras que las cartas U grafican el número de defectos por unidad con un tamaño de muestra variable.
6. Hay una diferencia entre una unidad defectiva y defectos. Una carta de control pn maneja lo primero; esto es el número de unidades defectivas. Por ejemplo, la tablita del circuito dibujada aquí cuenta como una unidad defectiva. Aún si esta unidad contiene cientos de defectos, siempre contará como una unidad defectiva. Ambas cartas de control C y U manejan número de defectos.
7. Usaremos cartas de control pn para nuestro ejemplo. Al construir otras cartas de control por atributos, solo diferimos en las fórmulas de los límites de control que son usadas.

1. Colectando los datos

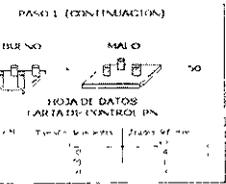


8. Paso 1- Como siempre, el primer paso es recolectar datos. De este contenedor cargado con artículos (lo llamaremos lote #3), tomar una muestra de los artículos. Recordar que se debe de tomar una muestra aleatoria; esto es, cada artículo en el lote debe tener igual oportunidad de ser seleccionada.

Colectando los Datos (continuación)

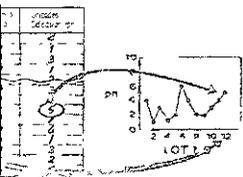


9. Medir los artículos de la muestra. Colocar las buenas en un contenedor y las defectivas en otro. Asegurar que los instrumentos de medición, equipo y técnicas están en perfectas condiciones, así los datos reales se estarán obteniendo.



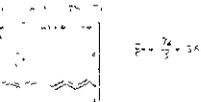
10. Preparar una hoja de datos para una carta de control pn. En estas cartas de control pn el tamaño de la muestra de cada lote debe de ser la misma. Meter el número de defectos encontrados en esta muestra y en las otras muestras tomadas de esta manera.

ELABORACION DE UNA CARTA DE CONTROL Pn

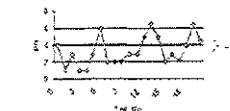


11. Paso 2. Graficar la carta de control pn como se muestra aquí.

CALCULO DE LA LINEA CENTRAL Pn

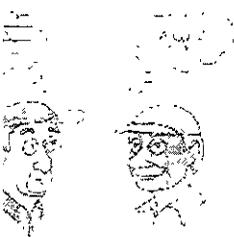


12. Paso 3. Calcular la línea central, \bar{Pn} . Encontrar la "media" o "promedio" de todas las unidades efectivas en todos los lotes. En este ejemplo, el número total de unidades defectivas es 72. Divida 72 por el número de lotes que es de 20, determinar la media, o sea 3.6 unidades defectivas.

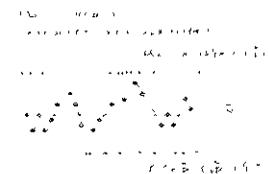


13. Paso 4 Determinar los límites de control pn. El intento de esta caricatura es puntualizar que los límites de control no son impuestos arbitrariamente, pero raro es el producto que esta basado en fórmulas estadísticas. La salida del proceso determina sus límites de control.

Determinar los límites de control "pn"



14. Estas son las fórmulas para límites de control pn. Pueden parecer complicadas pero con algunas tablas se vuelve muy simple. Justamente como con las cartas de control por variables, las líneas de control del límite superior y del inferior serán ± 3 sigmas a partir de la línea central.



15. Las tablas del fondo son una extracción de un conjunto más completo de tablas que se pueden elaborar con facilidad. Usando nuestro valor \bar{pn} de 3.6, podemos determinar el valor para $3\sqrt{\bar{pn}}$ usando la tabla A. La flecha muestra que 5.69 es el valor que necesitamos. Encontrar el valor para $\sqrt{1-\bar{p}}$, primero necesitamos calcular \bar{p} (3.6) entre $n(50)$. Esto da una \bar{p} de .072. Entrando en la tabla B, como el valor más cercano a la \bar{p} es el de .070, encontramos .96 como nuestro valor por $\sqrt{1-\bar{p}}$ para finalizar los cálculos de las líneas UCL y LCL.

PASO 4 (Continuación)

<p>Tabla A: $3\sqrt{\bar{pn}}$</p> <table border="1"> <tr><td>3.0</td><td>3.00</td></tr> <tr><td>3.1</td><td>3.06</td></tr> <tr><td>3.2</td><td>3.12</td></tr> <tr><td>3.3</td><td>3.18</td></tr> <tr><td>3.4</td><td>3.24</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>3.30</td></tr> <tr><td>3.6</td><td>3.36</td></tr> <tr><td>3.7</td><td>3.42</td></tr> <tr><td>3.8</td><td>3.48</td></tr> <tr><td>3.9</td><td>3.54</td></tr> <tr><td>4.0</td><td>3.60</td></tr> </table>	3.0	3.00	3.1	3.06	3.2	3.12	3.3	3.18	3.4	3.24	3.5	3.30	3.6	3.36	3.7	3.42	3.8	3.48	3.9	3.54	4.0	3.60	<p>Tabla B: $\sqrt{1-\bar{p}}$</p> <table border="1"> <tr><td>0.05</td><td>0.987</td></tr> <tr><td>0.06</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>0.07</td><td>0.983</td></tr> <tr><td>0.08</td><td>0.981</td></tr> <tr><td>0.09</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>0.10</td><td>0.977</td></tr> <tr><td>0.11</td><td>0.975</td></tr> <tr><td>0.12</td><td>0.973</td></tr> <tr><td>0.13</td><td>0.971</td></tr> <tr><td>0.14</td><td>0.969</td></tr> <tr><td>0.15</td><td>0.967</td></tr> </table>	0.05	0.987	0.06	0.985	0.07	0.983	0.08	0.981	0.09	0.979	0.10	0.977	0.11	0.975	0.12	0.973	0.13	0.971	0.14	0.969	0.15	0.967
3.0	3.00																																												
3.1	3.06																																												
3.2	3.12																																												
3.3	3.18																																												
3.4	3.24																																												
3.5	3.30																																												
3.6	3.36																																												
3.7	3.42																																												
3.8	3.48																																												
3.9	3.54																																												
4.0	3.60																																												
0.05	0.987																																												
0.06	0.985																																												
0.07	0.983																																												
0.08	0.981																																												
0.09	0.979																																												
0.10	0.977																																												
0.11	0.975																																												
0.12	0.973																																												
0.13	0.971																																												
0.14	0.969																																												
0.15	0.967																																												

16. Aquí las fórmulas se repiten con los números apropiados insertados para cada parte de la fórmula. Después de algunos cálculos, encontramos que los cálculos del límite de control superior debe ser 9.06 unidades defectivas y el límite de control inferior es -1.86. Esto se registra como cero porque no es necesario decir que no se puede tener menos que cero defectos.

PASO 4 (Continuación)

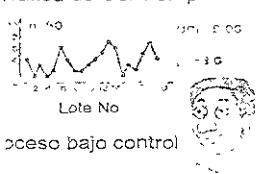
$$UCL = \bar{pn} + 3\sqrt{\bar{pn}} = 3.6 + 3(3.36) = 13.68$$

$$LCL = \bar{pn} - 3\sqrt{\bar{pn}} = 3.6 - 3(3.36) = -6.06$$

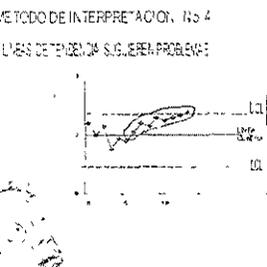
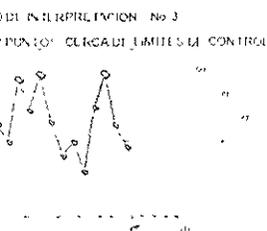
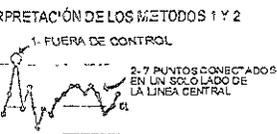
$$LCL = 0$$

17. Esta es la carta pn completada. El tamaño de la muestra, $n = 50$, ha sido añadida. Notaremos que todos los puntos están entre los límites superior e inferior; el proceso esta bajo control.

Gráfica de Control "pn"



interpretar las cartas de control pn



18. La interpretación de las cartas de control pn es similar a la interpretación de las cartas X-R. Todas están basadas en las mismas leyes de la probabilidad.

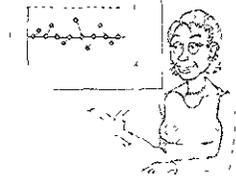
19. Como con la cartas de control X-R en la sección previa, un punto graficado fuera de control es una razón para investigar la causa. Pero no significa que un problema mayor exista. La flecha #2 señala los cuatro puntos conectados en un lado de la línea central. Aún así todos los puntos están dentro del límite de control, es improbable estadísticamente hablando que 7 muestras consecutivas salgan todas de un lado de la línea promedio. Una investigación debe de ser efectuada.

20. Esta carta de control muestra muchos puntos en las dos porciones de afuera de la carta : 3 en el superior y 1 en el inferior. Del estudio de la distribución de frecuencia aprendimos que solo el 5% de los puntos deben estar bajo 2 sigma a partir de la línea central. Por lo tanto, esta carta de control muestra un proceso con causas "Especiales" de variación. Esto merece investigarse.

21. Una línea ascendente indica una tendencia en el proceso. Esto es que continuará así hasta que se salga fuera de control. Esto es una alerta ; es tiempo de tomar una acción e investigar tan pronto como sea posible.

22. Esto es raro en una carta de control pn, tener un valor positivo para un límite de control inferior. Dadas estas condiciones si un punto penetra en el límite de control inferior es una indicación de alguna causa "especial". Que se podría duplicar porque cero defectos es lo que se busca. Investigar esta situación para determinar como repetiría.

Método de interpretación N° 6



23. Esta carta no muestra problemas. Todos los puntos graficados caen alrededor de la línea central, ninguno esta fuera de control. No hay series de 7 puntos en el mismo lado de la línea central, ninguno esta cerca de los límites de control, y no hay líneas de tendencia obvias. Con cartas pn, por supuesto, es importante tener en cuenta que la meta del control de proceso estadístico es no tener defectos. Aunque el proceso esta bajo control, mejorar el sistema debe ser siempre el objetivo.

Aplicaciones prácticas de las cartas de control
pn

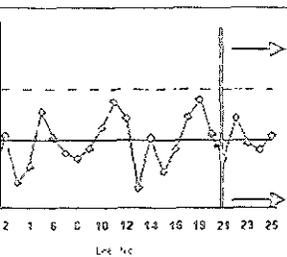
24. Miremos una aplicación de las cartas de control pn.

CARTA DE CONTROL pn
Situaciones

- 1) Hay muchos procesos o productos que monitorizar
- 2) Salida en unidades
- 3) Tamaño de lote consistente
- 4) Varios tipos de defectos

25. Las cartas de control pn se usan cuando existen estas condiciones.

- 1) No hay datos de variables; o no es posible conseguirlos
- 2) Hay muchos procesos o productos que monitorear
- 3) La salida del proceso es en unidades
- 4) La producción esta consistentemente agrupada
- 5) Más de un tipo de defectos ocurre.



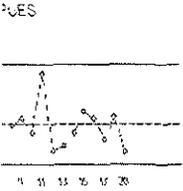
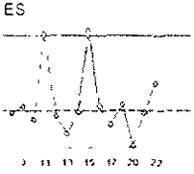
26. Una vez que hay suficientes puntos que graficar se establecen las líneas límite, usándolas para que en el futuro se monitoreen las salidas. Todo el propósito de las cartas de control es dar esta capacidad de monitoreo.

CAUSA EFECTO

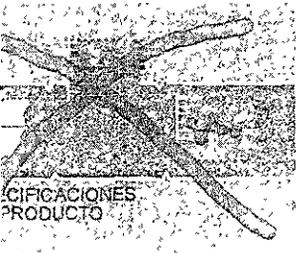
27. Las cartas de control no solucionan problemas, solo actúan señalándolos, herramientas estándar para resolver problemas tales como los diagramas Causa-Efecto serán necesarias para resolver problemas.

28. Una vez que la causa o causas de un problema han sido identificadas y corregidas, comparar la condición "después" con la condición "antes". En este caso el nivel promedio de unidades defectivas decrece marcadamente de 3.6 a 2.5, esto se refiere al establecimiento de nuevos límites de control más rígidos.

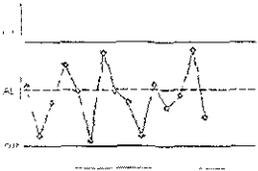
ANTES Y DESPUES
ACCION CORRECTIVA



29. Las líneas de los límites de control en cartas de control por atributos no tienen relación con los límites de especificación, porque una carta de control por atributo por definición no esta midiendo una variable. Sin embargo las especificaciones determinaran el "pasa" , "no pasa", decisión que toma a una unidad como defectiva, y estas especificaciones pueden no siempre estar correctas.



30. Las cartas de control por atributos pueden ser usadas sobre un amplio rango de circunstancias. Siempre que los datos puedan ser contados hay un potencial para la aplicación de una carta de control por atributos.



CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

El propósito de las cartas de control por atributos es el mismo que el de las cartas de control por variables ; esto es, alcanzar el estado de control sobre un proceso o producto y después mantener ese estado. Las cartas de control por atributos se diferencian de las cartas de control por variables en que la información graficada y registrada en las cartas de control por atributos es "pasa", "no pasa". Elías no miden el grado en que un atributo varía a partir de lo requerido. Las cartas de control por atributos son usadas en situaciones donde las mediciones son difíciles o imposibles ; por ejemplo contar los defectos causados por raspaduras, abolladuras, sombras de color, terminación del pulido o cualquier otra característica. Hay una gran variedad de tipos de cartas de control por atributos, cada una hecha para una necesidad particular.

Cuando el producto involucrado es unitario es decir se pueden contar partidas, y el interés esta en determinar la cantidad de unidades defectuosas que han sido producidas, una carta de control "p" o "pn" es la forma apropiada para usar. Si una muestra de igual tamaño no puede ser obtenida, la carta de control p será la carta apropiada a usar. Una carta "p" muestra el porcentaje de unidades defectuosas por muestra.

Sin embargo como una muestra más veraz de la población total, es obtenida sin un tamaño de muestra permanente constante, es preferible usar cartas de control "pn" (Número de unidades defectuosas/muestra).

Cuando se desea determinar el Número de defectos que se ha producido, una carta "C" o "U" puede ser valiosa. En orden de graficar una carta de control "C" (Número de defectos, muestra) se deben de poder obtener muestras iguales. El uso de la carta de control "C" es conveniente cuando no hay unidades naturales como en longitudes continuas de material, por ejemplo, una carta de control "C" ayudará a controlar la calidad de una pieza de cedazo ayudando a determinar el número de paños por muestra de una medida dada.

El uso típico de una carta de control "U" (defectos/ unidad) es para ensambles complejos así como para tener una variedad de tipos de defectos y múltiples de estos. Con una carta de control "U", el tamaño de la muestra debe mantenerse constante ó puede permitirse que varíe. Como mostraremos después para las cartas de control "p", siempre que el tamaño de la muestra varíe, los límites de control deben de ser calculados para cada tamaño de la muestra.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS.

Las cartas de control por atributos, como un todo, no nos proporciona el conocimiento detallado acerca de una partida proceso que las cartas de control por variables. Sin embargo es mucho más fácil, y además menos costoso, recolectar datos por atributos donde hay una amplia variedad de procesos ó productos para analizar, y es más viable analizarlos usando cartas de control por atributos.

Entonces cuando un proceso parece como si se estuviera saliendo de control, las cartas de control por variables deben de ser aplicadas para obtener un control más específico. Otra ventaja de las cartas de control por atributos es su capacidad para ser usadas cuando no es posible hacer mediciones (raspaduras, abolladuras, etc.)

ESTADO DEL CONTROL ESTADÍSTICO CON CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

El propósito de las cartas de control por atributos es el mismo que el de las cartas de control por variables, están hechas cuando hacemos uso de las cartas de control atributos, un estado de control estadístico no necesariamente significa que todo está bien y que no se deben de hacer mejoras o buscarlas.

La razón de esto es que las cartas de control por atributos típicamente registran un número de defectos o defectivos. Sin embargo como el control de proceso estadístico es una búsqueda sin fin para un mejoramiento de la calidad, es inconsistente decir que hay un nivel de calidad aceptable (AQL) diferente del de cero defectos. Un proceso que está en control estadístico y medido por las cartas de control por atributo significa que el proceso no tiene causa-especial de variación y cualquier mejora solicitada necesariamente debe provenir de una actuación sobre el sistema.

DEFECTOS Y UNIDADES DEFECTIVAS

Antes de proceder con una explicación detallada de cartas de control por atributos necesitamos entender, la diferencia entre defectos y unidades defectuosas

Un defecto es una variación individual, que altera los requerimientos mientras que una unidad defectiva en una unidad que contiene uno o más defectos. Las cartas de control por atributos no miden el grado de variación de un defecto, pero pueden ser usadas para medir el número de variaciones a partir de lo requerido.

Sin embargo es necesario entender que es importante decidir cual clase de cartas de control por atributos será usada.

¿QUE ES UNA CARTA DE CONTROL PN ?

Hemos aprendido que una carta de control "pn" (o np) es útil señalando cuando las partes o unidades son defectivas. Es importante recordar que una carta de control pn refleja solo donde o donde no, las partes o unidades no aceptables tienen que ser rechazadas. No se usan registrar cuántos defectos se están dando por unidad. Una carta de control pn, entonces es una película, proyectando los resultados de un proceso con guías (líneas de las cartas de control) y detecta donde estos resultados están bajo control estadístico.

¿COMO ESTAN HECHAS LAS CARTAS DE CONTROL ?

Hay 4 pasos para crear cartas de control pn. Vamos a irnos paso a paso con un ejemplo, en orden de ayudar a entender este proceso. Hay que estar seguros de entender y estar de acuerdo con las figuras establecidas en cada paso antes de ir al siguiente y trabajar las fórmulas para ver si concuerdan con las mismas figuras.

Paso 1 **RECOLECTAR LOS DATOS.** Tome una muestra aleatoria de partes o unidades de cada lote (En una muestra aleatoria cada parte en el lote debe tener la misma oportunidad para ser seleccionada). Las partes (unidades) de la muestra que se toma para examinarse, deben de ser del mismo número para cada lote. En nuestro ejemplo, serán 100 unidades por cada 20 lotes.

Mida la muestra (todas las 100 unidades de los 20 lotes) y prepare una hoja de datos para una carta de control pn como sigue :

Nº de Lote	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectivas (pn)	Nº de Lote	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectivas (pn)
1	100	4	11	100	4
2	100	1	12	100	1
3	100	3	13	100	7
4	100	5	14	100	6
5	100	2	15	100	4
6	100	6	16	100	3
7	100	4	17	100	2
8	100	2	18	100	5
9	100	2	19	100	7
10	100	3	20	100	4
				Total	75

Figura 6.1 Hoja de datos de una carta de control pn

Paso 2 **Grafique los datos en la hoja de control pn.** Un ejemplo es el lote número 6 con los datos de la hoja de arriba, con 6 unidades defectivas. La flecha muestra como está graficado en las cartas de control pn.

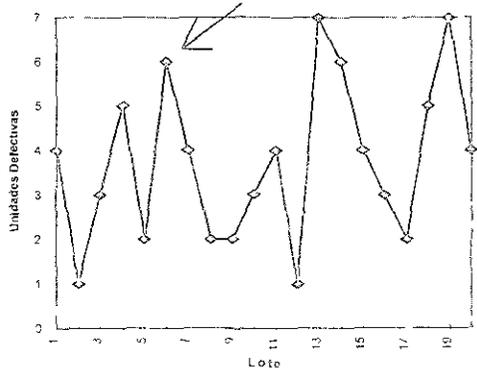


Figura 6.2 Carta de control pn

Paso 3 Calcular la línea central ($\bar{p} n$). Encontrando el promedio (media) de todas las unidades defectivas de todos los lotes. En este caso, el número total de unidades defectivas de todos los lotes es de 75. Entonces dividimos este número total (75) entre el número de lotes (20) y el promedio es de 3.75 unidades defectivas por lote, 3.75, es el nivel al cual se dibuja la línea central (CL)

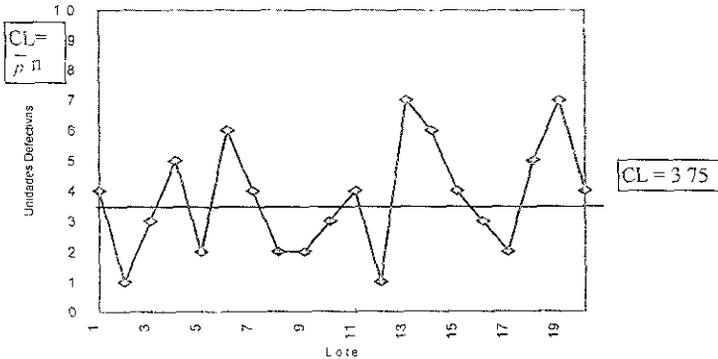


Figura 6.3 Cartas de control pn con la línea central

Paso 4 Establecer los límites de control. El lugar de las líneas de los límites de control está determinado como sigue :

PRIMERO, vamos a calcular la línea de límite de control superior (UCL) de nuestro ejemplo usando la siguiente fórmula.

$$UCL = \bar{p}n + (3\sqrt{\bar{p}n})(\sqrt{1-\bar{p}})$$

El cálculo es muy fácil cuando se usa la tabla A. Tenemos determinado ya, que la figura $\bar{p}n$ era 3.75 ; se mueve a través y hacia abajo de la columna $3\sqrt{\bar{p}n}$, y encontraremos nuestro número perdido 5.81.

Ahora, revisemos la fórmula y veremos que encontramos :

$$UCL = \bar{p}n + (3\sqrt{\bar{p}n})(\sqrt{1-\bar{p}})$$

$$UCL = 3.75 + (5.81)()$$

TABLA A

A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1 01	3 015	1 51	3 686	2 01	4 253	2 51	4 773	3 01	5 205	3 51	5 62	4 01	6 01	4 51	6 37		
1 02	3 03	1 52	3 699	2 02	4 264	2 52	4 776	3 02	5 213	3 52	5 628	4 02	6 01	4 52	6 38		
1 03	3 045	1 53	3 711	2 03	4 274	2 53	4 777	3 03	5 222	3 53	5 636	4 03	6 02	4 53	6 39		
1 04	3 059	1 54	3 723	2 04	4 285	2 54	4 778	3 04	5 231	3 54	5 644	4 04	6 03	4 54	6 39		
1 05	3 074	1 55	3 735	2 05	4 295	2 55	4 779	3 05	5 239	3 55	5 652	4 05	6 04	4 55	6 4		
1 06	3 089	1 56	3 747	2 06	4 306	2 56	4 78	3 06	5 248	3 56	5 66	4 06	6 04	4 56	6 41		
1 07	3 103	1 57	3 759	2 07	4 316	2 57	4 81	3 07	5 256	3 57	5 668	4 07	6 05	4 57	6 41		
1 08	3 118	1 58	3 771	2 08	4 327	2 58	4 82	3 08	5 265	3 58	5 676	4 08	6 06	4 58	6 42		
1 09	3 132	1 59	3 783	2 09	4 337	2 59	4 83	3 09	5 274	3 59	5 684	4 09	6 07	4 59	6 43		
1 1	3 146	1 6	3 795	2 1	4 347	2 6	4 84	3 1	5 282	3 6	5 692	4 1	6 07	4 6	6 43		
1 11	3 161	1 61	3 807	2 11	4 358	2 61	4 85	3 11	5 291	3 61	5 7	4 11	6 08	4 61	6 44		
1 12	3 175	1 62	3 818	2 12	4 368	2 62	4 86	3 12	5 299	3 62	5 703	4 12	6 09	4 62	6 45		
1 13	3 189	1 63	3 83	2 13	4 378	2 63	4 87	3 13	5 308	3 63	5 716	4 13	6 1	4 63	6 46		
1 14	3 203	1 64	3 842	2 14	4 389	2 64	4 87	3 14	5 316	3 64	5 724	4 14	6 1	4 64	6 46		
1 15	3 217	1 65	3 854	2 15	4 399	2 65	4 88	3 15	5 324	3 65	5 731	4 15	6 11	4 65	6 47		
1 16	3 231	1 66	3 865	2 16	4 409	2 66	4 89	3 16	5 333	3 66	5 739	4 16	6 12	4 66	6 48		
1 17	3 245	1 67	3 877	2 17	4 419	2 67	4 9	3 17	5 341	3 67	5 747	4 17	6 13	4 67	6 48		
1 18	3 259	1 68	3 888	2 18	4 429	2 68	4 91	3 18	5 35	3 68	5 755	4 18	6 13	4 68	6 49		
1 19	3 273	1 69	3 9	2 19	4 44	2 69	4 92	3 19	5 358	3 69	5 763	4 19	6 14	4 69	6 5		
1 2	3 286	1 7	3 912	2 2	4 45	2 7	4 93	3 2	5 367	3 7	5 771	4 2	6 15	4 7	6 5		
1 21	3 3	1 71	3 923	2 21	4 46	2 71	4 94	3 21	5 375	3 71	5 778	4 21	6 16	4 71	6 51		
1 22	3 314	1 72	3 934	2 22	4 47	2 72	4 95	3 22	5 383	3 72	5 786	4 22	6 16	4 72	6 52		
1 23	3 327	1 73	3 946	2 23	4 48	2 73	4 96	3 23	5 392	3 73	5 794	4 23	6 17	4 73	6 52		
1 24	3 341	1 74	3 957	2 24	4 49	2 74	4 97	3 24	5 4	3 74	5 802	4 24	6 18	4 74	6 53		
1 25	3 354	1 75	3 969	2 25	4 5	2 75	4 97	3 25	5 408	3 75	5 809	4 25	6 18	4 75	6 54		
1 26	3 367	1 76	3 98	2 26	4 51	2 76	4 98	3 26	5 417	3 76	5 817	4 26	6 19	4 76	6 55		
1 27	3 381	1 77	3 991	2 27	4 52	2 77	4 99	3 27	5 425	3 77	5 825	4 27	6 2	4 77	6 55		
1 28	3 394	1 78	4 002	2 28	4 53	2 78	5	3 28	5 433	3 78	5 833	4 28	6 21	4 78	6 56		
1 29	3 407	1 79	4 014	2 29	4 54	2 79	5 01	3 29	5 442	3 79	5 84	4 29	6 21	4 79	6 57		
1 3	3 421	1 8	4 025	2 3	4 55	2 8	5 02	3 3	5 45	3 8	5 848	4 3	6 22	4 8	6 57		
1 31	3 434	1 81	4 036	2 31	4 56	2 81	5 03	3 31	5 458	3 81	5 856	4 31	6 23	4 81	6 58		
1 32	3 447	1 82	4 047	2 32	4 569	2 82	5 04	3 32	5 466	3 82	5 863	4 32	6 24	4 82	6 59		
1 33	3 46	1 83	4 058	2 33	4 579	2 83	5 05	3 33	5 474	3 83	5 871	4 33	6 24	4 83	6 59		
1 34	3 473	1 84	4 069	2 34	4 589	2 84	5 06	3 34	5 483	3 84	5 879	4 34	6 25	4 84	6 6		
1 35	3 486	1 85	4 08	2 35	4 599	2 85	5 06	3 35	5 491	3 85	5 886	4 35	6 28	4 85	6 61		
1 36	3 499	1 86	4 091	2 36	4 609	2 86	5 07	3 36	5 499	3 86	5 894	4 36	6 26	4 86	6 61		
1 37	3 511	1 87	4 102	2 37	4 618	2 87	5 08	3 37	5 507	3 87	5 902	4 37	6 27	4 87	6 62		
1 38	3 524	1 88	4 113	2 38	4 628	2 88	5 09	3 38	5 515	3 88	5 909	4 38	6 28	4 88	6 63		
1 39	3 537	1 89	4 124	2 39	4 638	2 89	5 1	3 39	5 524	3 89	5 917	4 39	6 29	4 89	6 63		
1 4	3 55	1 9	4 135	2 4	4 648	2 9	5 11	3 4	5 532	3 9	5 925	4 4	6 29	4 9	6 64		
1 41	3 562	1 91	4 146	2 41	4 657	2 91	5 12	3 41	5 54	3 91	5 932	4 41	6 3	4 91	6 65		
1 42	3 575	1 92	4 157	2 42	4 667	2 92	5 13	3 42	5 548	3 92	5 94	4 42	6 31	4 92	6 65		
1 43	3 587	1 93	4 168	2 43	4 677	2 93	5 14	3 43	5 556	3 93	5 947	4 43	6 31	4 93	6 66		
1 44	3 6	1 94	4 179	2 44	4 686	2 94	5 14	3 44	5 564	3 94	5 955	4 44	6 32	4 94	6 67		
1 45	3 612	1 95	4 189	2 45	4 696	2 95	5 15	3 45	5 572	3 95	5 962	4 45	6 33	4 95	6 67		
1 46	3 625	1 96	4 2	2 46	4 705	2 96	5 16	3 46	5 58	3 96	5 97	4 46	6 34	4 96	6 68		
1 47	3 637	1 97	4 211	2 47	4 715	2 97	5 17	3 47	5 588	3 97	5 977	4 47	6 34	4 97	6 69		
1 48	3 65	1 98	4 221	2 48	4 724	2 98	5 18	3 48	5 596	3 98	5 985	4 48	6 35	4 98	6 69		
1 49	3 662	1 99	4 232	2 49	4 734	2 99	5 19	3 49	5 604	3 99	5 992	4 49	6 36	4 99	6 7		
1 5	3 674	2	4 243	2 5	4 743	3	5 2	3 5	5 612	4	6	4 5	5 36	5	6 71		

nota: A = \sqrt{pn} ; B = $3\sqrt{pn}$

Figura. 6.4 valores de \sqrt{pn} y $3\sqrt{pn}$

TABLA B

C	D	C	D
0 005	1 00	0 255	0 86
0 010	0 99	0 260	0 86
0 015	0 99	0 265	0 86
0 020	0 99	0 270	0 85
0 025	0 99	0 275	0 85
0 030	0 98	0 280	0 85
0 035	0 98	0 285	0 85
0 040	0 98	0 290	0 84
0 045	0 98	0 295	0 84
0 050	0 97	0 300	0 84
0 055	0 97	0 305	0 83
0 060	0 97	0 310	0 83
0 065	0 97	0 315	0 83
0 070	0 96	0 320	0 82
0 075	0 96	0 325	0 82
0 080	0 96	0 330	0 82
0 085	0 96	0 335	0 82
0 090	0 95	0 340	0 81
0 095	0 95	0 345	0 81
0 100	0 95	0 350	0 81
0 105	0 95	0 355	0 80
0 110	0 94	0 360	0 80
0 115	0 94	0 365	0 80
0 120	0 94	0 370	0 79
0 125	0 94	0 375	0 79
0 130	0 93	0 380	0 79
0 135	0 93	0 385	0 78
0 140	0 93	0 390	0 78
0 145	0 92	0 395	0 78
0 150	0 92	0 400	0 77
0 155	0 92	0 405	0 77
0 160	0 92	0 410	0 77
0 165	0 91	0 415	0 76
0 170	0 91	0 420	0 76
0 175	0 91	0 425	0 76
0 180	0 91	0 430	0 75
0 185	0 90	0 435	0 75
0 190	0 90	0 440	0 75
0 195	0 90	0 445	0 74
0 200	0 89	0 450	0 74
0 205	0 89	0 455	0 74
0 210	0 89	0 460	0 73
0 215	0 89	0 465	0 73
0 220	0 88	0 470	0 73
0 225	0 88	0 475	0 72
0 230	0 88	0 480	0 72
0 235	0 87	0 485	0 72
0 240	0 87	0 490	0 71
0 245	0 87	0 495	0 71
0 250	0 87	0 500	0 71

nota. $C = p$; $D = \sqrt{1 - p}$

Figura 6.5 valores de $\sqrt{1 - p}$

Primero, pensemos, debemos calcular nuestra figura \bar{p} dividiendo el CL (3.75) por el tamaño de nuestra muestra (100) la cual nos da .0375, nuestra figura p. Observando a la tabla B, se notará que la figura p de .0375 cae entre .035 y .040. Ambas figuras muestran un $(\sqrt{1-\bar{p}})$ de .98, así que ese número usaremos.

Ahora, terminaremos la fórmula ya que tenemos todas las figuras necesarias :

$$UCL = \bar{pn} + (3\sqrt{\bar{pn}})(\sqrt{1-\bar{p}})$$

$$UCL = 3.75 + (5.81)(.98) = 9.44$$

Para terminar el paso 4, debemos calcular la línea del límite de control inferior (LCL). Esto sólo será un problema de complementar matemáticamente la siguiente fórmula

$$LCL = \bar{pn} - (3\sqrt{\bar{pn}})(\sqrt{1-\bar{p}})$$

$$LCL = 3.75 - (5.81)(.98)$$

$$3.75 - (5.81)(.98) = 0$$

No hay que confundirse si nosotros calculamos - 1.94 como la respuesta. Esta correcto, pero nunca si mostrara más de cero en la carta para el LCL. (Solamente en raras ocasiones será más que cero(0) para cartas de control pn)

Si se encuentra que en futuros ejemplos se necesita calcular \bar{pn} o \bar{p} mayores o menores, que los listados en las tablas A y B, podemos hacer nuestros propios cálculos usando el método de la raíz cuadrada ($\sqrt{\quad}$).

Todo esto es necesario para completar nuestra carta de control pn y dibujar la línea UCL. También, recordar el tamaño de muestra, n= 100, a la carta. En este ejemplo, lo colocamos cerca de la esquina derecha superior.

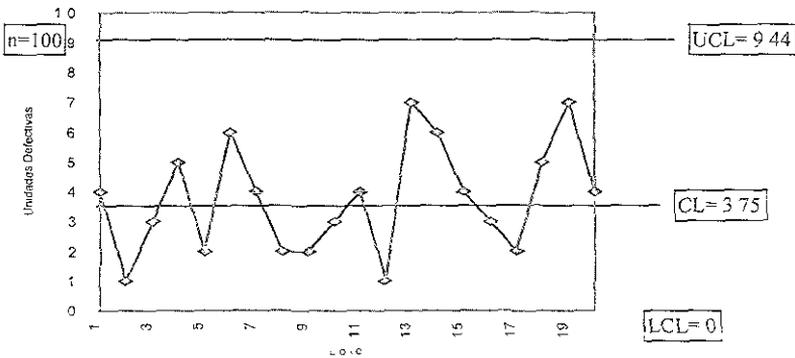


Figura. 6.6 Carta de control pn completada

¿QUE ES UNA CARTA DE CONTROL "p" ?

Como se mencionó anteriormente, las cartas de control "p" son del tipo de cartas de control por atributos donde graficamos el porcentaje de unidades defectivas en una muestra. Ellas nos refieren al proceso de producción de una carta de control donde el tamaño de la muestra no puede ser igual, específicamente una carta de control "p" una gráfica donde se muestran os resultados de un proceso con líneas de límite de control calculadas para cada muestra (graficar u punto).

¿COMO SE CONSTITUYEN LAS GRAFICAS DE CONTROL "p" ?

Construir una gráfica de control "p" es más difícil y se toma más tiempo que al crear una carta de control "pn" porque los cálculos para las líneas de los límites de control superior e inferior deben de ser hechas para cada muestra. Sin embargo como los tamaños de muestra *no pueden ser iguales*, es necesario entender como construir una carta de control "p". Por lo tanto, cuando estudiamos este ejemplo tomado del libro del Doctor Kaoru Ishikawa, Guía para el control de calidad, debemos estar seguros de entender cada paso antes de proceder con el siguiente.

Grupo N°	Tamaño Grupo (n)	Número de defectos (pn)	Proporción defectuosa por 100%. p(%)	UCL (%)	LCL (%)
1	115	15	13.0	18.8	1.8
2	220	18	8.2	16.5	4.1
3	210	23	10.9	16.5	4.0
4	220	22	10.0	16.5	4.1
5	220	18	8.2	16.5	4.1
6	255	15	5.8	16.0	4.6
7	440	44	10.0	14.6	6.0
8	365	47	12.9	15.1	5.5
9	255	13	5.1	16.0	4.6
10	300	33	11.0	15.6	5.0
11	280	42	14.6	15.8	4.8
12	330	46	13.9	15.3	5.3
13	320	38	11.9	16.5	4.1
14	225	29	12.9	16.4	4.2
45	290	26	8.9	15.7	4.9
16	170	17	10.0	17.3	3.3
17	65	5	7.7	21.6	0.0
18	100	7	7.0	19.4	1.2
19	135	14	10.4	18.2	2.4
20	280	36	12.8	15.8	4.8
21	250	25	10.0	16.1	4.5
22	220	24	10.9	16.5	4.1
23	220	20	9.1	16.5	4.1
24	220	15	6.8	16.5	4.1
25	220	18	8.2	16.5	4.1
TOTAL	5,925	610			

figura 6.7 Tabla de tarifas de rechazos para partes de una máquina eléctrica

Paso 1. Recolectar los datos. Después de tomar una muestra aleatoria preparar una hoja de datos (fig 6.7).

Paso 2. Graficar los datos en una gráfica de control "p". Encontrar el valor para cada defecto, dividiendo el número de defectos (pn) por cada tamaño de grupo (n) y graficar esto en porcentajes (fig. 6.8)

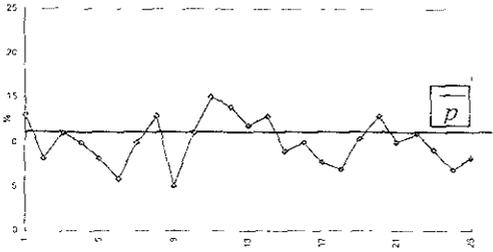


figura 6.8. Gráfica de Control p

(notar que esta carta difiere de una carta de control pn donde graficamos el número de unidades defectivas, no el porcentaje del defecto.)

Paso 3. Calcular la línea central (\bar{p}). Dividiendo la suma de unidades defectivas ($\sum pn$) por el tamaño del grupo ($\sum n$) ($\sum =$ suma del total)

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{610}{5925} = .103 \text{ o } 10.3\%$$

Como se verá tenemos que dibujar la línea central al 10.3% sobre la carta de arriba (fig. 6.8)

Paso 4. Calcular la línea de control superior para cada grupo (muestra) Tomando la siguiente formula

$$UCL = \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Por ejemplo, para el grupo No. 1 Cuando n= 115

$$UCL = .103 + \frac{3}{\sqrt{115}} \sqrt{.103(1-.103)}$$

$$UCL = .103 + \frac{3}{10.72} \sqrt{.103(.897)}$$

$$UCL = .103 + \frac{3}{\sqrt{115}} \sqrt{.103(1-.103)}$$

$$UCL = .103 + \frac{3}{\sqrt{115}} \sqrt{.103(1-.103)}$$

$$UCL = .103 + \frac{3}{\sqrt{115}} \sqrt{.103(1-.103)}$$

$$LCL = .103 - .085 = .018 \text{ ó } 1.8\%$$

Paso 6 Graticar las líneas UCL y LCL para cada grupo

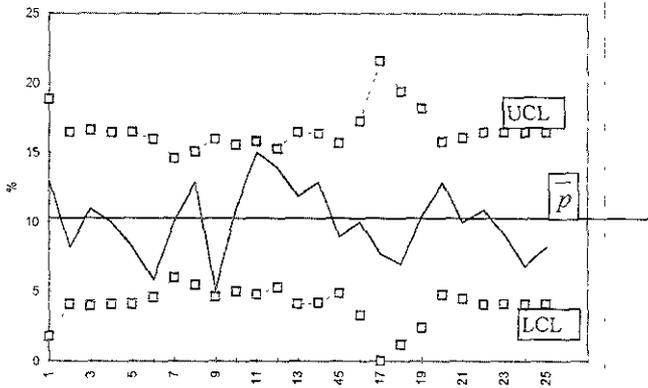


Figura 6.9 Gráfica de Control "p" con líneas UCL y LCL para cada grupo.

Como se puede ver, el cálculo de las cartas de control donde el tamaño de muestra varía es muy laboriosa. Sin embargo, el tiempo que se requiere para crear este tipo de cartas de control puede ser reducido por el uso de tablas, las cuales dan valores para cálculos de raíces cuadradas. En adición siempre que el tamaño de la muestra es controlable en un rango de $\pm 10\%$. No es necesario recalcular las líneas del límite de control porque las diferencias no son estadísticamente significantes

CORRIDA DE CARTAS

Una verificación de una carta de control es una corrida de carta. Corridas de cartas deben de ser graficadas por atributos ó por variables ; corridas, puntos graficados que ocurren consecutivamente en un lado o del otro de la línea central, son un fenómeno que nos da un método simple para detectar donde un proceso está experimentando un cambio en el patrón de salida.

Para entender este concepto de corridas y la probabilidad de su ocurrencia, pensemos en una moneda lanzada para cara o cruz un número de veces en secuencia.

En el promedio, 50% del tiempo, la moneda caerá cara y el 50% del tiempo caerá cruz. La probabilidad de que esta experiencia en una corrida ocurra lo mismo dos veces en una hilera esta calculada como $.50 \times .50$ ó $.25$. La probabilidad de una corrida de 6 caras o cruces en una hilera por lo tanto es $.50 \times .50 \times .50 \times .50 \times .50 \times .50$. Esto se convierte en tener un 1,5% de oportunidad (muy poco probable) de que esto ocurrirá. Las mitades superiores e inferiores de una carta de control pueden ser comparadas como los lados de una moneda. El parecido de 6 gráficos consecutivos en un lado o del otro de la línea central es muy pequeña. Por lo tanto, cuando eso ocurre se puede estar razonablemente seguro de que algo diferente le esta pasando al proceso.

Con este principio, una corrida de carta, debe de ser revisada a la salida para cambios anormales sin tener que hacer el cálculo de las desviaciones estándar y las líneas de los límites de control. Una corrida de carta puede también ser investigada en situaciones donde los datos por variables son difíciles de obtener o solo datos por atributos pueden ser obtenidos.

Para crear una corrida de carta simplemente empezaremos a obtener lo mismo que para cualquier carta de control, graficar 20 puntos, calcular la línea central y dibujarla

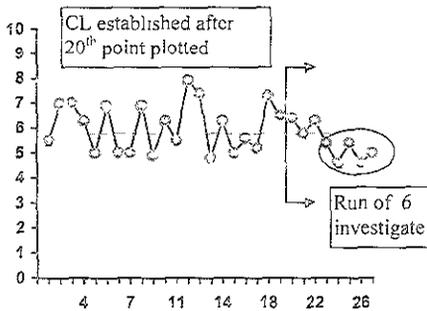


fig. 6.10 Gráfica Corrida

Comenzará a monitorear el proceso para corridas cuando 6 o más puntos de secuencia ocurren en cualquier lado de la línea central. Cuando esta secuencia ocurra, investigar para determinar para determinar la causa del cambio. Si la dirección del cambio representa un deterioro, tratar de corregir el problema en orden de llevar al proceso de regreso para una mejor condición. Si el cambio representa una mejora, adoptar la mejora como un estándar, graficar 20 puntos y calcular una nueva línea central como base para monitorear para futuras corridas.

Hay un número adicional de usos más sofisticados para el concepto de corridas, todos basados en las leyes de la probabilidad. Esto no será cubierto aquí, pero si se desea estudiarlos más adelante, una fuente es Elemental Statistics. Por Robert R. Johnson.

¿COMO SE INICIA UNA CARTA DE CONTROL?

Las decisiones de cuando, donde y como aplicar las cartas de control no es siempre fácil. Como es práctico hacer una carta para toda característica de todo proceso, algunas consideraciones deben darse para seleccionar el proceso adecuado a monitorear. Los siguientes pasos deben de seguirse de acuerdo a las realidades económicas.

- 1.- Seleccionar los productos/procesos que van a estar en las cartas. Usar un análisis de Pareto para establecer prioridades. ¿Donde ocurren los mayores defectos?. ¿Donde están las características críticas que se deben de monitorear ?
- 2.- Escoger el punto en el proceso que nos dará el grado más grande de prevención más que solo detección ?
- 3.- Decidir que cartas de control son aplicables.
¿Cartas Variables ?
¿Cartas de Atributos ?
- 4.- Coleccionar los datos necesarios de cualquier pasado reciente o de algún período corriente. Escoger el apropiado tamaño de muestra, frecuencia, medición, etc.
- 5.- Construya una carta de control con al menos 20 puntos graficados y analizar, a modo de ver donde el proceso esta en un estado de control estadístico. Tomar cualquiera de las acciones que se requieran para llevar al proceso a un estado de control estadístico.
- 6.- Continuar monitoreando el proceso mientras se investigan las formas de mejorar el proceso y reducir variabilidad en defectos y/o procesos. Recalcular las líneas del límite de control donde quiera que las condiciones cambien o exista un tropiezo en la mejora de la calidad.
- 7.- Reconsidere el punto de vista económico de monitorear con cartas de control ese producto o proceso cuando, a través de largos períodos de tiempo el 100% de perfección se ha conseguido.

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS – CUESTIONARIO

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD	FALSO	
_____	_____	1. Una carta de control pn maneja datos con muestras de tamaños desiguales.
_____	_____	2. Una carta de control p registra el porcentaje de unidades defectivas.
_____	_____	3. Una carta de control p maneja más datos de mediciones que datos de atributos.
_____	_____	4. Cuando estamos trabajando con tamaños de muestras iguales y número de defectos por muestra, podemos usar una carta de control C.
_____	_____	5. El LCL, o línea de límite de control inferior en una carta de control pn, a menudo no aparecen en la carta.
_____	_____	6. La línea central (CL) en una carta de control pn esta basada por la división de la suma de todas las unidades defectivas entre el número de muestras.
_____	_____	7. Las cartas de control por atributos son más fáciles y económicas de usar que las cartas de control por variables.
_____	_____	8. Las cartas de control C y U grafican el número de defectos.
_____	_____	9. Las cartas de corrida pueden ser usadas para hacer tablas ya sea de atributos o variables.
_____	_____	10. La fórmula para calcular los valores de UCL y el LCL en una carta de control pn son idénticas excepto por los signos (+) y (-).

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS – PROBLEMA

Problema

Su grupo esta consiente de los gastos interminables del número de rechazos que día con día parecen acompañará la producción de tabillas de circuito impreso. Durante la semanas pasadas usted ha procesado 15 lotes de PCBs.

En orden de investigar el problema, su grupo ha decidido tomar un muestreo de inspección. Uno del grupo ha preparado los siguientes datos.

Lote No	Tamaño Muestra	No. de defectos (pn)
1	100	3
2	100	5
3	100	4
4	100	7
5	100	2
6	100	1
7	100	6
8	100	2
9	100	3
10	100	3
11	100	5
12	100	4
13	100	7
14	100	4
15	100	2
	Total	58
	Promedio	3.87

Figura 6.11 Muestreo de inspección

1. De estos datos construya una carta pn.
2. Examine la carta, y haga un juicio acerca de la condición del proceso. ¿Piensa que esta bajo control ?

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS – CUESTIONARIO

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD	FALSO	
<u> </u>	<u> X </u>	1. Una carta de control pn maneja datos con muestras de tamaños desiguales.
<u> X </u>	<u> </u>	2. Una carta de control p registra el porcentaje de unidades defectivas.
<u> </u>	<u> X </u>	3. Una carta de control p maneja más datos de mediciones que datos de atributos.
<u> X </u>	<u> </u>	4. Cuando estamos trabajando con tamaños de muestras iguales y número de defectos por muestra, podemos usar una carta de control C.
<u> X </u>	<u> </u>	5. El LCL, o línea de límite de control inferior en una carta de control pn, a menudo no aparecen en la carta.
<u> X </u>	<u> </u>	6. La línea central (CL) en una carta de control pn esta basada por la división de la suma de todas las unidades defectivas entre el número de muestras.
<u> X </u>	<u> </u>	7. Las cartas de control por atributos son más fáciles y económicas de usar que las cartas de control por variables.
<u> X </u>	<u> </u>	8. Las cartas de control C y U grafican el número de defectos.
<u> X </u>	<u> </u>	9. Las cartas de corrida pueden ser usadas para hacer tablas ya sea de atributos o variables.
<u> X </u>	<u> </u>	10. La fórmula para calcular los valores de UCL y el LCL en una carta de control pn son idénticas excepto por los signos (+) y (-).

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS – PROBLEMA

Paso 1 Hacer una gráfica de número de defectos (pn) contra número de lotes. Desplegar el número de lotes en el eje horizontal y pn en el vertical. (ver fig. 6.12)

Paso 2 Calcular el valor de la línea central, pn .

$$pn = \frac{\text{No. total defectuosos}}{\text{numero de lotes.}(k)} = \frac{58}{15} = 3.87$$

Dibujar la línea pn .

Paso 3 Calcular los límites de control.

a) Para encontrar el valor UCL, recordar la fórmula:

$$UCL = pn + (3 \cdot pn)(1 - p)$$

Tal vez se decida usar valores tabulados o valores calculados en calculadora, de cualquier manera, se obtendrá el mismo resultado.

$$pn = 3.87$$

$$p = \frac{pn}{n} = \frac{3.87}{100} = 0.0387$$

$$UCL = 3.87 + (3 \cdot 3.87)(1 - 0.0387)$$

$$UCL = 3.87 + (5.90)(0.98)$$

$$UCL = 9.65$$

b) Encontrar el límite de control inferior. Utilizar la misma fórmula, excepto el signo, cambiarlo de (+) por (-).

$$LCL = pn - (3 \cdot pn)(1 - p)$$

$$LCL = 3.87 - 5.78 = -1.91$$

Un valor negativo implicaría menos que cero defectos. La línea LCL no se gráfica bajo estas circunstancias.

c) Ahora dibuje UCL

Paso 4

Examinando esta carta de control nos damos cuenta de que tenemos una condición estable, así que el proceso está bajo control.

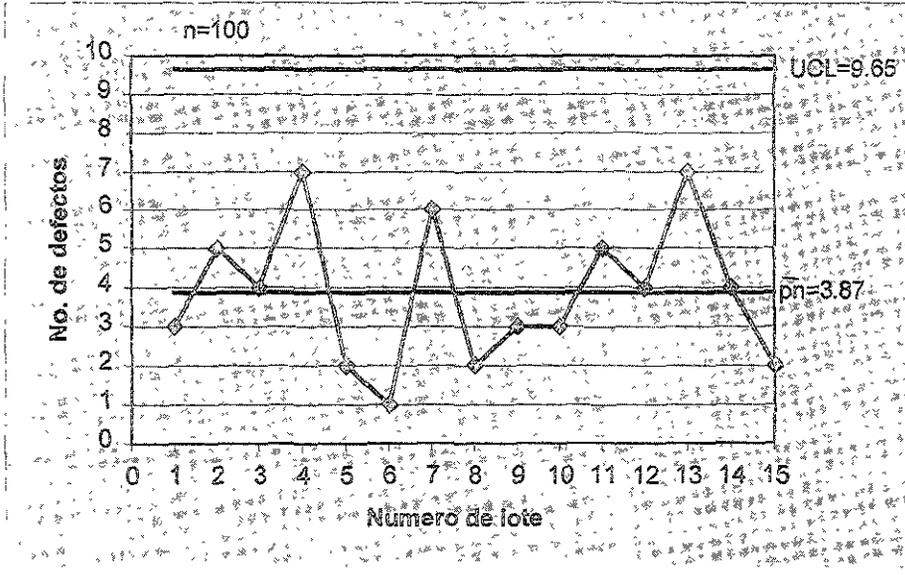


Figura 6.12 Gráfica de control \bar{p}_n .

DIAGRAMAS DE DISPERSION

A. OBJETIVOS en esta sección :

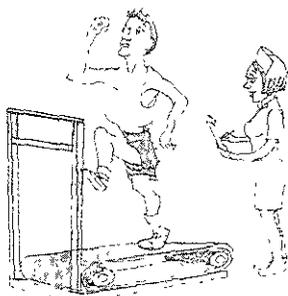
1. Definir y explicar los diagramas de dispersión.
2. Será capaz de decidir cuando emplear la técnica de diagramas de dispersión.
3. Será capaz de construir un diagrama de dispersión.
4. Interpretar la relación sugerida entre un diagrama de dispersión.

B . CONTENIDO de esta sección :

- Presentación narrativa
- Que es un diagrama de dispersión
- Cuál es el propósito de los diagramas de dispersión
- Cuándo usar los diagramas de dispersión
- Cómo construir un diagrama de dispersión
- Cómo interpretar un diagrama de dispersión
- Cómo usar un diagrama de dispersión
- Palabras de precaución
- Evaluación

DIAGRAMAS DE DISPERSION

DIAGRAMA DE DISPERSION

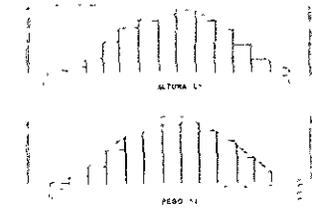


HOMBRE		MUJER	
ESTR	ESTR	ESTR	ESTR
1.70	1.75	1.55	1.60
1.75	1.80	1.60	1.65
1.80	1.85	1.65	1.70
1.85	1.90	1.70	1.75
1.90	1.95	1.75	1.80
1.95	2.00	1.80	1.85
2.00	2.05	1.85	1.90
2.05	2.10	1.90	1.95
2.10	2.15	1.95	2.00
2.15	2.20	2.00	2.05
2.20	2.25	2.05	2.10
2.25	2.30	2.10	2.15
2.30	2.35	2.15	2.20
2.35	2.40	2.20	2.25
2.40	2.45	2.25	2.30
2.45	2.50	2.30	2.35
2.50	2.55	2.35	2.40
2.55	2.60	2.40	2.45
2.60	2.65	2.45	2.50
2.65	2.70	2.50	2.55
2.70	2.75	2.55	2.60
2.75	2.80	2.60	2.65
2.80	2.85	2.65	2.70
2.85	2.90	2.70	2.75
2.90	2.95	2.75	2.80
2.95	3.00	2.80	2.85
3.00	3.05	2.85	2.90
3.05	3.10	2.90	2.95
3.10	3.15	2.95	3.00
3.15	3.20	3.00	3.05
3.20	3.25	3.05	3.10
3.25	3.30	3.10	3.15
3.30	3.35	3.15	3.20
3.35	3.40	3.20	3.25
3.40	3.45	3.25	3.30
3.45	3.50	3.30	3.35
3.50	3.55	3.35	3.40
3.55	3.60	3.40	3.45
3.60	3.65	3.45	3.50
3.65	3.70	3.50	3.55
3.70	3.75	3.55	3.60
3.75	3.80	3.60	3.65
3.80	3.85	3.65	3.70
3.85	3.90	3.70	3.75
3.90	3.95	3.75	3.80
3.95	4.00	3.80	3.85
4.00	4.05	3.85	3.90
4.05	4.10	3.90	3.95
4.10	4.15	3.95	4.00
4.15	4.20	4.00	4.05
4.20	4.25	4.05	4.10
4.25	4.30	4.10	4.15
4.30	4.35	4.15	4.20
4.35	4.40	4.20	4.25
4.40	4.45	4.25	4.30
4.45	4.50	4.30	4.35
4.50	4.55	4.35	4.40
4.55	4.60	4.40	4.45
4.60	4.65	4.45	4.50
4.65	4.70	4.50	4.55
4.70	4.75	4.55	4.60
4.75	4.80	4.60	4.65
4.80	4.85	4.65	4.70
4.85	4.90	4.70	4.75
4.90	4.95	4.75	4.80
4.95	5.00	4.80	4.85
5.00	5.05	4.85	4.90
5.05	5.10	4.90	4.95
5.10	5.15	4.95	5.00
5.15	5.20	5.00	5.05
5.20	5.25	5.05	5.10
5.25	5.30	5.10	5.15
5.30	5.35	5.15	5.20
5.35	5.40	5.20	5.25
5.40	5.45	5.25	5.30
5.45	5.50	5.30	5.35
5.50	5.55	5.35	5.40
5.55	5.60	5.40	5.45
5.60	5.65	5.45	5.50
5.65	5.70	5.50	5.55
5.70	5.75	5.55	5.60
5.75	5.80	5.60	5.65
5.80	5.85	5.65	5.70
5.85	5.90	5.70	5.75
5.90	5.95	5.75	5.80
5.95	6.00	5.80	5.85
6.00	6.05	5.85	5.90
6.05	6.10	5.90	5.95
6.10	6.15	5.95	6.00
6.15	6.20	6.00	6.05
6.20	6.25	6.05	6.10
6.25	6.30	6.10	6.15
6.30	6.35	6.15	6.20
6.35	6.40	6.20	6.25
6.40	6.45	6.25	6.30
6.45	6.50	6.30	6.35
6.50	6.55	6.35	6.40
6.55	6.60	6.40	6.45
6.60	6.65	6.45	6.50
6.65	6.70	6.50	6.55
6.70	6.75	6.55	6.60
6.75	6.80	6.60	6.65
6.80	6.85	6.65	6.70
6.85	6.90	6.70	6.75
6.90	6.95	6.75	6.80
6.95	7.00	6.80	6.85
7.00	7.05	6.85	6.90
7.05	7.10	6.90	6.95
7.10	7.15	6.95	7.00
7.15	7.20	7.00	7.05
7.20	7.25	7.05	7.10
7.25	7.30	7.10	7.15
7.30	7.35	7.15	7.20
7.35	7.40	7.20	7.25
7.40	7.45	7.25	7.30
7.45	7.50	7.30	7.35
7.50	7.55	7.35	7.40
7.55	7.60	7.40	7.45
7.60	7.65	7.45	7.50
7.65	7.70	7.50	7.55
7.70	7.75	7.55	7.60
7.75	7.80	7.60	7.65
7.80	7.85	7.65	7.70
7.85	7.90	7.70	7.75
7.90	7.95	7.75	7.80
7.95	8.00	7.80	7.85
8.00	8.05	7.85	7.90
8.05	8.10	7.90	7.95
8.10	8.15	7.95	8.00
8.15	8.20	8.00	8.05
8.20	8.25	8.05	8.10
8.25	8.30	8.10	8.15
8.30	8.35	8.15	8.20
8.35	8.40	8.20	8.25
8.40	8.45	8.25	8.30
8.45	8.50	8.30	8.35
8.50	8.55	8.35	8.40
8.55	8.60	8.40	8.45
8.60	8.65	8.45	8.50
8.65	8.70	8.50	8.55
8.70	8.75	8.55	8.60
8.75	8.80	8.60	8.65
8.80	8.85	8.65	8.70
8.85	8.90	8.70	8.75
8.90	8.95	8.75	8.80
8.95	9.00	8.80	8.85
9.00	9.05	8.85	8.90
9.05	9.10	8.90	8.95
9.10	9.15	8.95	9.00
9.15	9.20	9.00	9.05
9.20	9.25	9.05	9.10
9.25	9.30	9.10	9.15
9.30	9.35	9.15	9.20
9.35	9.40	9.20	9.25
9.40	9.45	9.25	9.30
9.45	9.50	9.30	9.35
9.50	9.55	9.35	9.40
9.55	9.60	9.40	9.45
9.60	9.65	9.45	9.50
9.65	9.70	9.50	9.55
9.70	9.75	9.55	9.60
9.75	9.80	9.60	9.65
9.80	9.85	9.65	9.70
9.85	9.90	9.70	9.75
9.90	9.95	9.75	9.80
9.95	10.00	9.80	9.85

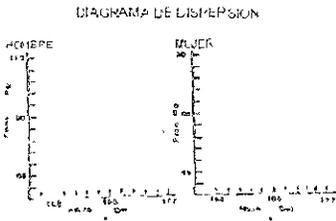
	Gr	Kg
JOSE	170.72	68.17
TOMAS	177.60	78.45
MARIA	157.40	47.15
DANIEL	173.16	57.12
EDANA	169.09	54.42

1. Esta presentación ha sido preparada con el propósito de introducirnos a los diagramas de dispersión, una técnica aplicable en donde 2 variables están interrelacionadas. para ciertas situaciones.
2. Los diagramas de dispersión son un tipo de gráficas, esto es una herramienta poderosa para determinar si una relación existe entre 2 variables, y si existe, cual es la naturaleza de esta relación. Por ejemplo ¿Está la composición química de una cierta variable relacionada con la densidad del producto final?. Para determinar la relación que existe, nosotros podemos decidir donde agrupar los límites de operación del proceso y así produciremos una gran variedad de productos aceptables.
3. Antes de discutir los Diagramas de Dispersión en detalle, consideremos un ejemplo del uso de esta técnica. Tomaremos un arreglo físico algo en lo que todos nosotros estamos interesados.
4. Una tabla de salud nos muestra el peso apropiado que está considerado para hombres y mujeres con una variación de alturas. Probablemente cualquiera esta de acuerdo que aquí parece haber una relación esperada entre el peso y la altura.
5. Para ilustrar esto registramos los pesos y las alturas de un grupo.

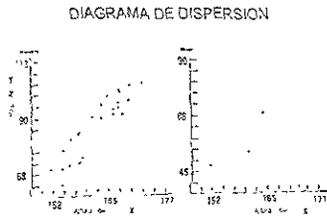
6. El segundo paso podría ser separar los datos y graficar un histograma de cada variable. Viendo estos histogramas es aparente que este tipo de gráficas no muestran como una variable esta relacionada con la otra.



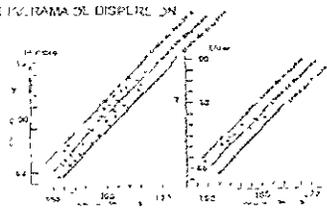
7. Pero graficando un Diagrama de Dispersión podremos ver si existe una relación entre el peso y la altura de una persona. Primero, separar los datos de hombres y de mujeres (un diagrama de dispersión debe contener solamente una población). Siguiendo, decidir cual es la variable independiente para ser graficada en el eje "X", y cual es la variable dependiente para ser graficada en el eje "Y". La altura de una persona es la variable independiente y su peso la variable dependiente, porque nuestra altura a menudo afecta nuestro peso y no viceversa.



8. Ahora construiremos diagramas de dispersión separados para los hombres y para las mujeres. Los diagramas completos muestran un importante principio acerca de los diagramas de dispersión. Es fácil de interpretar un diagrama de dispersión cuando 50 conjuntos de datos han sido graficados. Es evidente que de manera general, una persona mientras más alta sea más pesa. Por supuesto, la mayoría de la gente conoce este factor, pero cómo podemos cuantificar esta relación y hacerla útil?



9. Podemos empezar a medir la relación entre dos variables, agregando las dos líneas límite a lo largo de las regiones externas de la dispersión de los puntos de datos. Después graficar "la línea de regresión", trazando la línea aproximadamente en el centro de las dos fronteras. Existe una forma matemática para determinar esto más precisamente, pero para la mayoría de los propósitos, a "ojo" se puede trazar la línea con suficiente precisión. Al examinar la línea de regresión, podemos concluir que el promedio de cada altura se incrementa en una pulgada, y entonces de 8 a 10 libras se incrementa el peso.



10. Vamos a revisar algunos de los principios básicos aprendidos del ejemplo.

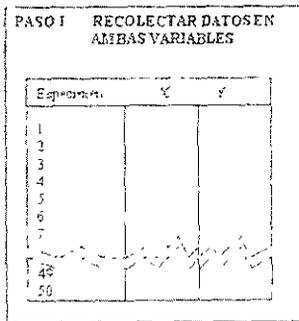
- 1) Si se sospecha que existe alguna relación entre variables diferentes, use esta técnica para determinar si existe una relación y cuantifíquela.
- 2) Decida cual es la variable independiente (la causa) y cual es la variable dependiente (el efecto).
- 3) Tenga cuidado de no combinar dos poblaciones diferentes en sus datos.
- 4) Entre mas se grafiquen, mas clara aparecerá la relación.

PRINCIPIOS BASICOS DE DIAGRAMAS DE DISPERSION

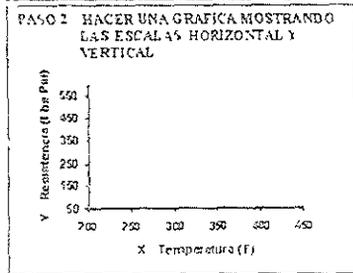
- Usar para determinar la relación entre dos variables
- Elegir la variable dependiente (efecto) y la variable independiente (causa)
- Hacer muestras de una población simple
- Graficar suficientes puntos para mostrar o no la correlación

11. Ahora vamos a estudiar los pasos que envuelven la construcción de un diagrama de dispersión.

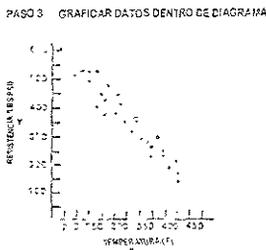
12. Paso 1. Después de seleccionar 2 variables que pensamos que están relacionadas, hay que obtener todos los datos necesarios para ambas variables. Es importante recolectar cerca de 50 conjuntos de datos.



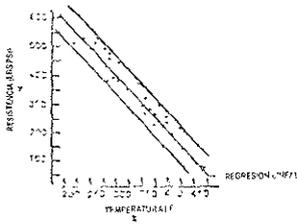
13. Paso 2. Hacer una gráfica mostrando las escalas horizontal y vertical. Al marcar estas escalas, determinar el rango de valores de ambas variables, y seleccionar las escalas que nos darán un apropiado acomodo para todos los valores que necesitamos graficar.



14. Paso 3. Graficar los datos dentro del diagrama. Si dos puntos coinciden, un círculo se dibuja alrededor del punto original para indicar que otro punto está en la misma posición.



PASO 4 DIBUJAR LINEA DE REGRESION.

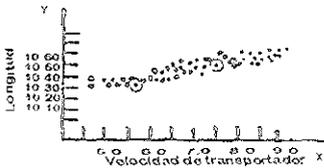


15. Paso 4. Dibujar la línea de regresión. Para hacer esto, primero dibujar un par de líneas frontera a lo largo de la parte exterior de los puntos dato. La línea de regresión deberá entonces ser añadida en el punto en el cual esta aproximadamente al centro de las líneas frontera. Haciendo una estimación cuidadosa, puede ser alcanzada suficiente precisión para que efectivamente usemos la información que se muestra en el diagrama de dispersión.



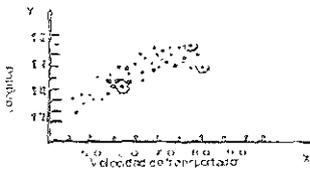
16. Detengámonos aquí y discutamos algunos puntos importantes para recordar como usar los diagramas de dispersión de forma apropiada y efectiva

ESCALA Y DEMASIADO COMPRIMIDA



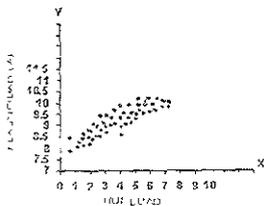
17. Seleccionar escalas apropiadas para los ejes X y Y. Por ejemplo, en este diagrama la escala Y esta tan comprimida que no se puede tener precisión para determinar la relación entre las 2 variables.

ESCALA Y EXPANDIDA

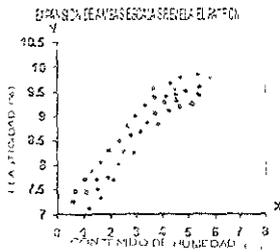


18. Este diagrama muestra una escala que definitivamente mejora la gráfica. Como los valores para la escala están concentrados en e área de 10.30 y 10.60, expandimos a escala para acomodar solo estos valores. Ahora la relación entre las variables X y Y es claramente evidente.

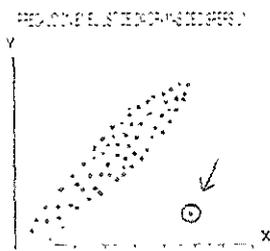
X Y POR LAS ESCALAS DEMASIADO COMPRIMIDAS



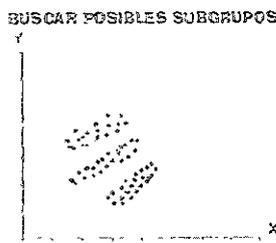
19. Aquí es otro ejemplo que presenta la importancia del uso apropiado de las escalas para ambos ejes. En este diagrama las escalas X y Y estan estrechas, y entonces es difícil decir que tanto estan relacionadas



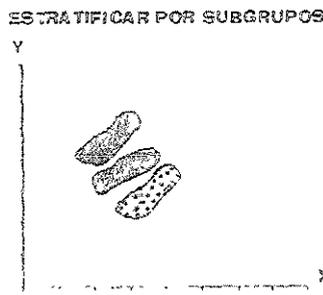
20. Esta mejora al diagrama previo muestra cómo la expansión de las dos escalas revela el patrón. Graficando apropiadamente los datos, la correlación se muestra claramente.



21. Otra consideración para la construcción de diagramas de dispersión es ver los puntos en el diagrama que no parecen pertenecer al resto de los datos, esto quiere decir que hay puntos que no caen dentro del patrón general de los otros. Hay probabilidad de que algo haya sido diferente de sus artículos o que se hayan cometido errores en su medición. Cuidé de no llegar a conclusiones erróneas a causa de estos puntos.



22. Si este inusual tipo de patrón se encuentra, no concluya en forma inmediata que no existe relación entre las variables. Revise otra vez los datos y asegúrese de que no contienen más de una población.

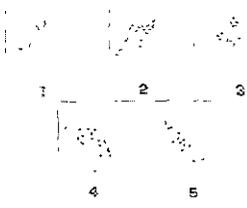


23. Este diagrama muestra los mismos datos como están representados en el diagrama anterior, pero cada población ha sido separada y se le ha asignado un matiz diferente. Obviamente existe una relación directa presente que no estaba aparente cuando las poblaciones estaban sin matizar.



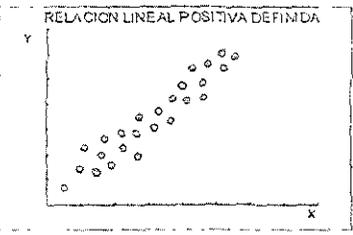
24. Veamos como interpretar diagramas de dispersión.

Existen 5 modelos



25. Hay 5 patrones de diagramas de dispersión que con más frecuencia encontramos. Analicemos cada uno en forma individual

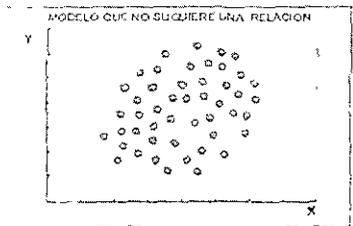
26. Este diagrama muestra en forma definitiva una relación lineal. Esto es, que a medida que el valor de "X" se incrementa, también se incrementa el valor de "Y", sin embargo, si "X" es controlada, "Y" también será controlada en forma natural



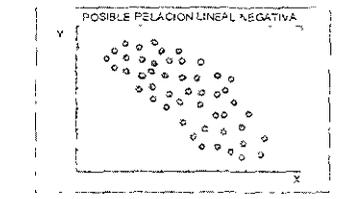
27. Este diagrama muestra que puede existir una relación lineal. Esto es, que a medida que el valor de "X" se incrementa, el valor de "Y" tiende a incrementarse, pero no es un patrón fuerte y claro de una relación positiva lineal como en el diagrama anterior. Esto quiere decir que el valor de "X" es incrementado, el valor de "Y" incrementará pero sin embargo el valor de "Y" está influenciado por otras causas.



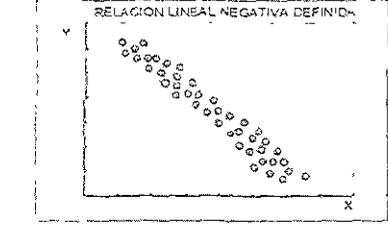
28. Este diagrama de dispersión muestra un patrón que no sugiere una relación entre las dos variables. Este patrón indica que no existe relación discernible.



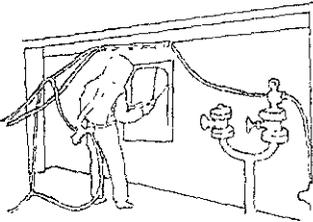
29. Aquí vemos evidencia de una posible relación lineal negativa. El valor de "Y" parece decrecer a medida que el valor de "X" se incrementa. Sin embargo la relación entre las dos variables es vaga. Aunque aún ahí un patrón aparente, sugiere que existen relaciones negativas lineales.



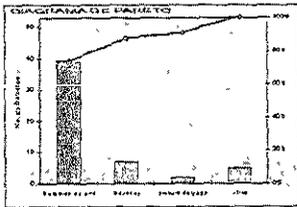
30. Este último diagrama muestra en forma definitiva una relación lineal negativa ya que a medida que el valor "X" incrementa, el valor "Y" decrece.



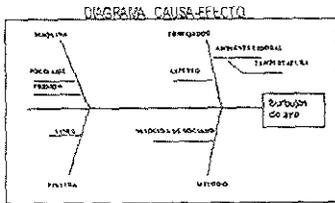
¿Cómo usar Diagrama de Dispersión?



31. Generalmente los diagramas de dispersión son usados para investigar cosas como peso contra fuerza, temperatura contra viscosidad , etc. Sin embargo esta técnica también puede ser usada para buscar tipos de relaciones como rendimiento del operador contra cantidad de entrenamiento recibido.
32. Este es un ejemplo de como usar diagramas de dispersión. Este grupo se encarga de dar un spray a láminas de metal. Recientemente han habido muchos defectos que les están causando rechazo.



33. Para iniciar la investigación el grupo decidió construir un diagrama de Pareto para ver que factor estaba causando más rechazos. Descubrieron que el 74% de los defectos eran causados por pequeñas - burbujas de aire del tamaño de una cabeza e alfiler.



34. Su próximo paso fue construir un diagrama causa - efecto utilizando las bombas de aire como 'efecto'. A pesar de que muchos factores fueron considerados como posibles causas, e grupo decidió que la operación de rociado de masilla fue la principal sospechosa.

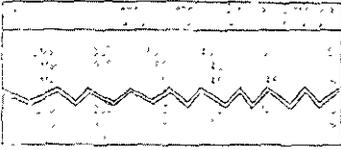
PECHAZOS

Defectos de burbujas de aire

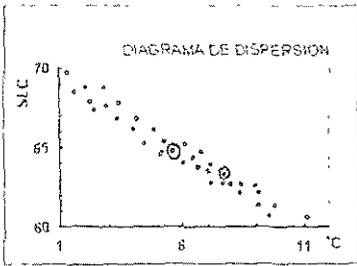
Día	a m	P m
1-5	4	10
6	3	15
7	5	11
8	3	13
9	5	12
12	4	14
13	5	10
14	3	12

35. Para algún tiempo los trabajadores pensaron que la temperatura cambiante en la fabrica podría estar relacionado con su problema. Decidieron recolectar algunos datos para determinar si había diferencia entre la cantidad de defectos producidos en la producción de la tarde que en la producción de la mañana. Notaron que el más alto nivel de defectos ocurría en la tarde.

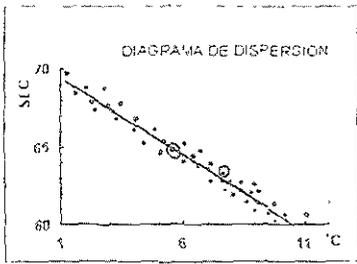
Tabla de variación de temperatura



36. Al sospechar que la diferencia de temperatura era la causante del problema decidieron hacer un experimento. Esta gráfica muestra los resultados de ese experimento. La diferencia de temperatura entre el tiempo de la operación de rocío y el tiempo de mezcla tenía un efecto significativo en la consistencia del revestimiento.



37. El grupo construyó un diagrama de dispersión que mostraba en forma clara, que a medida que los diferenciales de temperatura aumentaban, la consistencia del recubrimiento disminuía, lo que producía más burbujas de aire.



38. Por medio del dibujo de regresión lineal el grupo fue capaz de cuantificar su relación y descubrir que con cada grado de aumento en el diferencial de temperatura habría un decremento en la consistencia. Con esto determinaron que si había un diferencial de 5° o más entre el tiempo de mezclado y el tiempo de rociado, la consistencia de recubrimiento se deteriora a tal punto que ocasionan burbujas de aire. Por lo tanto decidieron que cuando esto ocurra, una tanda fresca de recubrimiento se debía hacer.



39. Algún tiempo después de que descubrieron esta relación, compararon gráficas de columnas que mostraban el número de defecto antes de que se hubieran dado cuenta de esta relación y después de que tomaron la acción correctiva necesaria. Como puede ver hubo una reducción substancial en el número de rechazos. El diagrama de dispersión es importante para investigar problemas que pueden estar ocurriendo por la interrelación de dos variables.

DIAGRAMAS DE DISPERSION

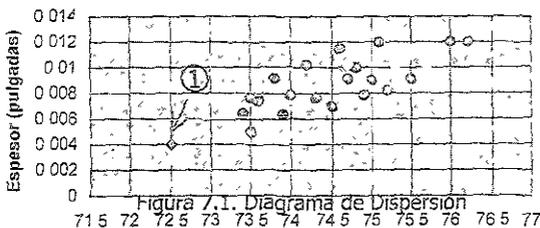
Un diagrama de dispersión es un desplegado de una gráfica o de muchos puntos graficados que representan la relación entre dos diferentes variables ; todos estamos expuestos a un sin fin de arreglos de oportunidades para observar estas relaciones en nuestra vida diaria. Por ejemplo cambios de temperatura causan expansión o contracción de materiales, o piense acerca de la relación entre conductores borrachos y accidentes fatales. Ejemplos de tales relaciones cuantitativas en la escena del trabajo son también abundantes.

El conocimiento de la naturaleza de estas relaciones pueden a menudo ofrecer una pista para la solución de un problema. A través del uso de diagramas de dispersión usted puede determinar si una relación existe entre dos variables y como controlar el efecto que esta relación tiene en el proceso.

Hasta este punto hemos discutido técnicas que se refieren al análisis de un conjunto de datos de variables a un tiempo. Con el estudio de diagramas de dispersión explicaremos como investigar cuando dos variables pueden estar relacionadas. Por ejemplo : ¿Cómo el contenido de una mezcla en afecta su elasticidad ?, ¿Cuál es la relación entre cierto ingrediente y la rigidez de un producto ?. Obviamente, estos tipos de relación juega una parte importante en cualquier proceso de producción y por el entendimiento de la naturaleza de estas relaciones, podemos reducir el número de defectos y mejorar la calidad de nuestros productos.

Consideremos una situación donde tratemos de encontrar si existe una relación definitiva entre la temperatura de un niquelado y el espesor de una capa después de un periodo de tiempo fijado. La temperatura puede ser controlada por un ajuste en el termostato. El espesor puede ser medido por técnicas de pruebas ópticas. Los dos factores TEMPERATURA y ESPESOR, representarían un par ordenado de variables que pueden ser graficadas como un solo punto en una gráfica X - Y. La temperatura es controlable y será considerada la variable independiente y puede ser graficada horizontalmente o en la dirección "X". El espesor dependerá de la temperatura (quizás) y será considerado como la variable dependiente. Esta será graficada en la dirección "Y". Para esclarecer, piense en la temperatura como la causa y el espesor como el efecto.

Recuerde, cada par de variables es de un solo espécimen midiendo los diferentes efectos pero pueden ser relacionados. Por ejemplo en la figura 7-6, note que el espécimen #1 (indicado por la flecha) mide 0.004 cm. La escala Y y 72.5 cm en la escala X. Cada espécimen será graficado de esta manera.



¿Cuál es el propósito de los diagramas de dispersión? (Fahrenheit)

Los diagramas de dispersión son usados para determinar si hay una relación entre 2 diferentes variables y la naturaleza y el monto de la relación. En muchos procesos la habilidad de encontrar especificaciones es dependiente del control dos variables que interactúan y, por lo tanto, es importante ser capaz de controlar el efecto que una variable tiene en otra.

Por ejemplo, si usted conoce que la cantidad de calor aplicado a un objeto de plástico afecta a su durabilidad, entonces querrá ser capaz de establecer límites de control, así la cantidad correcta de calor será aplicada consistentemente. A través del uso de diagramas de dispersión se puede determinar a qué temperatura deberá aplicarse el calor, así resultaría la calidad del producto. En otras palabras, aprender a controlar una variable, y se puede controlar una variable dependiente una vez que se ha entendido su relación.

En algunos casos, el diagrama de dispersión también puede servir para otro propósito - la eliminación de cierta prueba destructiva tal como aquellas hechas para estudiar la vida de un foco a BTU contenidos por carbón. Cada grupo descubrirá su propio uso de la técnica, pero es cierto que se encontrarán diagramas de dispersión valiosos en muchas maneras. ¡Quizás como sustituto de pruebas muy caras!

¿Cuándo usar los diagramas de dispersión?

Si hay un problema de calidad y al investigar se deja ver, que la interacción de 2 variables puede estar afectando el producto, se deberá tratar con un diagrama de dispersión. Por ejemplo un problema existe con una pintura que ha sido rociada a un componente. La pintura se está cayendo de la pistola de spray en "pompas" y esta causando una calidad pobre en pintura. Esta es una situación a considerar analizándola con el uso de un diagrama de dispersión, la causa del problema puede ser la relación entre la temperatura y el tiempo de mezclado, o el tiempo de almacenamiento de la pintura.

Otros ejemplos pueden ser también, si se sospecha que los problemas de calidad pueden ser causados por variaciones tales como mezcla, presión, nivel de polvo, tiempo de almacenado, ambiente eléctrico o disturbios magnéticos, temperatura del horno, concentración de químicos, proporciones de mezcla o intensidad de vibración física, etc. Hay un sin número de factores posibles, pequeños o grandes que pueden influir en los procesos o productos. Cada uno de estos en algún tiempo puede ser un candidato para medición y análisis. A menudo un diagrama de dispersión puede ser el paso mayor en este análisis de datos.

¿CÓMO CONSTRUIR UN DIAGNOSTICO DE DISPERSION?

Hay una diferencia significativa entre diagnóstico de dispersión y las otras técnicas que hemos explicado, manejar diagramas de dispersión con dos variables a diferencia de solo una. Esto significa entonces, que cuando de los datos se deduce el problema para este tipo de análisis, por cada muestra se debe poder registrar las mediciones de ambas variables que pensamos pueden estar relacionadas. Esto, en la tabla de datos debe estar diseñado a manera de conservar estas dos mediciones para cada muestra junta. En orden de construir un diagrama de dispersión que sea fácil de interpretar, será necesario planear la colección de cerca de 50 conjuntos de datos.

Menos de este número no sería suficiente para mostrar cualquier tendencia o correlación (ver fig 7.2 para un ejemplo de una tabla diseñada para un análisis de diagnóstico de dispersión). Ahora discutamos los pasos específicos que se requieren para la construcción de un diagrama de dispersión.

Espécimen Nº	Variable X	Variable Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Figura 7.2 Tabla para analizar diagrama de dispersión.

- PASO 1. Después de determinar las variables dependientes e independientes que se van a investigar, coleccionar los datos y crear una tabla para registrar los valores de las dos variables escogidas para el estudio. Por ejemplo, la tabla mostrada arriba muestra una ilustración típica. Ahora procedamos a registrar los datos (recuerde que entre mas datos recolectados, será mas segura la interpretación de cualquier relación que aparezca).
- PASO 2. Después de registrar todas las observaciones necesarias, examinar el rango de valores para las variables X y Y en orden de determinar la escala apropiada para acomodar todos los valores, ahora marquemos las escalas seleccionadas en un papel para gráfica. Recordar que la variable independiente esta graficada en el eje X con los números creciendo de izquierda a derecha. La variable dependiente se muestra en el eje Y con los números creciendo de abajo hacia arriba (ver fig 7.3).
- PASO 3. La gráfica de los valores para cada muestra en los puntos de investigación de las escalas X y Y fue mostrado anteriormente mostrado en la fig. 7.1. Si 20 o más puntos coinciden dibujar círculos alrededor del punto original mostrando como muchas observaciones pueden caer en ese punto.
- PASO 4. Dibujar las líneas frontera superior e inferior a lo largo de la parte exterior de las regiones de dispersión de los puntos dato. Esto nos dará la pauta para determinar donde dibujar la línea central, referida como línea de "Regresión", la cual será localizada a la mitad del camino de las fronteras. Al hacer esto, una línea recta puede ser usada donde la relación sugiere una línea recta.

Aunque hay técnicas matemáticas que son mas apropiadas para calcular la "Ecuación de regresión", para nuestros propósitos graficar la línea central a "ojo" es todo lo que se necesita. Justamente recordar que graficar esta línea es un intento, de sacar el promedio del número y distancia para los puntos graficados. Esto es, si la distancia de cada punto arriba y abajo de la línea central son sumados, nos dará cero.

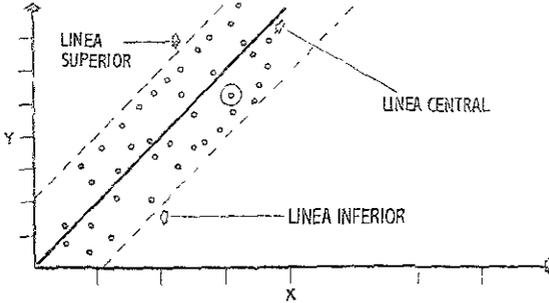


Fig. 7.3 Diagrama de dispersión con línea central y línea de límite

COMO INTERPRETAR LOS DIAGRAMAS DE DISPERSION

Ahora que la construcción de un diagrama de dispersión esta completa, el siguiente paso será analizarla. El proceso para interpretar un diagrama de dispersión tiene dos partes :

1. ¿El diagrama de dispersión nos revela una relación definitiva entre dos variables ?
2. ¿Cual es la naturaleza de esta relación ?

Por ejemplo, ¿como interpretaría usted un diagrama de dispersión que se ilustra en la fig. 7.3 ? . La respuesta : Hay una relación definitiva la cual revela una relación lineal positiva. Esto es, así como el valor de X incrementa, así mismo se incrementa el valor de Y. ¿Qué, entonces, nos revelaría una relación lineal negativa ? . Describiremos una relación donde el valor de "Y" decrece cuando el valor de "X" se incrementa.

Sin embargo, como usted notará en la fig. 7.4 de abajo, no todos los diagramas de dispersión revelan una dispersión lineal. Estos ejemplos definitivamente muestran relación entre dos variables, aunque pensemos que esto no necesariamente debe de ser una línea recta. El punto a recordar es aquel donde una línea central puede ser arreglada en un diagrama de dispersión y entonces será posible interpretarlo. Para hacer uso de este conocimiento, se debe tener la capacidad de decidir que parámetros son los que controlan el proceso junto con las especificaciones. Como se puede sospechar hay un entero dominio del análisis, con referencia al desarrollo de ecuaciones algebraicas las cuales representan el mejor arreglo para las líneas y las curvas. Esto involucra algunas técnicas matemáticas sofisticadas las cuales no serán atendidas en este manual.

Sin embargo, si usted desea extenderse para su propio conocimiento o quizás para involucrarse con los especialistas de su compañía con el propósito de un análisis profundo de las relaciones que se describirán en los diagramas de dispersión.

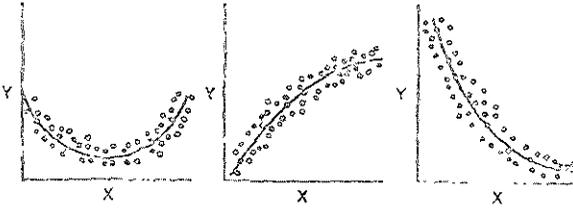


Fig. 7.4 Ejemplos de las relaciones no - lineales

Así, si usted encuentra un lenguaje tal que diga "análisis de regresión lineal múltiple" o "coeficiente de correlación lineal" o "methods of least squares criterion", usted se está involucrando en una jerga que los matemáticos están acostumbrados a manejar o utilizar para este tipo de análisis. Sin embargo es importante tener en cuenta que se ha tenido gran éxito al haber experimentado, usando esta técnica sin muchas matemáticas.

¿COMO USAR UN DIAGRAMA DE DISPERSION ?

Una vez que se ha determinado que hay una relación definitiva entre dos variables, vamos a proceder a medir esta relación. Después de completar esto, esta información puede ser usada para ayudar a decidir que pasos deben de ser tomados para modificar el proceso de manufactura. Puede ser que al tener un poco de más control sobre la variable independiente, podamos hacer que la variable dependiente entre dentro de las especificaciones, y estamos seguros de que una gran mejora obtendremos al reducir el número de unidades defectivas.

Por ejemplo, el proceso descrito por el Diagrama de Dispersión de la fig. 7.5 muestra una relación entre el esfuerzo a la tensión de una alambre de acero y la temperatura de templado. Dada la información de este formado, comienza a ser claro que el control de la temperatura debe estar entre 2 líneas verticales para asegurar que el producto esta dentro de especificaciones.

El patrón también ilustra que hay un tipo de correlación donde no hay que encontrar una línea recta de una relación lineal. Como usted puede ver, hay un punto en el cual el incremento de la temperatura causa un decremento en el esfuerzo del alambre de acero.

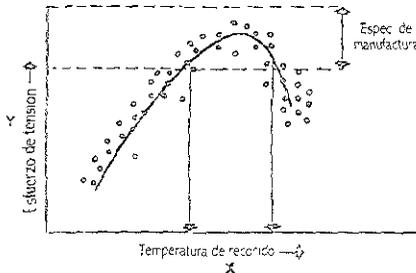


Figura 7.5 Diagrama de Dispersión

PALABRAS DE PRECAUCION

Aunque algunas veces nosotros sabemos que las dos variables están relacionadas, en otros casos esta relación es solo una sospecha. Graficar los datos en un diagrama de dispersión ordinariamente nos revelará donde hay una correlación y la naturaleza de esta relación. Una palabra de precaución está dada aquí. Tomar una vista del proceso en un sistema en una forma amplia. Cuidadosamente experimentar para ver si una variación en la variable independiente parece ser la causa real del cambio esperado en la variable dependiente, antes de recomendar una modificación permanente.

Estar seguro de conocer que parte del proceso está siendo afectado por este ajuste. Recordar que la solución de un problema puede producir uno o mas problemas adicionales.

Una vez que hemos aprendido a usar esta técnica, usted encontrará que algunas veces no hay relación entre 2 variables que usted ha escogido para ser investigadas. O, si hay una correlación, puede ser tan general que no tiene ningún uso en el control del proceso ni en sus especificaciones. En la situación que se muestra abajo no hay punto que nos pueda dar una línea central ; hay que buscar en algún otro lado la causa del problema. (ver fig. 7.6)

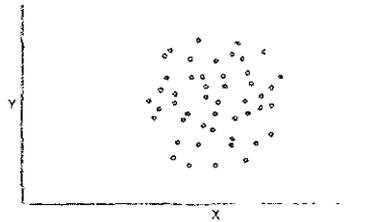


Figura 7.6. Diagrama de Dispersión sin patrón.

Algunos libros de texto hacen diferencia entre los términos "correlación" y "regresión". Esto es, que aquellos usan el término regresión donde hay una relación causa-efecto que vamos a explicar aquí. Por otro lado, ellos usan el término correlación para denotar que ésta variable no es consecuencia de la otra, pero que están siendo afectadas por una tercera, posiblemente desconocida; no todos los libros de texto hacen esta distinción, para nuestros propósitos podemos usar los términos indistintamente.

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN – CUESTIONARIO

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD

FALSO

- | | | |
|-------|-------|---|
| _____ | _____ | 1. Un diagrama de dispersión siempre mostrará una dispersión lineal entre dos variables. |
| _____ | _____ | 2. Los diagramas de dispersión son usados en lugar de las gráficas de control. |
| _____ | _____ | 3. Uno debe comprender como calcular matemáticamente una ecuación de regresión para hacer uso del diagrama de dispersión. |
| _____ | _____ | 4. Los diagramas de dispersión siempre mostrarán una relación de dos variables. |
| _____ | _____ | 5. El establecimiento de las escalas es muy importante para la interpretación de los diagramas de dispersión. |
| _____ | _____ | 6. La variable independiente se muestra en la dirección vertical. |
| _____ | _____ | 7. Una correlación negativa lineal es una en la que un decremento en el valor "Y" es acompañado por un incremento en el valor de "X". |
| _____ | _____ | 8. No buscaremos evidencia de necesidad para estudiar datos por estratificación en un diagrama de dispersión. |
| _____ | _____ | 9. La temperatura controlable será un buen ejemplo de variable independiente. |
| _____ | _____ | 10. Podemos pensar en la variable independiente como la causa y la variable dependiente como el efecto. |

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN – PROBLEMA

PROBLEMA

Su grupo trabaja en un área donde se ensamblan y sueldan circuitos impresos. Cuando los puntos de soldadura son producidos por una máquina de soldadura de onda, en la que la parte trasera de los circuitos impresos se ponen en contacto con la soldadura fundida, por un transportador automático que pasa a través de la oía de soldadura. Haciendo un ciento de puntos de soldadura en cada recorrido. La información en el número de puntos de soldadura fríos (malas uniones) es registrada para cada circuito impreso a medida que pasa a través de la prueba inicial de puntos después de que la placa ha sido soldada.

Como una práctica estándar la soldadura derretida es vaciada de la máquina cada 60 días y la máquina es limpiada con gran cuidado antes de que se le coloque la nueva soldadura. La composición de la solución metálica de la soldadura es crítica. El staff de ingeniería de proceso ha especificado un cambio en el procedimiento de la soldadura debido a la convicción de que la contaminación por oro, cobre y otros materiales causa que el punto de soldadura se deteriore.

Su grupo esta preocupado por el desperdicio de tiempo que se produce cada vez que se cambia la soldadura, cada dos meses, que baja los itinerarios de producción. Uno de los miembros de su grupo tiene la opinión de que la gente del staff de ingeniería de proceso no saben lo que están haciendo, que la soldadura esta tan buena como cuando la colocaron en la máquina. Su supervisor sugiere que se tomen datos para ver si realmente hay conexión entre la contaminación y el número de puntos de soldadura fríos.

Actualmente la gente del staff muestrea el nivel de contaminación de la soldadura y miden la contaminación en 10 partes por millón tomando 2 muestras por día al término después de cada cambio.

Un miembro de su grupo se ofrece como voluntario para tomar los datos en 30 tandas seleccionadas al azar de los circuitos impresos con muestras de 100 y comparar el número de puntos de soldadura fría por cientos, de circuitos impresos con los datos de contaminación obtenidos de los registros de ingeniería del proceso. En las siguientes páginas se muestra una tabla de datos con esta información.

Asignaciones :

1. Con estos datos, prepare un diagrama de dispersión
2. Dibuje los límites superiores e inferiores y la regresión lineal por medio de una cuidadosa estimación de su localización
3. Explique si piensa usted que hay una relación definitiva entre el número de puntos defectivos y el nivel de contaminación
4. Haga sugerencias sobre lo que usted haría ahora que ha reducido los datos de esta forma

TABLA DE DATOS

Contaminación nivel en partes por millón	Número de puntos de soldadura fríos por 100 PCBs	Contaminación nivel en partes por millón	Número de puntos de soldadura fríos por 100 PCBs
110	30	120	40
100	30	70	30
140	80	150	50
80	40	130	50
130	50	100	40
170	90	90	30
90	10	60	30
150	70	180	70
120	40	160	90
120	70	110	50
70	20	170	70
160	70	90	30
160	90	100	60
150	50	80	20
90	40	130	70

Figura 7.7. Tabla de Datos

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN – CUESTIONARIO

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD	FALSO	
_____	<u> X </u>	1. Un diagrama de dispersión siempre mostrará una dispersión lineal entre dos variables.
_____	<u> X </u>	2. Los diagramas de dispersión son usados en lugar de las gráficas de control.
_____	<u> X </u>	3. Uno debe comprender como calcular matemáticamente una ecuación de regresión para hacer uso del diagrama de dispersión.
_____	<u> X </u>	4. Los diagramas de dispersión siempre mostrarán una relación de dos variables.
<u> X </u>	_____	5. El establecimiento de las escalas es muy importante para la interpretación de los diagramas de dispersión.
_____	<u> X </u>	6. La variable independiente se muestra en la dirección vertical.
<u> X </u>	_____	7. Una correlación negativa lineal es una en la que un decremento en el valor "Y" es acompañado por un incremento en el valor de "X".
_____	<u> X </u>	8. No buscaremos evidencia de necesidad para estudiar datos por estratificación en un diagrama de dispersión.
_____	<u> X </u>	9. La temperatura controlable será un buen ejemplo de variable independiente.
<u> X </u>	_____	10. Podemos pensar en la variable independiente como la causa y la variable dependiente como el efecto.

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN – PROBLEMA

- Paso 1 Decidir cual es la variable independiente y graficarla en la dirección "X". Debido a que la solución de la soldadura es controlable usted podría escoger sus contaminantes como la variable independiente o como la causa.
- Paso 2 Construir una gráfica con escalas apropiadas marcadas fuera de los ejes en X y Y, acomodando los valores de mayor a menor para cada variable.
- Paso 3 Construir un diagrama de dispersión. Graficar cada punto de los datos.
- Paso 4 Dibujar líneas de frontera superior e inferior y la línea de regresión o línea central. Ver ilustración de abajo.

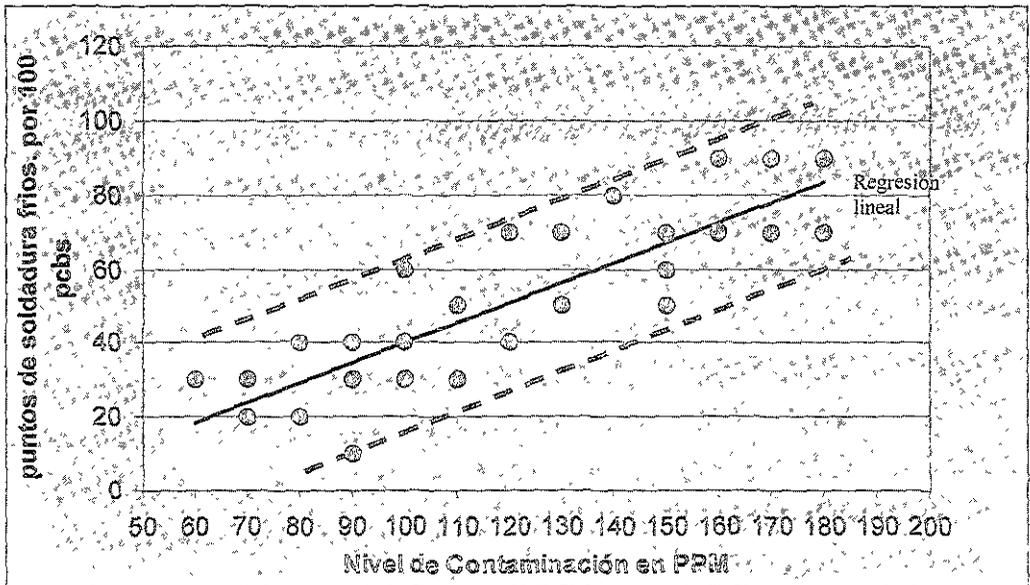


Figura 7.8 Diagrama De Dispersión

Notar que existe una relación lineal definida entre niveles de contaminación y el número de puntos de soldadura fríos.

Su grupo debe recomendar que un análisis económico sea hecho para determinar el tiempo apropiado para cambiar la soldadura.

RESUMEN

A. OBJETIVOS en esta sección :

1. Aplicación de las diferentes técnicas estadísticas del Control de proceso en una situación real.
2. Evaluación de cada técnica en la solución de problemas.
3. Identificar los diferentes usos de una técnica en una situación real.

B . CONTENIDO de esta sección :

Revisión de las técnicas de SPC
Recolección de datos
Muestreo
Distribución de frecuencia
Estratificación
Gráficas de control de variables
Gráficas de atributos de control
Diagramas de dispersión
Sumario
Evaluación

SECCION 8

RESUMEN

REVISION DE LAS TECNICAS SPC.

Esta es la última de las lecciones de este material de entrenamiento, pero no por esto hemos agotado todas las posibilidades de aprendizaje que su grupo puede encontrar útiles en su investigación para mejorar sus operaciones. Debe usted alentarse para buscar por su propia cuenta cualquier herramienta adicional o entrenamiento que pueda serle de utilidad.

Revisemos ahora brevemente aquellos aspectos previamente cubiertos en este manual :

RECOLECCION DE DATOS :

Los tres propósitos principales para la recolección de datos son : (1) analizar un producto o proceso de acuerdo a sus capacidades ; (2) proveer las bases para ejercer acciones y lograr un estado de control estadístico ; (3) aceptar o rechazar un producto basándose en los resultados de inspección. Los datos pueden ser separados en datos por atributos (cosas que son contadas) y datos por variables (cosas que son medidas). Para recolectar datos exactos debe ser cuidadoso durante el proceso de observación y registro para que usted minimice las posibilidades de cometer errores por sesgo, dispersión o no reproductibilidad. Los datos son recolectados o expuestos en diversas formas usando hojas de verificación, cartas y gráficas.

MUESTREO

El objetivo básico del muestreo es permitirle llegar a conclusiones firmes y hacer suposiciones descriptivas sobre las características de la población total, probando solamente una muestra representativa. De una manera más concreta el muestreo es importante porque nos permite recolectar en forma más rápida y completa datos exactos a un costo reducido con menos probabilidad de daño que lo que nos permite una inspección al 100%, además existen muchos productos que solo pueden ser inspeccionados por muestreo, como aquellos que requieren pruebas destructivas, inspeccionar bienes de grandes extensiones o productos que fueron hechos en grandes cantidades.

El muestreo se basa en los principios estadísticos y es el fundamento del control estadístico de proceso. Es absolutamente necesario aplicar el muestreo utilizando firmes principios estadísticos. De lo contrario se tendrían por resultado decisiones erróneas muy costosas.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA

La distribución normal de frecuencia es la herramienta que provee la información sobre si un proceso está en estado de control estadístico o está en un estado de control estadístico o está fuera de control. Cada proceso o producto presenta variaciones en sus características de calidad causadas por varios elementos usados en el proceso, tales como materia prima, equipo, herramientas y operarios. La naturaleza de estas variaciones la dividiremos en lo que llamamos variaciones por "causas comunes" y variaciones por "causas especiales". Usando métodos estadísticos, la distribución de frecuencia nos ayuda a distinguir entre estos dos tipos de variaciones; con esta información uno puede determinar cuando un proceso, estando en un estado de control estadístico, requiere cambios en el sistema para mejorarlo, o está fuera de control requiriendo una investigación de las causas de esas variaciones especiales. Además, la cantidad de variación por causas comunes puede ser usada para determinar las limitaciones de capacidad del proceso.

ESTRATIFICACIÓN

Este proceso involucra la investigación de distribuciones de frecuencia con forma normal para separar los datos en varias sub-poblaciones de los factores de producción, podemos determinar que efecto tiene cada grupo en la población total, y por lo tanto corregir la parte del proceso que está causando la anomalía.

En otras palabras, seleccionando un factor específico de producción del que se sospecha y elaborando un histograma para cada subpoblación de producción, usted puede identificar si un grupo es diferente del total de la población permitiéndole que investigue más adelante y corrija las diferencias. Por ejemplo, si usted piensa que el problema es causado de alguna manera por las diferencias entre varias máquinas, entonces usted aislara la producción de cada máquina y elaborará el histograma. Si usted descubre que la máquina aun no está produciendo de acuerdo a las especificaciones pero que las máquinas 2 y 3 tienen igual distribución de frecuencia entonces no habrá identificado la causa de ese problema particular.

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

Las gráficas de control están relacionadas con el concepto de distribución de frecuencias y las bases estadísticas para su medición son las mismas leyes de probabilidad. Las gráficas de control son una fotografía continua de las variaciones que ocurren en un proceso y por lo tanto se convierte en una herramienta muy útil para monitorear el proceso y mantenerlo en un estado de control estadístico. Las gráficas de control se dividen en gráficas de control por variables y gráficas de control por atributos; las gráficas de variables de control son diagramas de las mediciones. Las gráficas de control por atributos solo muestran las condiciones que pasan contra las que no pasan.

Las gráficas de control por variables son las \bar{X} -R y son las más comunes a pesar de que son más costosas de construir que las gráficas de control por atributos, son más valiosas porque monitorean mediciones específicas de calidad y por lo tanto mejoran la habilidad para localizar las causas de los problemas.

GRAFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Las gráficas de control por atributos no nos dan información detallada sobre un artículo o proceso como lo hacen las gráficas de control de variables. Sin embargo son mucho más fáciles y menos costosas de mantener y por lo tanto es posible tener un gran número de gráficas de control por atributos para monitorear una amplia variedad de procesos o productos.

Existen diferentes tipos de gráficas de control por atributos para manejar diferentes situaciones. Las gráficas p o pn son usadas para monitorear unidades defectuosas mientras que las gráficas de control c y u son usadas para rastrear el número de defectos.

DIAGRAMAS DE DISPERSION

Los diagramas de dispersión introducen la capacidad de determinar si existe o no una relación causa-efecto entre dos variables diferentes, y si esto ocurre, como medir esta relación. Muchos procesos dependen de la interacción de variables tales como composiciones químicas, temperatura, viscosidad y otras. A través del entendimiento de esta relación, el proceso puede ser controlado para producir lo que se desea.

SUMARIO

Esto completa su estudio del manual de control estadístico de procesos. Si usted ha dominado la habilidad para hacer uso de las herramientas y técnicas contenidas aquí, usted puede estar orgulloso. Sin embargo, ciertamente hay mucho más que aprender en el campo de la estadística, con estas herramientas puede usted confiar en su habilidad para tratar la mayoría de los problemas de calidad. Sin embargo no sea renuente para buscar asistencia experta si es que hay necesidad.

Sólo cuando una amplia sección de la población que trabaja comprenda estas técnicas, tendremos suficientes recursos trabajando, en los diversos problemas de calidad que surga en el proceso de generación de productos, para lograr el control total de calidad.

RESUMEN – CUESTIONARIO

Llene los espacios :

1. Para ejecutar un control de proceso es necesario primero llevar el proceso a _____ quitando las causas _____.
2. La capacidad del proceso esta definida como _____

 _____.

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD

FALSO

- | | | |
|-------|-------|--|
| _____ | _____ | 3. Después que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, está garantizado el no tomar acciones más adelante. |
| _____ | _____ | 4. Todas las técnicas de SPC se necesitan generalmente para resolver un problema. |
| _____ | _____ | 5. El control estadístico de un proceso es un concepto de "prevención" más que un concepto de "detección". |
| _____ | _____ | 6. Las herramientas de SPC deben de ser usadas exactamente en la forma en que se indica. |
| _____ | _____ | 7. Es importante entender los conceptos de SPC, en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC. |
| _____ | _____ | 8. Es necesario ser un experto en matemáticas en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC |
| _____ | _____ | 9. Las herramientas de SPC son diseñadas para usarlas con un tipo de fábrica donde solo existen procesos. |

RESUMEN – CUESTIONARIO

Llene los espacios .

1. Para ejecutar un control de proceso es necesario primero llevar el proceso a UN ESTADO DE CONTROL ESTADISTICO quitando las causas ESPECIALES.
2. La capacidad del proceso esta definida como EL RANGO DE VARIABILIDAD INHERENTE QUE OCURRIRA EN UN PROCESO ESTABLE.

Marque con una "X" si es falsa o verdadera cada oración.

VERDAD	FALSO	
<u> </u>	<u> X </u>	3. Después que un proceso es llevado a un estado de control estadístico, está garantizado el no tomar acciones más adelante.
<u> </u>	<u> X </u>	4. Todas las técnicas de SPC se necesitan generalmente para resolver un problema.
<u> X </u>	<u> </u>	5. El control estadístico de un proceso es un concepto de "prevención" más que un concepto de "detección".
<u> </u>	<u> X </u>	6. Las herramientas de SPC deben de ser usadas exactamente en la forma en que se indica.
<u> X </u>	<u> </u>	7. Es importante entender los conceptos de SPC, en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC.
<u> </u>	<u> X </u>	8. Es necesario ser un experto en matemáticas en orden de hacer efectivo el uso de las herramientas de SPC.
<u> </u>	<u> X </u>	9. Las herramientas de SPC son diseñadas para usarlas con un tipo de fábrica donde solo existen procesos.

CONCLUSIONES

Como se pudo observar, el concepto de "Educación continua" de ninguna manera es nuevo en el ambiente educativo, principalmente en el de las instituciones de educación superior. Este concepto entraña todo un proceso mediante el cual, en última instancia, se hace una entrega del conocimiento a sectores específicos, subsanando las necesidades que en los diferentes campos del conocimiento demandan los individuos de una sociedad. La educación continua es una de las más democráticas, pues da el derecho a cualquier individuo, independientemente de su edad, sexo, estatus social, profesión, etc., de acceder al conocimiento formal antaño elitista.

En el ámbito de la difusión de material educativo e instructivo en la educación abierta y a distancia, se utilizan diferentes medios como herramientas de difusión como lo son: la televisión, la radio, los cd interactivos, el teléfono y el fax. Nuestra propuesta de utilizar la internet como un medio tiene la ventaja de que puede ser, al igual que todos los demás, complementario pero que se puede utilizar con las siguientes ventajas sobre los demás:

- Es un medio interactivo en el cual se logra la participación
- Facilita la identificación de las características de los estudiantes en lugares remotos
- Facilita la evaluación de los logros de los estudiantes y descubrir sus actitudes y percepciones en los lugares remotos
- Fomenta a la curiosidad creativa para el aprendizaje y para adaptarse a los nuevos entornos educativos
- Acerca más a los instructores con sus alumnos para comprender que los procesos de aprendizaje en un estudiante son a veces lentos
- Fomenta a el uso de la computadora y el internet para reconocer de los beneficios que este ofrece y las potencialidades que tiene para la vida futura de las comunicaciones.

Al comparar estas habilidades como se enseña con la educación tradicional tenemos:

- poder resolver un examen (generalmente a través de la memorización)
- silencio y obediencia
- escuchar la gran parte del tiempo
- libros que no se modernizan
- trabajo individualista y competitivo
- Programas muy estructurados, iguales para todos
- Profesor es el que sabe, los alumnos pueden llegar como máximo a saber lo que él
- Clases de computación únicamente como un extra (digamos que 4 horas a la semana el alumno tiene la oportunidad de usar una computadora para aprender como usar un procesador de palabras o para practicar sus multiplicaciones)
- Graduarse "Por Fin" de la escuela para no tener que estudiar más.

Se encuentra grandes ventajas con las nuevas tecnologías de enseñanza en comparación con la educación tradicional (modalidad presencial), se hizo una comparativa de lo que resulta:

- Inventiva, creatividad, pensamiento crítico
- Conocimiento actualizado
- Aprender a ser "aprendedores" de conocimiento de por vida
- Poder trabajar en cooperativa
- Saber usar las nuevas tecnologías
- Saber encontrar la información necesaria
- Fomentar la necesidad de saber por lo menos el Inglés, además de su idioma materno
- Aprender a aprender.

Además de las siguientes perspectivas:

- Proponer paradigmas psicopedagógicos que orienten el diseño y desarrollo de nuevos ambientes de aprendizaje para la educación
- Elevar el nivel educativo de la población ofreciendo programas de formación, actualización y capacitación para el trabajo, cuyo diseño curricular flexible permita alcanzar una cobertura equilibrada y una movilidad horizontal entre las diversas modalidades educativas.
- Reforzar la capacidad institucional en modalidades educativas no convencionales, para contribuir al incremento de la oferta de programas educativos.
- Activar la interactividad. Trabajar en grupos cooperativos. No silenciosos. No el trabajar para el examen. Que los alumnos se comuniquen continuamente.
- El poder llegar a más personas interesadas.

Así como las desventajas:

- Se requiere de cierto potencial económico para tener acceso a esta modalidad de la educación
- Se requiere de saber el manejo de la computadora, lo cual solo no todas las personas lo saben hacer, por lo menos a un nivel básico, principalmente las personas educadas en otras épocas tecnológicas
- Se necesita de una infraestructura tecnológica y humana para tener la facilidad de llegar a un amplio sector de la población.

Actualmente la aplicación de tecnología de punta nos permite llevar a cabo programas de diversos niveles educativos que permiten interactuar de diferentes maneras a través de una serie de medios; expandir el rango de sectores sociales a los que se da servicio; adaptar los servicios educativos a las nuevas formas de aprendizaje, más individualizadas, que la sociedad requerirá el próximo siglo. Es importante señalar que aunque existen varias razones para que las universidades incursionen en la adquisición de medios de comunicación y equipos de cómputo; la aplicación de las tecnologías a la educación a distancia debe partir de una propuesta pedagógica que permita llevar a cabo cualquier intento de trabajo con ellas. Lo que a su vez implica: el esfuerzo permanente de interacción con los estudiantes; el tratamiento pedagógico de los contenidos y la forma de los materiales y la variedad de prácticas de aprendizaje.

BIBLIOGRAFIA

Peters, O. (1983) "Distance teaching and industrial production: a comparative interpretation in outline", in D. Sewart, D. Keegan y B. Holmberg (eds) *Distance Education: International Perspectives*, London Croom Helm.

Rekkedal, T. (1983a) "Research and development activities in the field of distance study at NKI-skolen, Norway", in D. Sewart, D. Keegan and B. Holmberg (eds), *Distance Education: International Perspectives*, London: Croom Helm

Sammons, M. (1990) "An epistemological justification for the role of teaching in distance education", in M. Moore (ed.) *Contemporary Issues in American Distance Education*, New York: Pergamon Press.

Borrás, Isabel "Enseñanza y aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica"
San Diego State University (EE.UU.)
http://www.doe.d5.es/te/any97proves_cnuil

De la Guardia, Carlos; Gutiérrez, Fernando; e Islas, Octavio "Internet: inteligente medio de comunicación" *RAZÓN Y PALABRA*, Número 3, Año 1, mayo-julio 1996
<http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/foqos/anteriores/McLuhan>

EDUCYT: Boletín electrónico No. 38 Año 1 del 7 de mayo de 1998 Editor: Carlos Borches Fernández, Rubén O. y Campos Sanderes, Vicent

"Curso de Internet para profesores"
<http://www.ciberaula.es/quaderns/curso/principal2.html>
Publicando en Internet <http://www.quipus.com.mx/r9/nter.htm>

Prada, Oscar A. "Internet y Democracia" <http://www.guias.se/revista/guias3/democra.htm>

Rey Valzacchi, Jorge "Internet y Educación: aprendiendo y enseñando en los espacios virtuales"
Ediciones Horizonte, Buenos Aires, 1998 <http://www.horizonteweb.com/libro/>

Vilanova, Jordi "Internet y el trabajo en grupo: presente y futuro"
<http://www.psinet.com.ar/septo/02.htm>

Control de Calidad. <http://www.udem.edu.mx/academico/profesorado/34177/fundamentos>

Dale H. Besterfield. "Control de Calidad"
Prentice-Hall, México, 1995

Rigg. "Sistemas de Producción", Limusa

García Arellano, Lorenzo (1994). "teorías, componentes y objetivos de la educación a distancia. En *educación a distancia hoy*. Madrid uned.

Garrison, D.R. (1985) "Three generations of technological innovations in distance education"
New York: Routledge.

Bayton, M. (1987) "Beyond independence in distance education: the concept of control"

Holmberg, B. (1983) "Guided didactic conversation in distance education"
in D. Sewart & B.

- Holmberg (eds.), "Distance Education: International Perspectives"
London: Croom Helm.
- Keegan, D.J. (1986) The foundations of Distance Education. London: Croom Helm.
- Keegan, D.J. (1990) Foundations of Distance Education (2a edn) London: Routledge.
- Moore, M.G. (1972) "Learner Autonomy: the second dimension of independent learning"
- Moore, M.G. (1973) "Toward a theory of independent learning and teaching"
- Moore, M.G. (1976) "Investigation of the interaction between the cognitive style of field independence and attitudes to independent study among adult learners who use correspondence independent study and self-directed independent" Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin
- Moore, M.G. (1983)"The individual adult learner"
in M.Tight (ed), London Croom Helm.
- Moore, M.G. (1986)"Self-directed learning and distance education"
- Moore, M.G. (1991)"Editorial: distance education theory"
- Peters,O. (1983) "Distance teaching and industrial production: a comparative interpretation in outline", London Croom Helm.
- Peters,O. (1989) "The iceberg has not melted: further reflections on the concept of industrialisation and distance teaching"
- Rekkedal, T. (1983a)"Research and development activities in the field of distance study at NKI-skolen, Norway", London: Croom Helm.
- Rekkedal, T. (1983b) "Enhancing student progress in Norway", Teaching at a Distance,
- Rekkedal, T. (1985) Introducing the Personal Tutor/Counsellor in the System of Distance Education, Stabekk, Norway: NKI-skolen.
- Resnick, L.B. (1989) "Instruction", in L. Resnick (ed), Knowing
- Sammons, M. (1990) "An epistemological justification for the role of teaching in distance education", in M.Moore (ed.) New York: Pergamon Press.
- Thompson, G. (1984) "The cognitive style of field-dependence as an explanatory construct in distance drop-out"
- Thompson, G. y Knox, A. (1987) "Designing for diversity: are field dependent learners less suited to distance education programs of instruction?"
- Willen, B. (1981) "Distance Education at Swedish Universities: An Evaluation of the Experimental Progress an Follow-up Study", Stockholm, Sweden: Amqvist & Wiksell International.
- Willen, B. (1984) Self-directed Learning and Distance Education, University of Uppsala, Sweden.
- Verduin J.R. y Clark, T.A. (1991) "Distance Education: The Foundations of Effective Practice"
San Francisco: Jossey-Bass Publishers.