5

IMPACTO ECONOMICO DE LA SOLUCION AL PROBLEMA DE RAYABILIDAD DEL VIDRIO TEMPLADO

En la tabla siguiente se indican los beneficios obtenidos por la empresa al solucionarse el problema de rayabilidad del vidrio templado. Como se muestra, el costo del proyecto fué de alrededor de $ 65'000,000 con duración de 14 meses. En cuanto al proceso, se implementó un sistema de retención de sólidos en suspensión como paso final del proceso de tratamiento de agua, con lo que aunado al aumento de eficiencia de lavadora se produce un aumento en la calidad del producto al abatir el problema de rayabilidad.

Mediante la implementación del método de limpieza de rodillos transportadores de vidrio en el horno de templado se reduce el riesgo de contaminación de partículas de sílica así como el deterioro que éstos sufren con el tiempo, alargando en consecuencia su vida útil.

Quizá el beneficio económico más fuerte y al mismo tiempo "visible ", es el eliminar la prueba de la rayabilidad cuyo costo (suponiendo 4 vidrios/hr/día) resulta mayor a 1,500 millones de pesos al año . Anteriormente los vidrios templados que eran sometidos a la prueba de rayabilidad eran desechados por el daño causado en su superficie durante la prueba , actualmente con niveles de rayabilidad de prácticamente de cero los vidrios pueden empacarse después de la prueba y ser vendidos.

COSTO DEL PROYECTO : $ 65'000,000

DURACION : 14 MESES

P R O C E S O

ACCION	BENEFICIO
- AUMENTO DE EFICIENCIA DE LAVADORAS ...	CALIDAD DE PRODUCTO
- ELIMINACION DE PRUEBA DE RAYABILIDAD ...	COSTO DE PRUEBA (MAS DE 1,500 MILLONES POR AÑO).
- METODO DE LIMPIEZA DE RODILLOS ...	ALARGA VIDA ÚTIL DE LOS RODILLOS DE SÍLICA.
- SISTEMA DE FILTRACIÓN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN ...	CALIDAD DE PRODUCTO

P R O D U C T O

SE PRODUCE VIDRIO TEMPLADO DE MAXIMA CALIDAD SUPERFICIAL

M E R C A D O

- ASEGURAMIENTO DE CLIENTES EN PELIGRO DE PERDERSE .
- CAPACIDAD DE EXPANSIÓN DE MERCADO EN BASE A QUE SE PUEDE OFRECER UN PRODUCTO ALTAMENTE COMPETITIVO.

Tabla 1. Impacto del proyecto en el proceso, producto y mercado de la empresa de vidrio templado.

Al abatir el problema de rayabilidad se produce un vidrio templado de máxima calidad superficial. Esto permite a la empresa, asegurar a los clientes que estaban en peligro de perderse así como la posibilidad de aumentar se mercado en base a que se puede ofrecer un producto altamente competitivo.

APENDICE

SIMULACION DE ESFUERZOS RESIDUALES DURANTE EL TEMPLADO DE VIDRIO PLANO

```
PROGRAM ELASTICIDAD;

CONST

     PI =  3.1416;
     E = 6.7E+10 ; NU = 0.22 ;


VAR
    SUM1,SUM2,DT,DX,KAPA,V,L,AUX,TO,C1,C2,I1,I2,DILAT,S,Y,YY,DDT : I
    T,X,N,DIVX,DIVT : INTEGER;
    TEMP,VIS,EPP,EP,SIGTER,SIGRES,SIGTOT : ARRAY[0..30] OF REAL;
    PR : TEXT;

PROCEDURE DATIN;

    BEGIN;
    ASSIGN(PR,'PLAS2.TEX'); REWRITE(PR);
    V := -575;
    TO := 550;
    L := 0.3/2;
    KAPA := 0.0058;
    DIVX := 30;
    DIVT := 20;
    DX:=L/DIVX;
    DT:=0.05;
    FOR X:=0 TO DIVX DO
         BEGIN;
         TEMP[X]:=TO; VIS[X]:=0 ; EPP[X]:=0; EP[X]:=0; SIGTER[X]:=0
         SIGRES[X] := 0; SIGTOT[X] :=0;
         END;
    C1:= E/(1-NU); C2:= 2/(2*L) ;
    END;

PROCEDURE PANT1;

    BEGIN;  CLRSCR;
    GOTOXY( 15,1);WRITELN('---  TERMOELASTOPLASTICIDAD  UNIDIMENSIO
```

```
GOTOXY( 10,4);WRITELN('TIEMPO : ');
GOTOXY( 10,6);WRITELN('POSICION : ');
GOTOXY( 10,8);WRITELN('TEMPERATURA : ');
GOTOXY( 10,9);WRITELN('VISCOSIDAD : ');
GOTOXY( 10,10);WRITELN('DEF. PLASTICA : ');
GOTOXY( 10,11);WRITELN('ESF. TERMICO : ');
GOTOXY( 10,12);WRITELN('ESF. RESIDUAL : ');
GOTOXY( 10,14);WRITELN('ESF. TOTAL : ');
END;


PROCEDURE TEMPE;

BEGIN;
Y := EXP( - KAPA*PI*PI*T*DT/(4*L*L));
FOR X:=0 TO DIVX DO
        begin;
        GOTOXY(1,1);WRITELN(X);
        S:=1; N:=0; YY:=5*Y; SUM1:=0;
        WHILE YY/Y > 0.000000001 DO
              BEGIN;
              YY:= 1/(2*N+1)*EXP(-KAPA*SQR((2*N+1)*PI/(2*L))*T*DT);
              SUM1:= SUM1 + S*YY*COS((2*N+1)*PI*X*DX/(2*L)); S:=-S,
              gotoxy(1,2);writeln(N);
              N:=N + 1;
              END;

        TEMP[X]:=  V - 4*V/PI*SUM1 + TO;
        END;
END;


PROCEDURE ESFUERZOS;
   BEGIN; I1:= 0 ; I2:=0 ;
   FOR X:=0 TO DIVX DO
         BEGIN;
         IF ( X = 0 ) OR ( X = DIVX ) THEN
                BEGIN; I1 := I1 + DILAT*TEMP[X]*DX/2 ;
                I2 := I2 + EP[X]*DX/2; END
```

```
                ELSE
                BEGIN; I1 := I1 + DILAT*TEMP[X]*DX; I2 := I2 + EP[X]*I
        END;
    FOR X:=0 TO DIVX DO
        BEGIN;
        DILAT := ( 52.0 + 0.015*TEMP[X] )*1E-7;
        SIGTER[X] := C1*( C2*I1 - DILAT*TEMP[X] );
        SIGRES[X] := C1*( C2*I2 - EP[X]);
        SIGTOT[X] := SIGTER[X] + SIGRES[X] ;
        IF TEMP[0] < 300  THEN BEGIN; CLRSCR; GOTOXY(10,10);
        WRITELN(' TERMINE '); END;
        IF TEMP[X] < 300 THEN VIS[X] := 1E+20
        ELSE VIS[X] :=EXP( ( -4.726415 + 6671.9/(TEMP[X] - 107))*LN(
        EP[X] := EP[X] + SIGTOT[X]*DT/(6*VIS[X]);
        EPP[X] := SIGTER[X]/(6*VIS[X]);
        GOTOXY(22,6);WRITELN(X);
        GOTOXY(20,4);WRITELN(T*DT,'      ');
        GOTOXY(25,8);WRITELN(TEMP[X]:1:4,'
        GOTOXY(24,9);WRITELN(VIS[X]:1:4,'
        GOTOXY(27,10);WRITELN(EP[X]:1:5);
        GOTOXY(27,11);WRITELN(SIGTER[X]:1:4);
        GOTOXY(27,12);WRITELN(SIGRES[X]:1:4);
        GOTOXY(27,14);WRITELN(SIGTOT[X]/1E+6:1:3,'
    END;
END;

PROCEDURE REGISTRO;

    BEGIN;
    WRITELN(PR,T*DT:1:5);
    FOR X:=0 TO DIVX DO
        BEGIN;
        WRITELN(PR,X:2,'    ',TEMP[X]:4:2,'      ',EP[X]:2:5,'    ',SIGTE
        ,'     ',SIGRES[X]/1E+6:1:2,'     ',SIGTOT[X]/1E+6:1:2,'   ',EPP(
        END;
    WRITELN(PR);
    END;

BEGIN;
```

```
    PANT1;
    DATIN;
    ESFUERZOS; REGISTRO;
    FOR T:=1 TO DIVT DO
    BEGIN;
          TEMPE;
          ESFUERZOS;
          IF  T = 2*TRUNC(T/2) THEN  REGISTRO;
    END;

END.
```

R E F E R E N C I A S

1 - José María Fernández Navarro , El Vidrio, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Cerámica y Vidrio, 1985.

2 - Heinz G. Pfaender, Schott guide to glass, Van Nostrand Reinhold Company, England, 1983.

3 - George W. McLellan, E. B. Shand, Glass Engineering Handbook, Mc-Graw-Hill, U.S.A., 1984.

4 - George W. Scherer, Relaxation in Glass and Composites, John Wiley y Sons, Inc. , New York, 1986.

5 - R.W. Lardner, Mathematical theory of dislocations and fracture, University of Toronto Press, Great Britain, 1974.

6 - H.S. Carslaw and J.C. Jeager, Conduction of heat in Solids, Oxford University Press, Great Britain, 1976.

7 - " Deterioro Superficial de rodillos de Sílica fundida ", Reporte interno, DIM/12/02/-031, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Julio 1989.

8 - " Caracterización superficial de vidrios Aleta y Cougar mediante SEM", Reporte interno DIM/12/03-32, Doctorado en INgeniería de Materiales, U.A.N.L., Agosto 1989.

9 - " Contaminación ambiental en planta ", Reporte interno DIM/12/04/34, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Agosto 1989.

10 - " Análisis de Superficie de vidrios cougar lavados en planta y en planta méxico ", Reporte interno, DIM/12/05/35, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L. , Agosto 1989.

11 - " Análisis de Superficie de vidrios de alta y baja rayabilidad ", Reporte interno, DIM/12/06/37, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L. , Septiembre 1989.

12 - " Análisis de escoriaciones en vidrio templado ", Reporte interno, DIM/12/07/038, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Septiembre 1989.

13 - " Determinación de Sólidos en suspensión en agua suministrada a lavadoras de vidrio plano ", Reporte Interno, DIM/12/08/45, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L. , Septiembre 1989.

14 - " Comparación de sólidos suspendidos en Agua-Parabrisas y Agua-Vidrio Templado " , Reporte Interno, DIM/12/10-051, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Octubre 1989.

15 - " Evaluación de filtro Americano ", Reporte interno, DIM/12/12-063, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Noviembre 1989.

16 - " Método de limpieza de rodillos " , Reporte interno, DIM/12/13-071, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Diciembre 1989

17 - " Evaluación comparativa de filtros del sistema de agua de lavadoras ", Reporte interno, DIM/12/17/096, Doctorado en Ingeniería de Materiales, U.A.N.L., Febrero de 1990.